



RAPPORT DE RECHERCHE

N° 2026-1

EVALUER LES IMPACTS DES VAGUES DE CHALEUR SUR LA PRECARITE ENERGETIQUE : PERSPECTIVES ISSUES DU CONTEXTE DE LA FRANCE HEXAGONALE

FANNY ALIVON, GEOFFREY JOHNEN, MANITRA RAKOTOMENA

www.tepp.eu

TEPP – Théorie et Evaluation des Politiques Publiques - FR CNRS 2042

Evaluer les impacts des vagues de chaleur sur la précarité énergétique : perspectives issues du contexte de la France hexagonale

Fanny Alivon^{*1}, Geoffrey Johnen^{†2}, Manitra Rakotomena^{‡1}

¹*CEMOI, Université de La Réunion*

²*École Royale Militaire, Belgique*

Résumé

Dans un contexte avéré de changement climatique, l'ensemble des villes vont connaître ces prochaines années une accentuation des phénomènes météorologiques extrêmes, notamment l'accroissement des périodes de fortes chaleurs. Actuellement, les logements et les formes urbaines ne sont pas, pour la plupart, adaptés pour assurer un confort optimal aux populations en période de grand froid ou de fortes chaleurs, accentuant la vulnérabilité des populations. Dans cet article, nous choisissons de nous concentrer sur l'aspect "chaleur" du dérèglement climatique. Notre approche consiste à étudier les périodes de canicules et de vagues de chaleur passées, qui seront amenées dans les prochaines années à se multiplier, en se focalisant sur les effets de ces derniers sur la variation de la part ménages en situation de précarité énergétique lors de ces événements. Notre objectif est de comprendre comment se manifeste la précarité énergétique dans les régions hexagonales lors des vagues de chaleurs et dans quelle mesure les politiques publiques actuelles permettent de réduire les effets des températures élevées sur les ménages vulnérables. Nos résultats mettent en évidence le rôle différencié des facteurs urbains, environnementaux et climatiques dans l'intensité de la précarité énergétique lors des vagues de chaleur. Cet article montre également l'importance et la nécessité d'intégrer la problématique des logements bouillottes pour des rénovations plus efficaces est essentiel pour lutter contre la précarité énergétique estivale

1 Introduction

La hausse des températures induite par le changement climatique expose un nombre croissant d'individus à une nouvelle forme de vulnérabilité, appelée "précarité énergétique d'été" (Fondation pour le Logement, 2023), où les ménages rencontrent des difficultés pour refroidir leur logement. Cette tendance au

^{*}fanny.alivon@univ-reunion.fr

[†]geoffrey.johnen@mil.be

[‡]manitra.rakotomena@univ-reunion.fr

réchauffement se fait sentir dans tout le continent européen, y compris dans les régions inhabituellement touchées comme le Royaume-Uni. Il est alors essentiel de s'intéresser à cette précarité énergétique liée à la chaleur dans ces régions où le climat est tempéré.

L'étude récente de la Fondation pour le Logement (2023) a révélé que plus de la moitié des Français ont souffert de la chaleur dans leur logement au moins une fois en 2022. Depuis la canicule de 2003, des travaux de recherche ont été menés sur les risques sanitaires liés aux températures élevées. Comme dans le cas des effets du froid, les personnes vulnérables sont celles qui souffrent de diabètes ou de troubles neurologiques (Madrigano *et al.*, 2015 ; Vardoulakis *et al.*, 2015). En 2024, selon la Fondation pour le Logement (2025), 17 000 individus ont eu recours aux soins d'urgence (hyperthermies, déshydratations et hyponatrémies). Cette situation tend à s'aggraver sur tout le territoire, dans les années à venir. Aussi, la chaleur extrême génère un besoin de climatisation, mais certains ménages ne peuvent pas se permettre les coûts énergétiques élevés liés à ce système de refroidissement (Barbosa *et al.*, 2015). Par ailleurs, le réchauffement climatique augmente la fréquence, l'intensité et la durée des vagues de chaleur, ce qui devrait entraîner une augmentation des taux de mortalité estivale (GIEC, 2013 ; Fondation pour le Logement, 2023 ; Santé Publique France, 2023).

En 2024, l'ONPE publiait un rapport sur la précarité énergétique d'été en France hexagonale (ONPE (2024)). Les territoires et les individus ne sont pas tous équitablement exposés aux effets du changement climatique, et ne possèdent pas les mêmes capacités pour agir et s'adapter. Trois facteurs principaux exacerbent la vulnérabilité des individus aux épisodes de chaleur extrême. Parmi eux, la situation géographique joue un rôle important dans la détermination de l'intensité de l'exposition aux températures élevées. Les régions les plus exposées sont l'Auvergne-Rhône-Alpes, la Bourgogne-Franche-Comté et l'Occitanie, ainsi que les îlots de chaleur urbains dans les villes, notamment des villes comme Paris, Grenoble, Lyon ou Toulouse. La mauvaise qualité des logements et les taux d'occupation élevés contribuent à accroître la vulnérabilité. Il apparaît que les logements collectifs, mal isolés, et les Quartiers Prioritaires de la Ville (QPV), surpeuplés, sont les plus exposés aux fortes chaleurs. L'absence de climatisation impacte aussi l'exposition à ces événements climatiques. Le troisième facteur est la situation socio-économique des individus : être en mauvaise santé, avoir un revenu faible, être très jeune ou très âgé, être locataire, souffrir d'isolement social, vivre loin des espaces publics climatisés et ne pas avoir accès à des équipements de ventilation ou de refroidissement sont autant de facteurs qui exacerbent l'exposition à la chaleur extrême.

Cependant, les politiques publiques spécifiques pour lutter contre la précarité énergétique d'été ne sont pas encore mises en place (Fondation pour le Logement (2025)). Plusieurs pistes sont annoncées, notamment l'amélioration de la connaissance et la prise en compte de l'habitabilité d'été des logements, l'étude d'autres méthodes favorables au confort d'été et l'intégration du confort d'été dans la définition d'une rénovation performante des logements. Pour la Fondation pour le Logement, cela ne suffit pas, d'autant plus que des solutions existantes ont déjà fait leurs preuves (par exemple, végétaliser davantage les zones urbaines ou l'isolation des murs). L'ADEME recommande notamment

d'utiliser les systèmes actifs respectueux de l'environnement (brasseur d'air, puits canadien, géocooling, réseau de froid.), d'installer systématiquement des protections solaires extérieures dans les projets de rénovation et d'anticiper les besoins d'aération nocturne.

Dans un contexte avéré de dérèglement climatique, l'ensemble des villes vont connaître ces prochaines années une accentuation des phénomènes météorologiques extrêmes. Actuellement, les logements et les formes urbaines ne sont pas, pour la plupart, adaptés pour assurer un confort optimal aux populations en période de fortes chaleurs, accentuant la vulnérabilité des populations. Notre approche consiste à étudier les périodes de canicules et de vagues de chaleur passées, qui seront amenées dans les prochaines années à se multiplier, en se focalisant sur les effets de ces dernières sur la variation de la part des ménages en situation de précarité énergétique.

Selon la Fondation pour le Logement, avec une trajectoire d'augmentation des températures à $+4^{\circ}\text{C}$ d'ici 2100 (IPCC (2023)), il est urgent d'adapter aujourd'hui les logements bouillottes en France (Fondation pour le Logement (2025)). 42 % des foyers français ont déclaré avoir souffert de la chaleur dans leur logement en 2025. Plus de 35 % des logements ont un confort jugé "insuffisant". Ce rapport révèle que les ménages modestes (moins de 1 000 € de revenu mensuel net par UC), les plus jeunes (18 - 24 ans) et les plus âgés, et les locataires en appartements sont plus à risque de souffrir de cette chaleur. Santé publique France (2024) souligne un important nombre de décès attribué à une exposition à la chaleur (plus de 3 700 décès en 2024). Ainsi, la précarité énergétique d'été ne relève pas uniquement d'une question de "confort" mais est également un enjeu de santé publique.

L'indicateur composite *Thermal Discomfort and Energy Poverty Index* (TEPI), développé par Rakotomena et Ricci (2025), a l'avantage de tenir compte des conditions climatiques dans la mesure de la précarité énergétique. Il nous paraît nécessaire et important d'évaluer dans quelle mesure ces conditions influencent ce phénomène. Dans cet article, notre objectif est de mesurer l'impact des périodes de fortes chaleurs sur la répartition spatiale de la précarité énergétique dans les différentes zones climatiques et villes de la France hexagonale. Nous tentons donc de répondre à trois questions : (i) quels facteurs influencent la variation de l'intensité de la précarité énergétique en période de forte chaleur ? (ii) quelles sont les caractéristiques des communes subissant des variations extrêmes (faibles et élevées) du TEPI ? et finalement (iii) quels sont les critères susceptibles d'atténuer ou, au contraire, d'exacerber les risques liés à la chaleur extrême ? Pour identifier ces facteurs explicatifs, nous estimons un modèle des moindres carrés ordinaires corrigé de l'hétéroscédasticité. Afin de répondre aux deux autres questions, nous réaliserons une classification par la méthode des k-means et une analyse qualitative.

Cet article est organisé en plusieurs sections. La section 2 présente la méthodologie globale et décrit les données. Dans la section 3, nous discutons des méthodes et résultats économétriques. La section 4 offre une présentation du profil des villes "extrêmes" subissant les plus fortes ou les plus faibles variations du TEPI suite aux périodes de forte chaleur. Avant de conclure, nous menons

une analyse qualitative des villes ayant subi les plus fortes hausses du TEPI, dans la section 5.

2 Méthodologie

Dans cette section, nous présentons brièvement l'indicateur composite de précarité énergétique et les données utilisées. Afin d'évaluer si des différences d'intensité de la précarité énergétique existent en périodes de canicules, nous allons comparer les distributions du TEPI en 2013 et en 2022.

2.1 Mesurer la précarité énergétique

L'intensité de la précarité énergétique, en France, est ici mesurée à l'aide du TEPI (Rakotomena et Ricci, 2025). Le TEPI est basé sur une moyenne quadratique de trois dimensions de la précarité énergétique : la pauvreté monétaire d'un ménage i après dépenses énergétiques et de logement mesurée par $I_{P,i}$, la qualité de son logement $I_{Q,i}$ et sa sensation d'inconfort thermique $I_{C,i}$. Afin d'évaluer l'effet des événements climatiques chauds sur ce phénomène, nous supposons que les dimensions budgétaire et de logement sont constantes et que seule la dimension climatique est variable. Nous serons alors en mesure d'identifier les ménages qui du fait des chaleurs extrêmes, vont basculer dans une situation de précarité énergétique. Les ménages vulnérables sont ainsi ceux qui souffrent le plus de cette chaleur. Le TEPI est défini comme suit :

$$TEPI_i = \sqrt{\frac{I_{P,i}^2 + I_{Q,i}^2 + I_{C,i}^2}{3}} \quad (1)$$

2.2 Vagues de chaleur et canicule

Dans cet article, nous nous intéressons aux périodes de forte chaleur. Il existe différentes périodes selon trois critères : les pics de chaleur désignés par des restrictions faibles (locales ou nationales) durant une période très brève (24 à 48 h), les vagues de chaleur, avec une référence unique nationale et relativement peu restrictive, permettant ainsi d'observations plusieurs événements, et les canicules à la définition très restrictive avec des seuils départementaux fournissant un nombre d'observation plus restreint.

Les pics de chaleur sont définies comme un épisode bref entre 24 et 48 heures durant lequel les températures sont nettement supérieures aux normales de saison, au niveau local ou national (Météo-France). Cette périodicité étant trop courte, il n'est pas judicieux d'évaluer un impact sur le moyen ou le long terme d'une hausse des températures sur la précarité énergétique. A l'inverse, la durée des vagues de chaleur et des canicules sont plus longues et permettent d'obtenir des résultats plus probants.

