

LE MODELE PROMETHEUS DE MICROSIMULATION DE LA FACTURE ENERGETIQUE DES MENAGES

Alexandre GODZINSKI (*, **), Tristan LOISEL (*), Elise MARTIN (*), Mathilde NIAY (*), Quentin NICOD (*), Lucie NEIRAC (*), Caroline PINTON (*), Bruno QUILLE (*), Laouen RYO LE ROUX (*)

(*) Commissariat général au développement durable, Service de l'économie verte et solidaire
(**) CREST

alexandre.godzinski@developpement-durable.gouv.fr
tristan.loisel@developpement-durable.gouv.fr
elise.martin@developpement-durable.gouv.fr
lucie.neirac@developpement-durable.gouv.fr
caroline.pinton@developpement-durable.gouv.fr
laouen.ryo-le-roux@developpement-durable.gouv.fr

Mots-clés (6 maximum) : Microsimulation, ménages, énergie, logement, transport, pseudo-appariement

Domaine concerné : Modélisation - Microsimulations

Résumé (entre 1 page et 2 pages)

La contribution porte sur le modèle de microsimulation Prometheus (PROgramme de Microsimulation des Énergies du Transport et de l'Habitat pour ÉvalUations Sociales) dont la troisième version a fait l'objet d'un document de travail du CGDD publié en mars 2025 [1]. Ce modèle vise à estimer la consommation et la facture énergétique des ménages résidant en France métropolitaine, pour leur logement et pour leurs déplacements en voiture. La microsimulation permet d'obtenir ces estimations à un niveau fin de granularité, permettant des analyses selon diverses dimensions socio-économiques verticales (par exemple pour chaque dixième de niveau de vie) et horizontales (par exemple par type de commune, par énergie principale de chauffage, ou selon les équipements en véhicules). Il est également possible de croiser différentes dimensions. La version 3 du modèle pseudo-apparie l'Enquête nationale logement 2013 (ENL 2013) de l'Insee avec l'Enquête mobilité des personnes 2019 (EMP 2019) du SDES, prolongeant ainsi les versions antérieures du modèle. Le pseudo-appariement antérieur entre l'ENL 2013 et l'ENTD 2008 avait déjà été présenté lors des JMS 2018¹.

¹ « Reconstituer la facture d'énergie totale des ménages à partir de deux sources distinctes (ENL et ENTD) : le pseudo-appariement dans le modèle de microsimulation *Prometheus* », Mathilde CLEMENT, Charles PEROUMAL, Annaïck ROLLAND, XIII^{èmes} Journées de Méthodologie statistique, 12-14 juin 2018.

La contribution vise à expliciter les différentes méthodes mobilisées dans le modèle afin de pseudo-apparier les données et de les vieillir, puis à présenter les principales applications du modèle.

Le modèle s'appuie sur deux enquêtes, l'enquête nationale logement (ENL) et l'enquête mobilité des personnes (EMP), qui sont pseudo-appariées. Le but du pseudo-appariement est d'imputer dans l'ENL 2013 les kilométrages annuels, le type et le nombre de véhicules, afin de pouvoir calculer les consommations et factures de carburants des ménages, à partir de l'EMP 2019. Pour cela, il s'agit de rapprocher des ménages similaires, au sens des observables communs aux deux bases. L'appariement statistique est réalisé par *hot deck* aléatoire stratifié. D'abord, la base receveuse et la base donneuse sont sélectionnées. Puis les populations de ménages des deux enquêtes sont stratifiées en utilisant les caractéristiques communes explicatives de la principale variable d'intérêt à imputer. Enfin, un appariement *hot deck* est réalisé au sein de chaque strate.

La base de données des ménages issue du pseudo-appariement entre l'ENL 2013 et l'EMP 2019 est actualisée chaque année à l'aide de données agrégées afin de refléter l'évolution des comportements des ménages vis-à-vis des énergies (caractéristiques des logements et des véhicules, consommations unitaires, etc.).

Prometheus est un modèle de microsimulation pseudo-dynamique : il est statique pour ce qui est du vieillissement des données du logement, et dynamique en ce qui concerne le vieillissement des données du transport.

Pour vieillir le parc de logements, les pondérations de l'ENL 2013 sont modifiées en tenant compte des évolutions agrégées des types de logement (maison ou appartement), des modes de chauffage (chauffage central individuel ou chauffage collectif) et des énergies principales de chauffage (électricité, gaz, fioul, etc.).

Le vieillissement des données de transport se déroule en trois étapes. D'abord, la flotte de véhicules des ménages est modifiée pour ajuster le nombre de kilomètres parcourus par type de carburant aux données du bilan annuel des transports du SDES. Ensuite, les distances parcourues par chaque véhicule sont recalées pour correspondre à la moyenne des kilomètres parcourus par l'ensemble des ménages publiée par le SDES. Enfin, les consommations unitaires des véhicules sont ajustées pour atteindre la valeur moyenne également publiée par le SDES.

Une fois les données vieilles, la mise à jour des systèmes de prix et de fiscalité permet de réaliser des estimations sur les factures et les consommations des ménages en distinguant selon le dixième de niveau de vie ou les énergies de chauffage par exemple.

Le modèle de microsimulation Prometheus fait l'objet d'utilisations récurrentes, ainsi que d'utilisations ponctuelles sur des thématiques spécifiques.

Ainsi, annuellement, le modèle est utilisé pour estimer d'une part la décomposition de la facture énergétique des ménages [2], et d'autre part le taux de précarité énergétique selon une approche monétaire, à partir du ratio de la facture énergétique du logement sur le revenu [3].

Ponctuellement, les factures énergétiques des ménages selon les scénarios de la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) [4] sont estimées à l'aide du modèle et des analyses spécifiques sur la fiscalité énergétique [5] ou sur les mesures de soutien aux ménages [6, 7, 8], ainsi que des estimations de l'empreinte carbone des consommations d'énergie directes des ménages sont menées.



Bibliographie

- [1] Godzinski, A. et al., « Le modèle Prometheus de microsimulation de la facture énergétique des ménages », CGDD, document de travail, mars 2025.
- [2] Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État – PLF 2025, pages 226 à 255, octobre 2024.
- [3] Martin E., « La précarité énergétique diminue en 2022 grâce aux mesures de soutien aux ménages et aux baisses des consommations », mai 2024.
- [4] « Stratégie nationale bas-carbone 2 – Rapport d'accompagnement », mars 2020.
- [5] Conseil des prélèvements obligatoires, La taxe sur la valeur ajoutée (TVA) face aux défis socioéconomiques, Rapport particulier n°5, décembre 2022 .
- [6] Nicod Q., Pinton C., Quille B., « L'impact distributif des mesures de soutien aux ménages face à la hausse des prix de l'énergie en 2022 », septembre 2023.
- [7] « Les incidences économiques de l'action pour le climat – Enjeux distributifs », mai 2023.
- [8] Clément M., Marcus V., Parent C., « Le chèque énergie : un dispositif qui contribue à réduire la précarité énergétique », octobre 2021.