Selon Météo France, une vague de chaleur désigne un épisode de températures nettement plus élevées que les normales de saison pendant plusieurs jours

consécutifs¹. Les vagues de chaleur sont identifiées en France selon l'indicateur thermique national (ITN). Nous sommes en présence de vague de chaleur si :

- l'ITN est supérieur ou égal à 25,3 °C pendant un jour ;
- ou si l'ITN est supérieur ou égal à 23,4 °C pendant au moins 3 jours consécutifs.

La vague de chaleur se termine lorsque l'ITN descend sous 22,4 °C pendant 1 jour ou lorsqu'il descend sous 23,4°C pendant 2 jours consécutifs.

La canicule correspond à un épisode de température (moyenne) élevée, de jour comme de nuit, pendant au moins 3 jours consécutifs, c'est-à-dire au moins pendant 3 jours et 3 nuits. Les seuils de températures, en France, varient selon les départements (carte interactive produite par Le Monde). Ces seuils sont particulièrement plus élevés dans le sud, une zone plus habituée à des températures plus élevées.

Ains, la sensation d'inconfort thermique est différente selon les départements. Cette sensation est plus forte pour les individus vivant dans le département de la Manche (31 °C en journée et 18 °C la nuit) par rapport à ceux vivant dans le Gard (respectivement 36 °C et 23 °C) ou dans l'Hérault (respectivement 35 °C et 22 °C). La précarité énergétique, à caractéristiques socio-économiques et de logement identiques, devrait être plus important dans ces zones où les seuils sont plus faibles.

2.3 Données

Les données utilisées concernent les caractéristiques des ménages et de leur logement, sur les caractéristiques climatiques (températures et zone climatique) et sur des données concernant la forme urbaine (la végétation, la surface hydrographique, les routes et la hauteur des bâtis). Pour ce faire, nous utilisons plusieurs sources de données.

Premièrement, afin de tenir des caractéristiques socio-économique et de logement des ménages, nous utilisons les données issues de l'Enquête Nationale Logement (ENL) de 2013. L'objectif de cette enquête est de décrire les conditions de logements des individus et leurs dépenses en logement.

Deuxièmement, en ce qui concerne les données climatiques, les données ERA de 2013 et de 2022 ont été employées. Ces données sont utilisées pour identifier les périodes de canicules et de vagues de chaleur. Nous retenons l'année 2013 afin de les mettre en lien avec les données socio-économiques et résidentielles fournies par l'ENL 2013. L'année 2022 est également retenue car l'été 2022 est l'été le plus chaud que la France ait connu, depuis la période pré-industrielle. L'été 2022 a connu des périodes de vagues de chaleurs de longues durées : 33 jours de vagues de chaleur enregistrés. Hors l'été de 2003, celui de 2022 est l'un des étés ayant connu le plus de vagues de chaleur (trois vagues sur la période estivale). Plusieurs records ont été battu : des températures de 40 °C atteintes très tôt (dès le 16 juin), 40 °C dans le Finistère Nord qui n'a jamais connu des températures aussi élevées, ce seuil qui aussi été atteint en juin, juillet et août à

1. Les températures sont uniquement comparées aux normales de saison

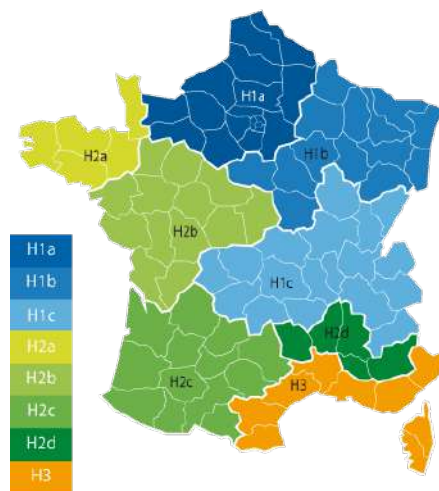


FIGURE 1 – Les zones climatiques en France

Nîmes. Par ailleurs, cette année 2022 est également caractérisée par une période caniculaire particulière : précoce, intense et durable. La première canicule s’est installée du 16 au 18 juin. Des vagues de chaleur intenses sont apparues du 12 au 25 juillet, atteignant un pic de températures maximales le 18, dépassant par endroits 40 °C sur la façade atlantique et les côtes de la Manche. A compter du 17, la France a connu des températures caniculaires. Le mois d’août est le troisième ayant subi une vague de chaleur, du 31 juillet au 13 août. P Afin d’évaluer si des différences d’intensité de la précarité énergétique existent en périodes de canicules, nous allons comparer les distribution du TEPI en 2013 et 2022.

La troisième source de données est la répartition des zones climatiques opérées par la Réglementation Environnementale de 2020 (RE2020) afin d’estimer les effets liées aux différences climats présents sur le territoire français. Contrairement à la répartition des zones climatiques de Météo-France, cette répartition du RE2020 permet de mieux prendre en compte les besoins énergétiques des ménages d’une zone à une autre en fonction des températures. Elle distingue trois grandes zones climatiques (figure 1) :

- La zone H1 désigne les régions caractérisées par des hivers froids, des températures basses sur une longue durée et un besoin de chauffage élevé durant l’hiver. Cette zone correspond aux départements de l’Est et du Nord de la France sous influence d’un climat semi-continental froid. Elle est divisée en trois sous-zones (H1a, H1b et H1c) ;
- La zone H2 est caractérisée par un climat tempéré, où les hivers sont modérément froids et les étés relativement chauds. Cette zone comprend en outre les départements de l’Ouest de la France qui sont sous l’influence d’un climat océanique relativement doux, mais humide. Elle est répartie en quatre sous-zones (H2a, H2b, H2c et H2d) ;
- La zone H3 regroupe les régions caractérisées par un climat chaud, et correspond aux territoires du pourtour méditerranéen, sous l’influence

du climat méditerranéen chaud et sec.

Dans une même zone climatique, la lettre "a" caractérise les zones les plus froides, et la lettre "d" les zones les plus chaudes. Cependant, notre étude ne nécessite pas d'utiliser une description fine des zones climatiques, les différences de températures étant faibles au sein de chaque zone. Nous retenons donc uniquement un regroupement en trois zones : H1, H2 et H3.

Afin de caractériser les communes, nous retenons le type de commune identifié à travers la Grille de Densité 2022 de l'INSEE, représentant la quatrième source de données utilisées dans cet article. Cette grille permet de classer les communes en fonction du nombre d'habitants et de leur répartition sur le territoire. Elle ne se limite pas à la densité moyenne, mais tient compte de la présence de zones concentrées en population. L'INSEE distingue ainsi trois catégories de communes : les communes densément peuplées et les communes de densité intermédiaire formant les communes urbaines, et les communes rurales. Parmi les communes urbaines, nous trouvons les grands centres urbains, les centres urbains intermédiaires, les petites villes et les ceintures urbaines. Les communes rurales sont quant à elles réparties en bourgs ruraux et rural à habitat dispersé. L'hypothèse retenue dans cet article est la suivante : les zones les plus densément peuplées sont également celles qui seraient les plus susceptibles de souffrir des fortes chaleurs et donc de subir une hausse d'intensité de la précarité énergétique au sein de la population.

La dernière source de données est la base BD TOPO de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), utilisée pour les données urbaines et environnementales, en retenant l'année 2022. Cette base permet d'avoir des informations avec une précision métrique et de représenter de façon réaliste les analyses spatiales. Elle regroupe des données par thèmes : administratif (les limites et les unités administratives), adresses, bâti (construction), hydrographie (éléments ayant trait à l'eau), lieux nommés (lieu ou lieu-dit décrivant un espace naturel ou habité), occupation du sol (végétations, estran), services et activités (services publics, stockage et transport des sources d'énergie, lieux et sites industriels), transport (infrastructures du réseau routier, ferré et aérien), et zones réglementées. Les données sont continuellement mises à jour, tous les trimestres. De cette base de données, nous retenons un ensemble de variables, pour chaque commune, caractérisant la forme urbaine : la part de la surface végétalisée, de surface hydrographique, et de voies routières, et la hauteur médiane des logements.

La végétalisation est fréquemment avancée comme levier pour atténuer les températures, en particulier dans les îlots de chaleur urbains. Nous faisons l'hypothèse que la proportion de surfaces végétalisées et de surfaces hydrographiques — rivières, lacs ou plans d'eau — régulent et protègent des fortes chaleurs. À l'inverse, la part de voies routières a été calculée afin d'approximer le potentiel de trafic routier susceptibles d'exacerber les effets négatifs des températures élevées. La base BD TOPO ne fournit pas directement d'information sur les flux routiers, nous proposons de déterminer la superficie des routes, en considérant que la largeur des routes est corrélée à leur capacité d'accueil de véhicules et, *in fine*, à l'élévation des températures locales. Afin de déterminer ces superficies routières, en calculant des buffers, tels que :

- Une autoroute est caractérisée par 4 à 6 voies de 3,5 m de large, c'est-à-dire entre 7 et 10,5 m de buffer de large, soit une moyenne de 8,75 m de buffer ;
- Une nationale est composée de 2 à 4 voies de 3,5m de large, soit entre 3,5 et 7 m de buffer de large, avec une moyenne de 5,25 ;
- Une départementale et autres est caractérisée de 2 voies de 2,25 m de large de large, soit 2,25 m de buffer.

Nous supposons que la hauteur des logements influence la température domestique ressentie. La taille moyenne des bâtiments n'est cependant pas un indicateur pertinent dans notre cas, car elle est tirée vers le bas par la prépondérance des maisons individuelles. Il est donc préférable de mobiliser la taille médiane, qui constitue un proxy plus robuste.

3 Facteurs explicatifs de la variation du TEPI

Dans cette section, nous allons présenter notre méthodologie pour tenter d'expliquer les différences du TEPI suite aux périodes de vagues de chaleurs, en fonction des variables retenues, à l'échelle communale :

- la différence entre les valeurs du TEPI en 2013 et en 2022 ($\Delta TEPI$) ;
- la typologie de la densité de la commune (*dens*) ;
- la proportion de végétalisation (*ratio_vege*) ;
- la proportion de route (*ratio_route*) ;
- la proportion hydrographique (*ratio_hydro*) ;
- la hauteur médiane des bâtiments (*med_bati*) ;
- la zone climatique (H1, H2, H3) (*zone_climatique*).

Nous retenons l'ensemble des communes de France hexagonale de plus de 5 000 habitants, soit un total de 2 251 communes. Ce seuil nous permet de retirer de notre analyse les très petites communes pour lesquelles les données socio-économiques et résidentielles sont peu nombreuses, auquel cas, cela augmenterait les biais dans nos résultats. Deux estimations distinctes ont été réalisées. La première étudie l'impact des périodes de canicules survenues durant l'été 2022. Rappelons que les périodes de canicules sont définies pour une période de 3 jours et 3 nuits dont les températures diurnes et nocturnes dépassent chacune les seuils définis au niveau départemental. La définition de ces dernières étant très restrictives, nous avons considéré un second phénomène que sont les vagues de chaleur. Elles interviennent à partir du moment où la température moyenne journalière dépasser les 25.3 °C quelque soit la zone du territoire. Nous avons isolés ces périodes de canicule et de vague de chaleur au cours de l'été 2022 en mobilisant les données, pour ensuite calculer l'indicateur DEPI, hors et pendant ces périodes de chaleur extrême. Cela nous amène à estimer, via un MCO corrigée de l'hétéroscédasticité (White, 1980), le modèle suivant :

$$\begin{aligned} \Delta TEPI = & \beta_1 + \beta_2 \cdot dens + \beta_3 \cdot ratio_vege \\ & + \beta_4 \cdot \ln(ratio_route) + \beta_5 \cdot \ln(ratio_hydro) \\ & + \beta_6 \cdot med_bati + \beta_7 \cdot zone_climatique + \epsilon \end{aligned} \quad (2)$$

Les distributions des variables *ratio_route* et *ratio_hydro* étant asymétriques à droite (beaucoup d'observations sont proches de zéro), nous les prenons

en logarithme afin de linéariser ces distributions.

Les résultats des estimations sont visibles dans le tableau 1. Tout d'abord le premier constat effectué est qu'aucune variable, exceptée la forme urbaine, n'est significative pour les périodes de canicule. Cette absence de résultat peut être expliquée par deux facteurs liés. Le premier est la taille restreinte de l'échantillon qui laisse présager une faible puissance statistique. La seconde, expliquant à la fois l'absence de portée de notre modèle, mais aussi la faible taille de l'échantillon, est liée aux critères de définition de ces périodes de canicules. En effet, ces derniers étant très contraignant et limitant, cela limite ainsi le nombre de périodes et de communes concernés. De plus, nous pouvons nous poser la question de la construction de ces seuils de température (définis à l'échelle départementale). Ces seuils ne sont-ils pas choisis justement sur la base de nos variables explicatives, avec par exemple des seuils plus élevés dans les zones à forte végétalisation ou forte présence hydrographique par exemple, de sorte que l'état de canicule soit plus "difficilement" atteint dans ces mêmes zones. Il pourrait donc exister une certaine forme d'endogénéité supposée (nous n'avons trouvé aucune explication sur la construction de ces seuils de température). C'est pour cette raison que nous avons choisi dans un second temps de raisonner sur les vagues de chaleur dont le seuil est national et les critères d'application beaucoup plus ouverts.

Concernant les vagues de chaleur, les résultats sont déjà plus probants. La forme urbaine ne semble pas jouer un rôle majeur à l'exception du fait de vivre dans une commune très faiblement densément peuplée à habitat dispersé qui protégerait davantage des effets néfastes des vagues de chaleur que pour ceux vivant en grand centre urbain. Cela est corroboré par un effet significatif de la part de la végétation à l'échelle communale. Plus la commune est végétalisée, plus le risque de basculer dans la précarité énergétique durant ces périodes de forte chaleur diminue. La hauteur du bâti influence également fortement la variation de notre indicateur : plus le bâti est haut et plus la variation est faible. On peut alors imaginer des zones d'ombre plus importantes et des couloirs de circulation d'air permettant une meilleure atténuation du ressenti de chaleur.

Enfin, il existe un effet significatif de la zone climatique. Comparativement au pourtour méditerranéen, les autres zones du territoire sont plus fortement soumises aux effets négatifs des fortes chaleurs. On peut imaginer que les populations déjà habituées aux températures importantes dans ces communes du Sud de la France, subissent une hausse des températures proportionnellement moindre, et sont plus prêtes, adaptées pour supporter les variations de températures liées aux périodes de vague de chaleur. Ceci est d'ailleurs corroboré par nos analyses de la section suivante, où l'on constate que les communes subissant le plus de variation durant ces périodes sont trouvées quasi exclusivement dans le Nord de la France.

TABLEAU 1 – Coefficients de régression et erreurs types

Variables explicatives	Canicule (n=170)	Vague de chaleur (n=671)
(Intercept)	0,086309** (0,042597)	0,286338*** (0,027298)
Grands centres urbains	Réf.	Réf.
Centres urbains intermédiaires	0,016038* (0,008552)	0,009112 (0,009589)
Petites villes	0,018538 (0,013361)	-0,012408 (0,017788)
Ceintures urbaines	-0,004033 (0,016438)	-0,011248 (0,016896)
Bourgs ruraux	0,017405 (0,011067)	-0,022821 (0,026559)
Rural à habitat dispersé	- (-)	-0,017545* (0,010525)
Part de végétation	-0,017222 (0,024406)	-0,038019* (0,020259)
Part de voies routières (log)	0,001602 (0,005630)	-0,001388 (0,003355)
Part d'espace hydrographique (log)	-0,001756 (0,003093)	-0,001299 (0,001811)
Hauteur médiane du bâti	0,004562 (0,004837)	-0,016325*** (0,009259)
Zone climatique H1	-0,006377 (0,010901)	0,264920*** (0,009259)
Zone climatique H2	-0,002371 (0,011312)	0,206237*** (0,013604)
Zone climatique H3	Réf.	Réf.

Significativité : * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$.

Source : auteur

4 Profils de villes "extrêmes"

Dans cette partie, nous allons identifier les communes similaires sur la base de caractéristiques environnementales et climatiques, en fonction de la différence d'intensité de précarité énergétique subie suite aux vagues de chaleur. Nous ne retenons pas les périodes de canicules pour les raisons exposées dans la section précédente. Dans un premier temps, nous allons nous intéresser à l'échantillon global, composé des communes avec plus de 5 000 habitants. Ensuite, nous ferons un focus sur les communes ayant subi le plus de variation de l'intensité. Il est annoté que cette variation est uniquement positive dans notre étude, comme nous le montre les statistiques dans le tableau 2. En moyenne, les communes ont subi une hausse de 43,52 % du TEPI entre 2013 et 2022. Certaines communes ont connu une forte augmentation du TEPI (84,37 %), suite aux vagues de chaleur. Cela montre que ces événements climatiques peuvent avoir des conséquences importantes sur la précarité énergétique, toute chose étant égale par ailleurs.

TABLEAU 2 – Distribution de la différence (%) du TEPI

Min.	Q1	Médiane	Moyenne	Q3	Max.
0,0000	0,3880	0,4399	0,4352	0,5033	0,8437

4.1 Méthode de classification

Dans cette sous-section, nous présentons un algorithme de classification non-supervisée, pour identifier les profils des communes connaissant les plus faibles et les plus fortes variations moyennes de l'intensité de la précarité énergétique. Cet algorithme est la méthode des *k-means* visant à regrouper des observations similaires en k classes, en minimisant la distance euclidienne entre chaque observation et le centroïde de sa classe (ou son groupe). Le détail de l'algorithme est développé dans Aguilar *et al.* (2025).

Chaque variable est centrée (moyenne nulle) et réduite (écart-type égal à 1). Parmi les variables retenues, deux sont qualitatives. Afin d'appliquer la méthode des *k-means*, il nous faut les transformer en numérique. La méthode utilisée est l'encodage binaire *one-hot encoding*, qui consiste à transformer une variable catégorielle en plusieurs variables dichotomiques (0 ou 1). La variable *zone_climatique* est à 3 modalités (la modalité H3, la zone la plus chaude, étant la référence) et est convertie comme suit :

- *zone_climatique_H1* = 1 si la commune est en H1, 0 sinon
- *zone_climatique_H2* = 1 si la commune est en H2, 0 sinon.

La modalité H3 sert de référence.

La variable *dens* contient 6 modalités et est également convertie de la même manière (la modalité "1" étant la référence) :

- *dens_2* = 1 si la commune est de type 2, 0 sinon
- *dens_3* = 1 si la commune est de type 3, 0 sinon

- $dens_4 = 1$ si la commune est de type 4, 0 sinon
- $dens_5 = 1$ si la commune est de type 5, 0 sinon
- $dens_6 = 1$ si la commune est de type 6, 0 sinon.

Pour interpréter nos résultats, plusieurs points doivent être pris en compte. Premièrement, la standardisation des valeurs implique que des valeurs positives correspondent à des valeurs au-dessus de la moyenne de l'échantillon, tandis que des valeurs négatives indiquent une situation au-dessous de cette moyenne. Cette échelle permet de réaliser des comparaisons entre les variables ayant des unités différentes. Les valeurs binaires obtenues par la méthode *one-hot encoding* nous indiquent si la modalité est surreprésentée dans le cluster lorsque la valeur est positive (par exemple, une valeur de +3.21 pour *zone_climatique_H2* signifie que cette zone est surreprésentée de façon extrême dans le cluster 3) et une sous-représentation lorsque la valeur est négative. Enfin, il convient de décrire les seuils d'importance : une valeur (en absolue) supérieure à 0,5 écart-type traduit un effet notable, alors qu'une valeur (en absolue) supérieure à 1 écart-type implique un effet important.

Pour interpréter nos résultats, il faut retenir les points suivants :

1. L'effet standardisation pour lequel les valeurs (l'échelle est comparable entre les variables.) peuvent être lues comme :
 - Positives si elles sont supérieures à la moyenne générale ;
 - Négatives sinon.
2. L'interprétation des variables binaires est différente : une valeur de +3.21 pour *zone_climatique_H2* signifie que cette zone est surreprésentée de façon extrême dans le cluster 3
3. Les seuils d'importance sont définis selon les seuils suivants :
 - l'effet est considéré comme notable si $|valeur| > 0,5\sigma$;
 - l'effet est défini comme très fort si $|valeur| > 1\sigma$.

4.2 Caractérisation de l'ensemble de l'échantillon

Afin de déterminer le nombre optimal de classes, nous allons utiliser la courbe et l'indice de silhouette. Ce nombre optimal est déterminé par l'indice de silhouette le plus élevé. Dans notre cas, comme nous l'indique la figure 2, l'indice moyen de silhouette est la plus élevée avec 2 classes (0,4421), ce qui nous indique une structure de classe faible mais existant.

Les caractéristiques des centroïdes sont présentés dans le tableau 3. La classe 1 contient 93 % des communes de notre échantillon et regroupe les communes les plus vulnérables : une forte variation positive de l'intensité de la précarité énergétique ($\Delta TEPI$) due aux épisodes de vagues de chaleur, une faible proportion de zones végétalisées et des communes situées dans des grandes villes à forte densité humaine et en zone froide. Ces éléments contribuent à expliquer la faible résilience des populations de ces communes face à l'élévation des températures. Elles tendent ainsi à se transformer en îlots de chaleur urbains lors des vagues de chaleur, ce qui accentue encore leur situation de précarité énergétique.

La classe 2 (contenant 7 % des communes de notre échantillon) regroupe les communes plus relativement plus protégées : elles présentent une hausse modérée

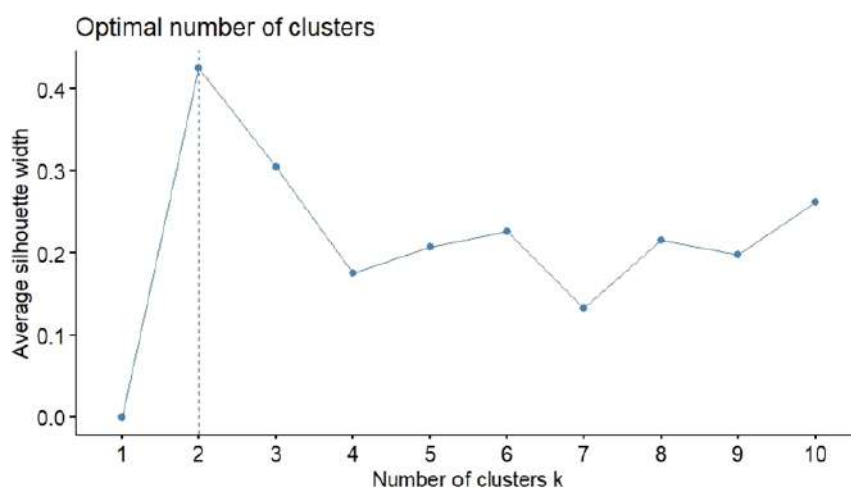


FIGURE 2 – Courbe de silhouette (ensemble de l'échantillon)

TABLEAU 3 – Analyse des résultats (forte variation du TEPI)

Variable	Cluster 1 (n=624)	Cluster 2 (n=47)
Δ TEPI	0,1589543	-2,1103725
Zone climatique H1	Réf.	Réf.
Zone climatique H2	0,0329645	-0,4376569
Zone climatique H3	-0,2742412	3,6409902
Part de végétation	-0,1223605	1,6245310
Part de voies routières	0,0282779	-0,3754337
Part d'espace hydrographique	-0,0128249	0,1702708
Hauteur médiane du bâti	0,0071849	-0,0953905
Grands centres urbains	Réf.	Réf.
Centres urbains intermédiaires	-0,0306044	0,4063228
Petites villes	-0,0199095	0,2643306
Ceintures urbaines	-0,0064609	0,0857784
Bourgs ruraux	-0,0358927	0,4765330
Rural à habitat dispersé	-0,0386046	0,5125373

de l'intensité de précarité énergétique. Ces communes sont plus résiliente face à la hausse des températures, avec un taux de végétalisation plus fort, dans des régions plus habituées à la chaleur et avec peu d'habitants.

4.3 Caractérisation des communes ayant subi le plus de variation

Nous allons nous intéresser ici aux communes dont la différence de variation est supérieure à 0,5, soit le troisième quartile de la distribution du *TEPI*. Afin de retenir le nombre optimal de classes, nous retenons le nombre pour lequel l'indice de Silhouette est le plus élevé. Dans notre cas, cet indice nous suggère de retenir 10 classes. Ce nombre étant trop élevé pour réaliser des interprétations, nous choisissons arbitrairement un nombre plus faible. Comme nous indique le tableau 5, il est judicieux de retenir 3 classes car nous obtenons un nombre optimal de classes plus faible tout en ayant une valeur de l'indice de Silhouette la plus proche possible de celle obtenue avec 10 classes. Ces 3 classes sont réparties comme suit : la classe 1 est composée de 150 communes, la classe 2 de 17 communes, et la classe 3 de 15 communes. Ces trois classes sont cartographiées dans la figure 3.

TABLEAU 4 – Distribution de l'indice de silhouette en fonction des classes

Nombre de classes	Indice de silhouette moyen
2	0,26456
3	0,29998
4	0,21999
5	0,23013
6	0,24468
7	0,25459
8	0,30250
9	0,30279
10	0,30727

Nous obtenons les caractéristiques des centroïdes dans le tableau 5. La classe 1 présente une variation élevée et hétérogène mais proche de la moyenne de cet échantillon. Il en va de même pour la proportion de végétation : certaines communes sont essentiellement occupées par de la végétation (par exemple, à Villeneuve-d'Ascq (59009), la commune est occupée à 80 % de vert), alors que d'autres en sont à peine recouvertes (6 % Conflans-Sainte-Honorine (78172), en région Île-de-France). Ces communes sont majoritairement des grands centres urbains, occupés par des immeubles de plusieurs étages, ce qui peut être source de concentration de chaleur entre les bâtiments. Elles sont dans la zone climatique froide. Les routes y occupent très peu de place (moins de 3 %). Hors quelques communes, la proportion hydrographique y est aussi faible. Ces caractéristiques hétérogènes, tout ayant un climat identique, nous montre que le climat peut ne pas être le seul facteur agissant sur la précarité énergétique. Les facteurs environnementaux (la végétation et les zones humides) et urbains

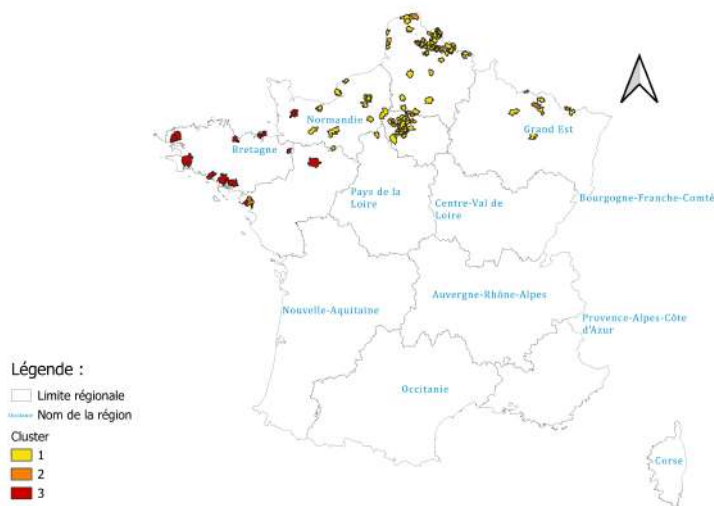


FIGURE 3 – Carte des communes ayant subi le plus de variation du TEPI

jouent un rôle essentiel sur ce phénomène en période de chaleurs extrêmes.

Malgré une variation élevée de l'intensité de la précarité énergétique, les communes de la classe 2 sont mieux protégées, comparées à celles de la classe 1. En effet, les différences du TEPI sont homogènes dans cette classe (entre 50,4 % et 60,7 %). Les communes se situent dans les régions froides où les températures sont rarement élevées, même l'été. La hauteur médiane des bâtiments est faible, comparée à la moyenne de l'échantillon, permettant une meilleure circulation de l'air entre chaque logement. Le flux routier y est également faible (la proportion des routes est de -0,51). A l'inverse de la classe 1, les communes sont ici mieux végétalisées (atteignant 58 % à Moyeuville-Grande (57491)), réduisant davantage les températures ressenties. D'autant plus que ces communes sont essentiellement des ceintures urbaines.

La classe 3 se distingue nettement des deux autres classes avec une valeur du TEPI positive élevée (0,542) contrairement aux autres classes, dont les valeurs sont négatives et proches de 0. Cette classe regroupe les communes ayant subi la plus forte aggravation de l'intensité de la précarité énergétique. Nous trouvons des communes avec une faible couverture végétale, hydrographique et routière et une hauteur médiane des bâtis peu élevée (proche de la moyenne de l'échantillon). Ces communes se situent dans les zones tempérées et sont essentiellement composées de bourgs ruraux (0,82) mais aussi de petites villes (0,49).

Cette classe est composée de communes ayant subi une forte hausse de la précarité énergétique suite aux périodes de vagues chaleur, avec un maximum atteint dans la commune de Saint-Lô (50502). Si ces communes sont modérem-

TABLEAU 5 – Distribution de l'indice de silhouette en fonction des classes

Variable	Cluster 1 (n=150)	Cluster 2 (n=17)	Cluster 3 (n=15)
$\Delta TEPI$	-0,0354192	-0,1656646	0,5419454
Zone climatique H1	Réf.	Réf.	Réf.
Zone climatique H2	-0,3096061	-0,1024432	3,2121635
Zone climatique H3	NA	NA	NA
Part de végétation	0,0272498	0,0326649	-0,3095183
Part de voies routières	0,1251875	-0,5119251	-0,6716928
Part d'espace hydrographique	0,0860092	-1,0247997	0,3013477
Hauteur médiane du bâti	-0,0005710	0,2021389	-1,0247997
Grands centres urbains	Réf.	Réf.	Réf.
Centres urbains intermédiaires	0,0564663	-0,6137643	0,1309364
Petites villes	-0,0265933	-0,1994498	0,4919762
Ceintures urbaines	-0,3201003	3,1068559	-0,3201003
Bourgs ruraux	-0,0741249	-0,0741249	0,8252576
Rural à habitat dispersé	NA	NA	NA

ment végétalisées, sauf à Quimper et à Brech qui sont situées en Bretagne, les routes occupent une surface limitée (un ratio inférieur à 1,5 %). Les cours d'eau et les zones humides y sont également peu présentes. Nous y trouvons aussi des logements collectifs ou pavillonnaire, souvent occupés par des locataires. Elles sont toutes localisées dans une zone à climat tempéré, région où les températures sont connues pour être douces, ni trop froides ni trop chaudes. Elles sont ainsi peu protégées des fortes hausses des températures, entraîner un inconfort thermique important et rendant les populations vulnérables.

4.4 Caractérisation des communes ayant subi le moins de variation

Nous nous intéressons ici aux communes ayant subi le moins de variation du *TEPI*, en retirant de notre analyse celles qui n'ont subie aucune différence. Les caractéristiques de ces communes, au nombre de 10, sont présentées dans le tableau 6. Ces communes sont cartographiées dans la figure 4.

La taille de cet échantillon étant faible, nous ne pouvons pas réaliser de classification. Pour chacune de ces 10 communes, la différence d'intensité de la précarité énergétique reste faible (moins de 0,18). Les vagues de chaleur n'ont pas entraîné de changement majeur dans la situation des habitants.

Ces communes, situées dans le sud de la France hexagonale, sont relativement résilientes aux vagues de chaleur. Même si l'intensité de précarité énergétique y est élevée, elle augmente faiblement suite à ces périodes très chaudes. Elles sont majoritairement des grands centres urbains, avec 2 centre urbains intermédiaires et 1 commune rurale (Le Castellet). La part de végétations est très élevée dans ces communes (de 40 % à 83 %), même si Oullins et Pierrelatte restent relativement peu végétalisées. Nous pouvons donc faire

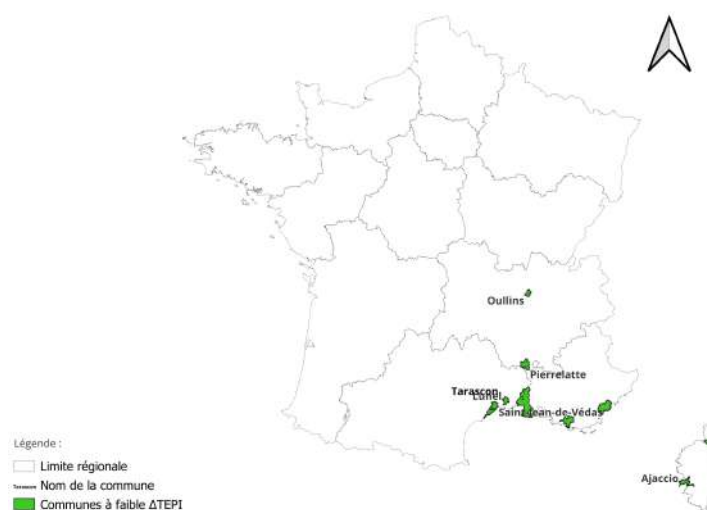


FIGURE 4 – Carte des communes ayant subi le moins de variation du TEPI

TABLEAU 6 – Caractéristiques des communes ayant subi le moins de variation

Commune (département)	ΔTEPI	Typo commune	Végé	Routes	H. médiane	Hydro	Zone climatique
Saint-Jean-de-Védas (34)	0,108	1,000	0,408	0,026	4,932	0,009	H3
Pierrelatte (26)	0,127	2,000	0,104	0,005	3,978	0,033	H2
Oullins (69)	0,155	1,000	0,174	0,008	7,372	0,022	H2
Ajaccio (2A)	0,165	2,000	0,731	0,007	6,974	0,002	H3
Tarascon (13)	0,165	2,000	0,392	0,005	5,538	0,004	H3
Bastia (2B)	0,162	3,000	0,678	0,011	5,012	0,013	H3
Lunel (34)	0,167	2,000	0,305	0,008	4,699	0,011	H3
Frontignan (34)	0,172	2,000	0,091	0,006	4,698	0,039	H3
Le Castellet (83)	0,174	6,000	0,830	0,006	4,586	0,000	H3
Fréjus (83)	0,175	1,000	0,674	0,009	5,355	0,015	H3

Notes :

Typo commune : typologie commune, Végé : végétalisation, H. médiane : hauteur médiane, Hydro : hydrographie

l'hypothèse qu'une forte proportion de végétations amortit ainsi les effets thermiques, notamment dans les zones chaudes, avec un climat méditerranéen. Notons que Oullins se situe en zone froide et Pierrelatte en zone intermédiaire, car elles sont situées en montagne, mais restent tout de même dans une zone chaude (Oullins étant dans la métropole de Lyon, par exemple).

Cependant, la part hydrographique, dans ces communes, est très faible par rapport à la superficie totale des communes correspondantes, ce qui explique en partie les températures élevées dans ces zones, et donc l'inconfort thermique. Les communes concentrent peu de routes, ce qui en revanche peut limiter les fortes hausses de températures. Enfin, les bâtiments sont peu élevés (entre 2 et 3 niveaux), limitant ainsi aussi la création d'îlot de chaleur urbain et l'augmentation nette des températures domestiques.

Ces communes ne sont pas uniquement des communes rurales ou peu denses, nous y trouvons aussi des centres urbains. Elles combinent une faible artificialisation, une végétalisation notable dans plusieurs cas et une zone climatique chaude.

5 Analyse qualitative

Pour approfondir notre étude, il nous paraît intéressant de compléter les précédentes sections avec une analyse qualitative permettant d'identifier les critères susceptibles d'exacerber les risques liés à la chaleur extrême. Dans cette dernière section, nous faisons ainsi un focus sur les trois communes ayant subi la plus forte hausse d'intensité de la précarité énergétique, c'est-à-dire Saint-Lô ($\Delta TEPI = 84,37\%$), Plabennec ($\Delta TEPI = 72,25\%$) et Lille ($\Delta TEPI = 66,19\%$).

TABLEAU 7 – Communes de Saint-Lô, Plabennec et Lille

Commune (département)	$\Delta TEPI$	Typo commune	Végé	Routes	H. médiane	Hydro	Zone climatique
Saint-Lô (50)	0,844	Centres urbains intermédiaires	0,164	0,0141	0,011	5,323	H2
Plabennec (29)	0,722	Petites villes	0,114	0,0030	0,002	4,375	H2
Lille (59)	0,662	Grands centres urbains	0,141	0,0160	0,014	7,372	H1

Ces trois communes ont des caractéristiques assez différentes, mais sont situées dans des zones où les températures relativement faibles, par rapport à la côte méditerranéenne qui est davantage exposée aux vagues de chaleurs et donc plus résiliente face à la hausse des températures. Ce sont des communes où la végétalisation occupe une superficie importante (entre 11 % et 16 %), avec peu de routes. De plus, Saint-Lô et Lille sont chacune traversées par un fleuve (La Vire et la Deûle).

Saint-Lô est la commune subissant la plus forte variation de l'intensité de précarité énergétique en période de vague de chaleur. Elle se situe dans le département de la Manche, au nord ouest de la France hexagonale. C'est un centre urbain intermédiaire, dont la population, en 2021, était de 19 373 habitants (INSEE, 2025). Elle se situe dans une zone climatique caractérisée par un climat tempéré, où les étés sont relativement chauds, avec des vagues de chaleurs occasionnelles. La commune a pour objectif de renforcer les espaces verts, en plantant 200 arbres dans l'espace urbain d'ici la fin de cette année 2025 et en favorisant la biodiversité, l'oxygénation et la gestion naturelle des eaux. Des projets de perméabilisation de la ville (par exemple sur la place Léo Ferré, située en plein centre ville, en 2024, avec une augmentation des surfaces végétalisées, des places de stationnement perméables, une intégration de zones basses pour infiltration et guides d'écoulement pluvial) et de végétalisation des toitures-terrasses (avec le projet PLUi visant à réduire l'emprise des sols artificialisés et protéger les zones naturelles) sont actuellement menés par la ville afin de lutter contre les effets du changement climatique. Elle a notamment intégré les objectifs de zéro artificialisation nette (ZAN) de la loi Climat et Résilience 2021.

En 2021, un quart de la population est à la retraite, et 20 % d'employés, avec un taux de chômage de 10,2 % et un taux de pauvreté de 19 %. Notons que le revenu annuel médian par UC est faible dans cette commune, il est de 21 010 €. Les logements sont majoritairement occupés par des locataires (62,7 %). Une part importante des habitants vivent ainsi avec des revenus faibles. Ces conditions de vie exposent les habitants de Saint-Lô à une forte vulnérabilité à la hausse des températures : ils ont des moyens (financiers et résidentiels) limités pour pouvoir réagir à ce choc climatique exogène et basculent donc facilement dans une précarité énergétique plus sévère.

Plabennec est la deuxième commune que nous avons retenu pour cette analyse. La commune de Plabennec est une petite ville, composée de 8 385 habitants, en 2021 (INSEE, 2025), qui sont majoritairement des retraités, des ouvriers ou en professions intermédiaires. Le taux de chômage (au sens du recensement) y est faible (5,6 %), indiquant une forte proportion d'actifs. Cela se traduit par un faible taux de pauvreté (6 %) sur le territoire. Les habitations sont majoritairement des maisons individuelles, occupées par leurs propriétaires. La part de locataire est nettement inférieure (22 %) sur l'ensemble des résidences principales. Tout comme les habitants de Saint-Lô, ceux de Plabennec sont fortement exposés à la hausse des températures en période de fortes de chaleurs, ne pouvant pas s'y protéger de manière efficace, et peuvent tomber dans une intensité de précarité énergétique plus importante. Les périodes de vague de chaleur ont un impact fortement négatif sur la précarité énergétique estivale. En moyenne, l'indice d'intensité a subi une hausse de 72,25 %. Elle se situe dans le département du Finistère, où les étés sont également relativement chauds. Plabennec est également intégrée dans le projet PLUi, favorisant la lutte contre l'imperméabilisation et la protection des zones naturelles, au travers de la végétalisation des toitures, la création d'espaces verts et de zones imperméables en milieu urbain.

Lille est la troisième ville que nous retenons. Elle est la capitale de la région des Hauts-de-France et se situe dans le Nord de la France, près de la frontière

belge, La commune lilloise est un grand centre urbain, occupés par 236 710 habitants (INSEE, 2025). Elle est la dixième commune la plus peuplée de France. Afin de lutter contre les effets du changement climatique, plusieurs politiques publiques sont pensées et mises en place par la ville. Depuis 1996, l'opération "Verdissons nos murs" permet aux habitants de végétaliser les façades de leurs logements (l'achat et l'entretien des plantes sont à leur charge, la commune finance la création et l'entretien de fosses). Ces plantes peuvent réduire de 4 °C à 6 °C les pics de températures estivaux. Depuis 2021, le Pacte Lille Bas carbone (2021 - 2026) impose à toute nouvelle construction de bâtiments à toiture plate qu'elle soit entièrement végétalisée. Ce Pacte impose également que pour chaque arbre abattu, trois doivent être replantés, et le développement des stations ou garages à vélo. La commune marque une volonté forte de végétaliser le milieu urbain, de créer davantage d'espaces verts et de bâtiments à haute performance environnementale, devenant un îlot de chaleur urbain en période estivale. La commune met également en place des actions pour infiltrer les eaux pluviales au plus près de leur lieu de chute, au travers par exemple de parkings perméables, de pavés poreux et de fosses d'arbres.

Cette commune des Hauts-de-France se caractérise par des températures plus faibles, comparées au reste du territoire français, même en période estivale avec des températures moyennes comprises entre 17 °C et 19 °C. Les Lillois sont répartis entre des personnes sans activités professionnelles (30 %), employés ou en professions intermédiaires (respectivement 14,3 % et 14,9 %) et retraités (13,2 %). Le taux de chômage (16,9 %) y est supérieure au taux hexagonal (11,7 %). Nous y trouvons aussi une part élevée de personnes pauvres (27 %). Les logements sont majoritairement des appartements, avec une forte proportion de locataires. Ces conditions financières et résidentielles expliquent la forte variation du TEPI suite à la hausse des températures. En effet, les habitants de Lille, initialement dans de mauvaises conditions de vie, sont moins habitués à des chaleurs extrêmes et peuvent difficilement s'en protéger, les faisant basculer dans une précarité énergétique plus sévère.

De mauvaises conditions socio-économiques et résidentielles exposent les populations à une situation de précarité énergétique importante (Rakotomena et Ricci, 2025 ; Rakotomena, 2026). Lorsqu'elles sont combinées à des épisodes de chaleur extrême, même de manière temporaires, ces conditions renforcent l'inconfort thermique et aggravent plus sévèrement la précarité énergétique liée à la chaleur.

6 Conclusion

Avec le changement climatique, la problématique du réchauffement climatique, et donc des périodes de fortes chaleurs, tend à s'aggraver dans le temps. Dans cet article, nous nous sommes intéressés au territoire hexagonal, en période de fortes chaleurs. Contrairement aux milieux tropicaux, comme les départements et régions d'outre-mer, la France hexagonale ne subit pas de chaleur durant toute l'année. La chaleur y est saisonnière, de juin à août. Cette nouvelle forme de précarité énergétique, aussi appelée précarité énergétique estivale, provoque des conséquences sur la santé (problèmes de circulation

sanguine, aggravation de pathologies, déshydratation, stress et détérioration du sommeil) et le confort des ménages (baisse des activités physiques et de la concentration dans le travail et dans les études). Il est donc nécessaire de trouver des solutions afin de mieux protéger ces ménages vulnérables et réduire les logements qualifiés de bouilloire thermique.

Cet article a pour objectif d'établir les caractéristiques des communes de France hexagonale ayant subi une variation d'intensité de la précarité énergétique, entre l'année 2013 où les températures sont comprises dans les moyennes saisonnières, et l'année 2022 durant laquelle plusieurs records de températures ont été atteints. Afin de mener à bien cette analyse, nous avons fait le choix de mesurer uniquement l'effet climatique sur le TEPI, toute chose étant égale par ailleurs. Cette analyse nous pousse à nous concentrer sur les vagues de chaleur, moins contraignantes que les canicules dans nos estimations et nos classifications, sur les communes habitées par au moins 5 000 invididus. L'originalité de cet article dans l'analyse de la précarité énergétique s'articule autour de quatre points : (i) la prise en compte des facteurs climatiques, notamment à travers les zones climatiques, (ii) des facteurs environnementaux et (iii) de la forme urbaine des villes, et (iv) permet d'orienter les préconisations de politiques publiques non plus autours des individus, des ménages ou des logements mais sur des efforts à réaliser en termes environnemental et urbanistique. Chacun de ces facteurs peut avoir un impact relativement important sur l'intensité de la précarité énergétique, en période de chaleurs extrêmes.

Nos estimations économétriques ont montré un rôle limité de la densité urbaine sur la précarité énergétique lors des périodes de vague de chaleur à l'exception des communes très faiblement densément peuplées à habitat dispersé, qui semble offrir une protection contre les effets néfastes de ces épisodes. En revanche, la proportion de végétation apparaît comme significatif : plus il y a de la végétation, plus le risque de basculer dans la précarité énergétique est faible. Il en va de même pour la hauteur des bâtis : plus le bâti est élevé, plus il y a de l'ombre et une meilleure circulation de l'air, plus le ressenti d'inconfort thermique est faible. Par ailleurs, les zones climatiques influencent également cette situation. Les communes situées dans le sud, sur les côtes méditerranéennes, mieux habituées aux fortes chaleurs, sont mieux adaptées aux vagues de chaleur. À l'inverse, les communes situées dans le Nord et dans le Nord-Est, où les températures sont habituellement fraîches, les variations d'intensité de la précarité énergétiques sont plus élevées, montrant une population peu résiliente face à ces périodes climatiques. Cela corrobore les études de la Fondation pour le Logement (2025) indiquant un inconfort thermique lié à la chaleur plus important dans ces régions. Dans l'ensemble, malgré ses faibles, nos estimations économétriques démontrent le rôle essentiel de la végétation, la hauteur du bâti et l'adaptation régionale à la chaleur dans la vulnérabilité des ménages face aux épisodes de forte chaleur.

L'étude des communes nous a révélé deux profils contrastés de la vulnérabilité à la précarité énergétique. Un premier profil met en avant des communes fortement impactées suite aux vagues de chaleur, avec une hausse importante de l'intensité de la précarité énergétique. Ces communes sont caractérisées par une faible proportion de végétation, une prédominance de grands centres

urbains à forte densité démographique et une présence majoritairement en zones climatiques froides ou tempérées. Elles présentent une résilience limitée face à la hausse des températures tendent à se transformer en îlots de chaleur urbains, accentuant ainsi leur situation de précarité énergétique. Le deuxième groupe dessine un profil opposé : une hausse plus modérée du TEPI, une forte proportion de végétations, une densité urbaine moyenne, une faible infrastructure routière et une localisation principalement en zones climatiques chaudes et rurales. Ces caractéristiques confèrent à ces communes une meilleure résilience face aux vagues de chaleur, atténuant l'intensité de la précarité énergétique pour leurs populations.

En analysant plus profondément ces variations du TEPI, nous nous sommes intéressés aux communes ayant subi le moins et le plus de variations. Parmi les communes les plus impactées, trois profils différents sont mis en avant. Un regroupement de communes (classe 3) se distingue nettement des autres classes par une valeur élevée de la variation du TEPI (0,542), indiquant une forte aggravation de l'intensité de la précarité énergétique. Elle regroupe majoritairement des bourgs ruraux et de petites villes situés en zones climatiques tempérées, caractérisés par une faible couverture végétale, hydrographique et routière, ainsi qu'une hauteur médiane des bâtiments proche de la moyenne. Les logements y sont souvent collectifs ou pavillonnaires, occupés par des locataires, et les flux routiers limités favorisent la circulation de l'air, mais la faible végétalisation et l'absence de zones humides contribuent à un inconfort thermique important. Comparativement aux classes 1 et 2, ces communes sont peu préparées aux fortes hausses de températures, ce qui accentue la vulnérabilité de leurs populations lors des vagues de chaleur. En effet, dans la classe 1, la variation du TEPI est élevée, avec une majorité de communes essentiellement couvertes par de la végétation. Nous y trouvons des grands centres urbains en zone climatique froide, avec des immeubles de plusieurs étages. Ces observations soulignent que, au-delà du climat, les facteurs environnementaux et urbains, tels que la végétation, les zones humides et la morphologie du bâti, jouent un rôle déterminant dans l'intensité de la précarité énergétique en période de chaleur extrême. La classe 2 caractérise des communes avec une variation élevée, mais moindre que dans les deux autres classes, pour lesquelles près de la moitié du territoire est recouverte de végétations et les logements sont principalement peu élevés.

Les communes ayant subi le moins de variations se situent dans le sud de la France hexagonale. Cela indique une résilience relative malgré une intensité de précarité énergétique déjà élevée. Majoritairement constituées de grands centres urbains, avec quelques centres urbains intermédiaires et une commune rurale, ces communes présentent une proportion importante de végétation, comprise entre 40 % et 83 %, ce qui semble atténuer les effets thermiques, notamment dans le climat méditerranéen. La part hydrographique reste faible, ce qui contribue aux températures élevées et à l'inconfort thermique, tandis que la faible densité de routes et des bâtiments peu élevés (2 à 3 niveaux) limitent la formation d'îlots de chaleur urbains et l'augmentation des températures domestiques. Ces communes combinent ainsi une faible artificialisation, une végétalisation notable et un climat chaud, offrant une protection relative face aux vagues de chaleur, même pour des zones urbaines.

L'analyse détaillée des trois communes ayant subie la plus forte variation du TEPI – Saint-Lô, Plabennec et Lille – met en évidence la manière dont les caractéristiques socio-économiques, urbaines et environnementales interagissent avec les vagues de chaleur pour influencer la précarité énergétique. Saint-Lô, située dans le nord-ouest de la France, illustre une vulnérabilité élevée malgré des mesures de végétalisation et de perméabilisation en cours. La commune est un centre urbain intermédiaire, avec une population relativement âgée et à revenus faibles, et une proportion importante de locataires, combinée à une densité urbaine modérée. Plabennec, plus petite et moins densément peuplée, présente des caractéristiques opposées : les habitants sont majoritairement propriétaires, le chômage est faible et le taux de pauvreté limité. Les projets de végétalisation et de protection des zones naturelles renforcent la résilience thermique de la commune, limitant l'impact des vagues de chaleur sur l'intensité de la précarité énergétique.

Lille, en revanche, est un grand centre urbain densément peuplé avec des températures estivales relativement modérées, mais où la précarité énergétique est exacerbée par des facteurs socio-économiques : forte proportion de locataires, taux de pauvreté élevé et un taux de chômage supérieur à la moyenne nationale. La ville met en œuvre des politiques ambitieuses de végétalisation et d'infrastructures durables, comme le Pacte Lille Bas Carbone et l'opération "Verdissons nos murs", visant à réduire l'effet des îlots de chaleur urbains. Ces trois exemples montrent que, même dans des zones à climat tempéré ou modéré, l'exposition aux vagues de chaleur et la vulnérabilité énergétique dépendent fortement des interactions entre le bâti, la végétation, la densité urbaine et les conditions socio-économiques. Les populations les plus à risque sont celles combinant forte densité urbaine, faible végétalisation et fragilité économique, tandis que la végétation et la faible artificialisation des sols constituent des facteurs clés de résilience face aux épisodes de chaleur extrême.

Il est clair que la précarité énergétique d'été va s'aggraver dans les années à venir avec l'accélération des vagues de chaleur. Au niveau national, une proposition de loi "Zéro Logement Bouilloire" a été déposée par la Fondation du Logement auprès de l'Assemblée Nationale, dont les trois points clés sont les suivants : intégrer l'habitabilité d'été des logements dans les définitions légales en inscrivant la chaleur dans la définition de la précarité énergétique, le confort d'été dans celle d'une rénovation globale et mieux répertorier les logements bouillottes thermiques ; lancer un grand plan d'adaptation aux vagues de chaleur en équipant l'ensemble des logements de brasseurs d'air et de volets d'ici 2040 via la hausse du budget de MaPrimeRénov' et du Fonds national des aides à la pierre ; et lever les freins à l'adaptation des logements à la chaleur.

Intégrer la problématique des logements bouillottes pour des rénovations plus efficaces est essentiel pour lutter contre ce phénomène qui prend de plus en plus d'ampleur. Ces logements sont très souvent mal isolés et mal orientés face à l'ensoleillement. Or, ils sont habités par des ménages avec des conditions socio-économiques difficiles (revenu faible, personnes âgées ou enfants, locataires), ne permettant pas de se protéger correctement de la chaleur, les rendant plus vulnérables face à la précarité énergétique. Elles veulent également mettre en place des aides à l'installation de ventilation mécanique, tels que les brasseurs d'air ou

les abris contre le soleil. Il est nécessaire d'améliorer la résilience des communes situés initialement dans territoires moins chauds. Pour cela, il est important d'intégrer les problématiques de fortes chaleurs dans les plans urbanistiques, dans les constructions nouvelles et dans les opérations de réhabilitation car cela n'était pas prise en compte avant la réglementation thermique de 2012. Il est aussi important d'augmenter la superficie des espaces végétalisés en trouvant des solutions opérationnelles, par exemple en plantant davantage d'arbres, de toitures ou de murs végétalisés. La climatisation ne peut être une solution efficace et durable car elle augmente de manière conséquente la facture d'énergie (de 15 % selon la Fondation pour le Logement (2025)) des ménages déjà fragilisés par leurs conditions budgétaires, mais elle provoque aussi une hausse de la température extérieure, jusqu'à +2 °C, et donc hausse ilot de chaleur et hausse des émissions de gaz et effet de serre. Nos résultats économétriques nous montrent qu'il faut davantage mettre en œuvre des politiques de redensification et de lutte contre l'étalement urbain, ce qui permet en parallèle de lutter contre les effets du dérèglement climatique.

Références

- Aguilar, A. J., Guerrero-Rivera, M. F., & De la Hoz-Torres, M. L. (2025). Identifying Urban Energy-Vulnerable Areas : A Machine Learning Approach. *Journal of Building Engineering*, 113047. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.113047>
- Barbosa, R., Vicente, R., & Santos, R. (2015). Climate change and thermal comfort in Southern Europe housing : A case study from Lisbon. *Building and Environment*, 92, 440-451. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.05.019>
- Fondation pour le Logement (2023). L'état du mal-logement en France. Rapport annuel n°28 (Rapport annuel 28).
- Fondation pour le Logement (2025). L'urgence d'adapter les logements bouillottes aux canicules.
- GIEC. (2013). Changements climatiques 2013 : Les éléments scientifiques. (T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. M. Midgley, Éd.). Cambridge University Press.
- INSEE. (2025). Dossier complet – Résultats pour la France métropolitaine. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=METRO-1>
- IPCC. (2023). (C. W. Team, H. Lee, & J. Romero, Éd.; p. 35-115). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Madrigano, J., Ito, K., Johnson, S., Kinney, P. L., & Matte, T. (2015). A Case-Only Study of Vulnerability to Heat Wave-Related Mortality in New York City (2000–2011). *Environmental Health Perspectives*, 123(7), 672-678. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408178>

ONPE. (2024). Tableau de bord de la précarité énergétique 2024. <https://www.onpe.org>

Rakotomena, M. (2026). État des lieux de la précarité énergétique à La Réunion : étendue, composition et facteurs explicatifs. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 261(1), 103-142. <https://doi.org/10.3917/reru.261.0103>.

Rakotomena, M., & Ricci, O. (2025). Measuring Energy Poverty : A Climate-aware Multidimensional Approach. *Social Indicators Research*. <https://doi.org/10.1007/s11205-025-03703-w>

Santé publique France. (2024). Bulletin de santé publique canicule. Bilan été 2024 [Rapport technique].

Vardoulakis, S., Dimitroulopoulou, C., Thornes, J., Lai, K. M., Taylor, J., Myers, I., Heaviside, C., Mavrogianni, A., Shrubsole, C., Chalabi, Z., Davies, M., & Wilkinson, P. (2015). Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK. *Environment International*, 85, 299-313. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.010>

TEPP Rapports de Recherche 2025

25-10. Le degré de souveraineté politique a-t-il une influence sur les écarts de développement pour les petites économies insulaires ?

Jean-François Hoarau, Nicolas Lucic

25-9. Inflation, droits connexes et aides sociales locales

Denis Anne, Yannick L'Horty

25-8. Héritage olympique et pratique sportive : une évaluation du label "Terre de Jeux" de Paris 2024

Yannick L'Horty, Florian Moussi-Beylie, Pierre-Olaf Schut

25-7. Discriminations à l'embauche, âge et origine : une évaluation à l'aide d'un test multi-critères

Laetitia Challe, Yannick L'Horty, Pascale Petit, François-Charles Wolff

25-6. Mesurer l'hétérogénéité territoriale de l'accessibilité aux soins: Aller au-delà de l'APL

Arnaud Chéron, Franck Maunoury, Anthony Terriau

25-5. Des difficultés de recrutement dans la restauration ? Un test de discrimination dans l'accès à l'apprentissage à Paris

Denis Anne, Laetitia Challe, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty, Ngoc-Thao Noet

25-4. Évaluation des facteurs de risque du passage de l'arrêt maladie à l'invalidité en France

Mohamed Ali Ben Halima, Narimene Louati, Karim Aït Bouziad, Marie-Anne Cousin-Renié, William Dab

25-3. Accès en master et origine ethnique : l'inégalité des chances

Sylvain Chareyron, Berlanda Desuza Fils-Aimé, Yannick L'Horty

25-2. Les discriminations persistent en France et la fonction publique n'est toujours pas abritée, dans aucun de ses versants

Laetitia Challe, Yannick L'Horty

25-1. A la recherche d'effets de territoire dans l'insertion des jeunes ultra-marins. Le cas des sortants du Service Militaire Adaptée

Denis Anne, Guillaume Labbé, Yannick L'Horty

TEPP Rapports de Recherche 2024

24-13. Prévenir les discriminations par une action de formation : une évaluation

Laetitia Challe, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty, Pascale Petit

24-12. Discrimination à l'embauche des femmes voilées en France : un test sur l'accès à l'apprentissage

Denis Anne, Arynata Bagayoko, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty

24-11. Les discriminations ne prennent pas de vacances : Un état des lieux dans l'hébergement de loisir

Denis Anne, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty

24-10. Peut-on parler de discriminations dans l'accès à l'école?

Denis Anne, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty

24-9. Discriminations, une exception culturelle?

Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty

24-8. L'apport de données localisées pour évaluer l'empreinte économique d'une université : Une application à l'université Gustave Eiffel

Laetitia Challe, Yannick L'Horty

24-7. Les discriminations à l'embauche dans l'enseignement supérieur et la recherche

Laetitia Challe, Yannick L'Horty, Pascale Petit, François-Charles Wolff

24-6. La mobilité professionnelle des personnes en situation de handicap : une étude de cas sur l'établissement public de la Caisse des Dépôts

Yannick L'Horty, François Maheu

24-5. Quelles préférences spatiales pour la localisation des parcs éoliens en mer ?

François-Charles Wolff, Pierre-Alexandre Mahieu, Brice Trouillet, Alexia Pigeault, Nicolas Rollo

24-4. Télétravailler : du choc de la pandémie à son adoption durable

Serge Blondel, Loïc Corven, François Langot, Jonathan Sicsic

24-3. Sélection à l'entrée en master : les effets de l'origine et de la religion

Denis Anne, Sylvain Chareyron, Berlanda Desuza Fils-Aimé, Yannick L'Horty

24-2. Discriminations dans l'accès aux associations sportives : les effets du genre, de l'origine et du revenu

Denis Anne, Florian Moussi-Beylie

24-1. L'indice de diversité patronymique : enjeux, principes et applications

Moussa Kheddache, Yannick L'Horty

TEPP Rapports de Recherche 2023

23-13. La taxation du capital : pourquoi ? Comment ?

Etienne Lehmann

23-12. Pénalités périphériques et accès à l'emploi

Yannick L'Horty

23-11. Un modèle d'équilibre général calculable pour analyser les effets de la transition énergétique à La Réunion

Avotra Narindranahary, Olivia Ricci

23-10. Les inégalités économiques et sociales dans les Outre-Mer français : un héritage de l'histoire et des institutions coloniales

Jean-François Hoarau

23-9. Programme "Passeport Compétences / Badges numériques" Régions Bourgogne-Franche-Comté et Normandie

Equipe porteuse : Crem Caen, Tepp

23-8. Inégalités de niveau de vie en Nouvelle-Calédonie, l'impact du nickel : mesure et décomposition

Frédéric Chantreuil, Isabelle Lebon, Heloïse Rozier

23-7. Analyse de l'Impact économique Local des établissements caennais d'Enseignement Supérieur et de Recherche

Frédéric Chantreuil, Isabelle Lebon, Samuel Lerestif

23-6. Décomposition des inégalités liées au genre au sein de la fonction publique

Mathieu Bunel, Frédéric Chantreuil, Frédéric Gavrel, Jean-Pascal Guironnet, Isabelle Lebon

23-5. Qu'avons-nous appris en évaluant les accélérateurs de BPI France ?

Fabrice Gilles, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi

23-4. Sélection à l'entrée en master : les effets du genre et de l'origine

Sylvain Chareyron, Berlanda Desuza Fils-Aimé, Yannick L'Horty

23-3. Discriminations ethno-raciales dans l'accès au logement social : un test des guichets d'enregistrement

Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty

23-2. Le recrutement à l'épreuve de la distance et des crises

Laetitia Challe

23-1. Quels facteurs expliquent la faible coopération en horticulture ?

Serge Blondel, Ngoc-Thao Noet

TEPP Rapports de Recherche 2022

22-8. Discrimination à l'embauche, grossesse et parentalité : une première évaluation expérimentale

Laetitia Challe, Yannick L'Horty, Pascale Petit, François-Charles Wolff

22-7. Origine ou couleur de peau? Anatomie des discriminations à l'embauche dans le secteur du prêt-à-porter

Dianké Tchabo

22-6. Discriminations dans l'accès à l'emploi : les effets croisés du genre, de l'origine et de l'adresse

Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty, Pascale Petit

22-5. Handicap et discriminations dans l'accès au logement : un test multicritères sur les malvoyants

Laetitia Challe, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty, Loïc Du Parquet, Pascale Petit

22-4. Discrimination dans l'accès aux masters : une évaluation expérimentale

Sylvain Chareyron, Louis-Alexandre Erb, Yannick L'Horty

22-3. Dynamique des conglomérats et politique antitrust

Armel Jacques

22-2. Droits connexes et aides sociales locales : un nouvel état des lieux

Denis Anne, Yannick L'Horty

22-1. Etat des lieux, menaces et perspectives futures pour le tourisme à La Réunion : un regard macroéconomique à travers la détection de ruptures structurelles

Jean-François Hoarau

TEPP Rapports de Recherche 2021

21-13. Retarder l'âge d'ouverture des droits à la retraite provoque-t-il un déversement de l'assurance-retraite vers l'assurance-maladie ? L'effet de la réforme des retraites de 2010 sur l'absence-maladie

Mohamed Ali Ben Halima, Camille Ciriez, Malik Koubi, Ali Skalli

21-12. Discriminations en outre-mer : premiers résultats d'un testing

Denis Anne, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty, Rebecca Peyrière

21-11. Evaluation de la mise en place du prélèvement forfaitaire unique

Marie-Noëlle Lefebvre, Etienne Lehmann, Michaël Sicsic, Eddy Zanoutene

21-10. Confinement et discrimination à l'embauche : enseignements expérimentaux

Laetitia Challe, Yannick L'Horty, Pascale Petit François-Charles Wolff

21-9. Endettement stratégique dans un duopole mixte

Armel Jacques

21-8. Recours et non-recours à la prime d'activité : une évaluation en termes de bien-être

Cyrine Hannafi, Rémi Le Gall, François Legendre

21-7. Mixité et performances des entreprises

Laetitia Challe, Fabrice Gilles, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi

21-6. Les écarts de rémunération au recrutement des femmes et des hommes : une investigation en entreprise

Sylvain Chareyron, Mathilde Leborgne, Yannick L'Horty

21-5. Discriminations dans l'accès à l'emploi : une exploration localisée en pays Avesnois

Denis Anne, Sylvain Chareyron, Mathilde Leborgne, Yannick L'Horty, Pascale Petit

21-4. Droits et devoirs du RSA : l'impact des contrôles sur la participation des bénéficiaires

Sylvain Chareyron, Rémi Le Gall, Yannick L'Horty

21-3. Accélérer les entreprises ! Une évaluation ex post

Fabrice Gilles, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi

21-2. Préférences et décisions face à la COVID-19 en France : télétravail, vaccination et confiance dans la gestion de la crise par les autorités

Serge Blondel, Sandra Chyderiotis, François Langot, Judith Mueller, Jonathan Sicsic

21-1. Confinement et chômage en France

Malak Kandoussi, François Langot

TEPP Rapports de Recherche 2020

20-5. Discriminations dans le recrutement des personnes en situation de handicap : un test multi-critère

Yannick L'Horty, Naomie Mahmoudi, Pascale Petit, François-Charles Wolff

20-4. Evaluation de la mise au barème des revenus du capital

Marie-Noëlle Lefebvre, Etienne Lehmann, Michaël Sicsic, Eddy Zanoutene

20-3. Les effets du CICE sur l'emploi, la masse salariale et l'activité : approfondissements et extensions pour la période 2013-2016

Fabrice Gilles, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi

20-2. Discrimination en raison du handicap moteur dans l'accès à l'emploi : une expérimentation en Ile-de-France

Naomie Mahmoudi

20-1. Discrimination dans le recrutement des grandes entreprises: une approche multicanal

Laetitia Challe, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty et Pascale Petit

TEPP Rapports de Recherche 2019

19-7. Les effets des emplois francs sur les discriminations dans le recrutement : une évaluation par testing répétés

Laetitia Challe, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty, Pascale Petit

19-6. Les refus de soins discriminatoires: tests multicritères et représentatifs dans trois spécialités médicales

Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty, Pascale Petit

19-5. Mesurer l'impact d'un courrier d'alerte sur les discriminations liées à l'origine

Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty, Pascale Petit, Souleymane Mbaye

19-4. Evaluation de la mise au barème des revenus du capital: Premiers résultats

Marie-Noëlle Lefebvre, Etienne Lehmann, Michael Sicsic

19-3. Parent isolé recherche appartement : discriminations dans l'accès au logement et configuration familiale à Paris

Laetitia Challe, Julie Le Gallo, Yannick L'horty, Loïc du Parquet, Pascale Petit

19-2. Les effets du Service Militaire Volontaire sur l'insertion des jeunes : un bilan complet après deux années d'expérimentation

Denis Anne, Sylvain Chareyron, Yannick L'horty

19-1. Discriminations à l'embauche: Ce que nous apprennent deux décennies de testings en France

Loïc Du Parquet, Pascale Petit

TEPP Rapports de Recherche 2018

18-7. Les effets du CICE sur l'emploi, les salaires et l'activité des entreprises: nouveaux approfondissements et extensions pour la période 2013-2015

Fabrice Gilles, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi

18-6. Les effets du CICE sur l'emploi, les salaires et l'activité des entreprises: approfondissements et extensions pour la période 2013-2015

Fabrice Gilles, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi, Xi Yang

18-5. Les discriminations dans l'accès à l'emploi privé et public: les effets de l'origine, de l'adresse, du sexe et de l'orientation sexuelle

Laetitia Challe, Yannick L'Horty, Pascale Petit, François-Charles Wolff

18-4. Handicap et discriminations dans l'accès à l'emploi : un testing dans les établissements culturels

Louise Philomène Mbaye

18-3. Investissement et embauche avec coûts d'ajustement fixes et asymétriques

Xavier Fairise, Jérôme Glachant

18-2. Faciliter la mobilité quotidienne des jeunes éloignés de l'emploi: une évaluation expérimentale

Denis Anne, Julie Le Gallo, Yannick L'Horty

18-1. Les territoires ultramarins face à la transition énergétique: les apports d'un MEGC pour La Réunion

Sabine Garabedian, Olivia Ricci

TEPP Rapports de Recherche 2017

17-12. Le travail à temps partiel en France: Une étude des évolutions récentes basée sur les flux

Idriss Fontaine, Etienne Lalé, Alexis Parmentier

17-11. Les discriminations dans l'accès au logement en France: Un testing de couverture nationale

Julie Le Gallo, Yannick L'Horty, Loïc du Parquet, Pascale Petit

17-10. Vous ne dormirez pas chez moi! Tester la discrimination dans l'hébergement touristique

Mathieu Bunel, Yannick L'Horty, Souleymane Mbaye, Loïc du Parquet, Pascale Petit

17-9. Reprendre une entreprise : Une alternative pour contourner les discriminations sur le marché du travail

Souleymane Mbaye

17-8. Discriminations dans l'accès à la banque et à l'assurance : Les enseignements de trois testings

Yannick L'Horty, Mathieu Bunel, Souleymane Mbaye, Pascale Petit, Loïc Du Parquet

17-7. Discriminations dans l'accès à un moyen de transport individuel : Un testing sur le marché des voitures d'occasion

Souleymane Mbaye, Mathieu Bunel, Yannick L'Horty, Pascale Petit, Loïc Du Parquet

17-6. Peut-on parler de discriminations dans l'accès à la formation professionnelle ? Une réponse par testing

Loïc Du Parquet, Mathieu Bunel, Yannick L'Horty, Souleymane Mbaye, Pascale Petit

17-5. Evaluer une action intensive pour l'insertion des jeunes: le cas du Service Militaire Volontaire

Dennis Anne, Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty

17-4. Les effets du CICE sur l'emploi, les salaires et l'activité des entreprises: une nouvelle évaluation ex post pour la période 2013-2015

Fabrice Gilles, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi, Xi Yang

17-3. La faiblesse du taux d'emploi des séniors: Quels déterminants?

Laetitia Challe

17-2. Les effets du CICE sur l'emploi, les salaires et la R&D: une évaluation ex post: Résultats complémentaires

Fabrice Gilles, Mathieu Bunel, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi, Xi Yang

17-1. Les discriminations dans l'accès au logement à Paris: Une expérience contrôlée

Mathieu Bunel, Yannick L'Horty, Loïc Du Parquet, Pascale Petit

TEPP Rapports de Recherche 2016

16-10. Attractivité résidentielle et croissance locale de l'emploi dans les zones d'emploi métropolitaines

Emilie Arnoult

16-9. Les effets du CICE sur l'emploi, les salaires et la R&D: une évaluation ex post

Fabrice Gilles, Mathieu Bunel, Yannick L'Horty, Ferhat Mihoubi, Xi Yang

16-8. Discriminations ethniques dans l'accès au logement: une expérimentation en Nouvelle-Calédonie

Mathieu Bunel, Samuel Gorohouna, Yannick L'Horty, Pascale Petit, Catherine Ris

16-7. Les Discriminations à l'Embauche dans la Sphère Publique: Effets Respectifs de l'Adresse et De l'Origine

Mathieu Bunel, Yannick L'Horty, Pascale Petit

16-6. Inégalités et discriminations dans l'accès à la fonction publique d'Etat : une évaluation par l'analyse des fichiers administratifs de concours

Nathalie Greenan, Joseph Lafranchi, Yannick L'Horty, Mathieu Narcy, Guillaume Pierné

16-5. Le conformisme des recruteurs: une expérience contrôlée

Florent Fremigacci, Rémi Le Gall, Yannick L'Horty, Pascale Petit

16-4. Sélectionner des territoires de contrôle pour évaluer une politique localisée : le cas des territoires de soin numériques

Sophie Buffeteau, Yannick L'Horty

16-3. Discrimination à l'embauche à l'encontre des femmes dans le secteur du bâtiment : les résultats d'un testing en Ile-De-France

Emmanuel Duguet, Souleymane Mbaye, Loïc Du Parquet et Pascale Petit

16-2. Accès à l'emploi selon l'âge et le genre: Les résultats d'une expérience contrôlée

Laetitia Challe, Florent Fremigacci, François Langot, Yannick L'Horty, Loïc Du Parquet et Pascale Petit

16-1. Faut-il encourager les étudiants à améliorer leur orthographe?

Estelle Bellity, Fabrice Gilles, Yannick L'Horty, Laurent Sarfati

TEPP Rapports de Recherche 2015

15-5. A la recherche des incitations perdues : pour une fusion de la prime d'activité, de la CSG, des cotisations sociales et de l'impôt sur le revenu

Etienne Lehmann

15-4. Crise économique, durée du chômage et accès local à l'emploi : Eléments d'analyse et pistes d'actions de politique publique locale

Mathieu Bunel, Elisabeth Tovar

15-3. L'adresse contribue-t-elle à expliquer les écarts de salaires ? Le cas de jeunes sortant du système scolaire

Emilia Ene Jones, Florent Sari

15-2. Analyse spatiale de l'espace urbain : le cas de l'agglomération lyonnaise

Emilie Arnoult, Florent Sari

15-1. Les effets de la crise sur les disparités locales de sorties du chômage : une première exploration en Rhône-Alpes

Yannick L'Horty, Emmanuel Duguet, Florent Sari

TEPP Rapports de Recherche 2014

14-6. Dépréciation du capital humain et formation continue au cours du cycle de vie : quelle dynamique des externalités sociales ?

Arnaud Chéron, Anthony Terriau

14-5. La persistance du chômage ultra-marin

Yannick L'Horty

14-4. Grèves et productivité du travail : Application au cas français

Jérémy Tanguy

14-3. Le non-recours au RSA "socle seul": L'hypothèse du patrimoine

Sylvain Chareyron

14-2. Une évaluation de l'impact de l'aménagement des conditions de travail sur la reprise du travail après un cancer

Emmanuel Duguet, Christine Le Clainche

14-1. Renforcer la progressivité des prélèvements sociaux

Yannick L'Horty, Etienne Lehmann

TEPP Rapports de Recherche 2013

13-10. La discrimination à l'entrée des établissements scolaires privés : les résultats d'une expérience contrôlée

Loïc du Parquet, Thomas Brodaty, Pascale Petit

13-9. Simuler les politiques locales favorisant l'accessibilité à l'emploi

Mathieu Bunel, Elisabeth Tovar

13-8. Le paradoxe des nouvelles politiques d'insertion

Jekaterina Dmitrijeva, Florent Fremigacci, Yannick L'Horty

13-7. L'emploi des seniors : un réexamen des écarts de taux d'emploi européens

Laetitia Challe

13-6. Effets de quartier, effet de département : discrimination liée au lieu de résidence et accès à l'emploi

Pascale Petit, Mathieu Bunel, Emilia Ene Jones, Yannick L'Horty

13-5. Comment améliorer la qualité des emplois salariés exercés par les étudiants ? Les enseignements d'une expérience contrôlée

Jekaterina Dmitrijeva, Yannick L'Horty, Loïc Du Parquet, Pascale Petit

13-4. Evaluer l'efficacité d'une campagne de valorisation du bénévolat : les enseignements de deux expériences contrôlées sur le marché du travail

Thomas Brodaty, Céline Emond, Yannick L'Horty, Loïc Du Parquet, Pascale Petit

13-3. Les différents parcours offerts par l'Education Nationale procurent-ils les mêmes chances d'accéder à l'emploi?

Florent Fremigacci, Yannick L'Horty, Loïc du Parquet, Pascale Petit

13-2. Faut-il subventionner le permis de conduire des jeunes en difficulté d'insertion ?

Yannick L'Horty, Emmanuel Duguet, Pascale Petit, Bénédicte Rouland, Yiyi Tao

13-1. Anatomie d'une politique régionale de lutte contre les discriminations

Yannick L'Horty

TEPP Rapports de Recherche 2012

12-9. Emploi et territoire : réparer les fractures

Yannick L'Horty

12-8. Inadéquation des qualifications et fracture spatiale

Frédéric Gavrel, Nathalie Georges, Yannick L'Horty, Isabelle Lebon

12-7. Comment réduire la fracture spatiale ? Une application en Île-de-France

Nathalie Georges, Yannick L'Horty, Florent Sari

12-6. L'accès à l'emploi après un CAP ou un baccalauréat professionnel : une évaluation expérimentale

Florent Fremigacci, Yannick L'Horty, Loïc du Parquet, Pascale Petit

12-5. Discriminations à l'embauche des jeunes en Île-de-France : un diplôme plus élevé compense-t-il une origine maghrébine ?

Emilia Ene Jones

12-4. Evaluer les réformes des exonérations générales de cotisations sociales

Mathieu Bunel, Céline Emond, Yannick L'Horty

12-3. Evaluer un dispositif sectoriel d'aide à l'emploi : l'exemple des hôtels cafés restaurants de 2004 à 2009

Mathieu Bunel

12-2. L'intermédiation financière dans l'analyse macroéconomique : le défi de la crise

Eleni Iliopulos, Thepthida Sopraseuth

12-1. _Etre Meilleur Apprenti de France : quels effets sur l'accès à l'emploi ? Les enseignements de deux expériences contrôlées sur des jeunes d'Ile-de-France

Pascale Petit, Florent Fremigacci, Loïc Du Parquet, Guillaume Pierne

TEPP Rapports de Recherche 2011

11-14. Quelles politiques publiques pour protéger la biodiversité ? Une analyse spatiale
Jean De Beir, Céline Emond, Yannick L'Horty, Laetitia Tuffery

11-13. Le grand Paris de l'emploi
Yannick L'Horty, Florent Sari

11-12. Le WIKI IO : réduire les risques de décrochage et d'abandon à la sortie du collège
Solène Coursaget, Emmanuel Duguet, Yannick L'Horty, Pascale Petit, Emmanuel Quenson

11-11. Pourquoi tant de chômeurs à Paris ?
Yannick L'Horty, Florent Sari

11-10. Les effets des aides publiques aux hôtels cafés restaurants et leurs interactions : une évaluation sur micro-données d'entreprises
Mathieu Bunel, Yannick L'Horty

11-9. Evaluer l'impact d'un micro-programme social : une étude de cas expérimentale
Yannick L'Horty, Emmanuel Duguet, Pascale Petit

11-8. Discrimination résidentielle et origine ethnique : une étude expérimentale en Île-de-France
Pascale Petit, Emmanuel Duguet, Yannick L'Horty

11-7. "10 000 permis pour réussir". Evaluation quantitative
Yannick L'Horty, Emmanuel Duguet, Sophie Kaltenmark, Pascale Petit

11-6. Les effets du bénévolat sur l'accès à l'emploi. Une expérience contrôlée sur des jeunes qualifiés d'Ile-de-France
Jonathan Bougard, Thomas Brodaty, Céline Emond, Yannick L'Horty, Loïc Du Parquet, Pascale Petit

11-5. Discrimination à l'embauche des jeunes franciliens et intersectionnalité du sexe et de l'origine : les résultats d'un testing
Pascale Petit, Emmanuel Duguet, Yannick L'Horty, Loïc Du Parquet, Florent Sari

11-4. Ce que font les villes pour les ménages pauvres. Résultat d'une enquête auprès des villes de plus de 20 000 habitants
Denis Anne, Céline Emond, Yannick L'Horty

11-3. Être mobile pour trouver un emploi? Les enseignements d'une expérimentation en région parisienne
Loïc Du Parquet, Emmanuel Duguet, Yannick L'Horty, Pascale Petit, Florent Sari

11-2. Comment développer les emplois favorables à la biodiversité en Île-de-France ?
Jean de Beir, Céline Emond, Yannick L'Horty, Laëtitia Tuffery

11-1. Les effets du lieu de résidence sur l'accès à l'emploi : une expérience contrôlée sur des jeunes qualifiés en Île-de-France
Yannick L'Horty, Emmanuel Duguet, Loïc du Parquet, Pascale Petit, Florent Sari

La Fédération TEPP

La fédération de recherche « Théorie et Evaluation des Politiques publiques » (FR 2042 CNRS) rassemble des équipes de recherche en Economie, Sociologie et Gestion :

- L'**Equipe de Recherche sur l'Utilisation des Données Individuelles en lien avec la Théorie Economique, ERUDITE**, équipe d'accueil n°437 rattachée à l'Université Paris-Est Créteil et à l'Université Gustave Eiffel ;
- Le **Centre de Recherches en Economie et en Management, CREM**, unité mixte de recherche n°6211 rattachée au CNRS, à l'Université de Rennes 1 et à l'Université de Caen Basse-Normandie ;
- Le **Centre Pierre Naville, CPN**, équipe d'accueil n°2543 rattachée à l'Université d'Evry-Paris Saclay ;
- Le **Centre de Recherche en Economie et Droit, CRED**, équipe d'accueil n°7321, rattachée à l'Université Panthéon-Assas ;
- Le **Centre d'Etude des Politiques Economiques, EPEE**, équipe d'accueil n°2177 rattachée à l'Université d'Evry Paris-Saclay ;
- Le **Groupe d'Analyse des Itinéraires et des Niveaux Salariaux, GAINS**, équipe d'accueil n°2167 rattachée à Le Mans Université ;
- Le **Groupe de Recherche ANgevin en Économie et Management, GRANEM**, unité mixte de recherche UMR-MA n°49 rattachée à l'Université d'Angers ;
- Le **Laboratoire d'Economie et de Management Nantes-Atlantique, LEMNA**, équipe d'accueil n°4272, rattachée à Nantes Université ;
- Le **Laboratoire interdisciplinaire d'étude du politique Hannah Arendt - Paris-Est, LIPHA-PE**, équipe d'accueil n°7373 rattachée à l'Université Paris-Est Créteil et à l'Université Gustave Eiffel ;
- Le **Centre d'Economie et de Management de l'Océan Indien, CEMOI**, équipe d'accueil n°13, rattachée à l'Université de la Réunion ;
- Le **Laboratoire d'économie de Poitiers, LÉP**, équipe d'accueil n°2249, rattachée à l'Université de Poitiers ;
- L'UMR **Structures et marchés agricoles, ressources et territoires, SMART**, unité mixte de recherche n°1302, rattachée à l'INRAE et à l'Institut Agro Rennes-Angers ;
- Le **Centre de recherche en économie et en droit sur le développement insulaire, CREDDI**, équipe d'accueil n°2438, rattachée à l'Université des Antilles.
- L'**Institut de Recherche en Gestion et en Economie, IREGE**, équipe d'accueil n°2426, rattachée à l'Université Savoie Mont Blanc

TEPP rassemble 300 enseignants-chercheurs et 100 doctorants. Elle est à la fois l'un des principaux opérateurs académiques d'évaluation de politiques publiques en France, et la plus grande fédération pluridisciplinaire de recherche sur le travail et l'emploi. Elle répond à la demande d'évaluation d'impact de programmes sociaux à l'aide de technologies avancées combinant modélisations théoriques et économétriques, techniques de recherche qualitatives et expériences contrôlées.