
Région et Développement

n° 59-2024

www.regionetdeveloppement.org

La transition tout-électrique de la voiture individuelle : des inégalités creusées ? Le cas de La Réunion

Fiona BENARD*

Florian VELIA**

Résumé – Cet article étudie l'impact du passage au tout-électrique de la voiture individuelle à La Réunion. En effet, dans un objectif de décarbonation du secteur des Transports, la Commission européenne a annoncé la fin de la vente des voitures thermiques en 2035. Si l'objectif environnemental est clair, les impacts sociaux d'une telle transition questionnent dans un territoire affichant de forts taux de pauvreté et un marché de véhicules électriques encore à ses débuts. La faisabilité de la transition est étudiée sur différents plans : quel impact pour la production locale d'électricité ? Les ménages pourront-ils assumer cette transition ? À partir de données de revenus et de composition des ménages et d'une analyse du marché de véhicules électriques existants sur l'île de la Réunion, nous proposons une cartographie des vulnérabilités sociales suite au passage au tout-électrique.

Classification JEL

L91, Q48

Mots-clés

Vulnérabilités sociales
Décarbonation
Voiture électrique

* PIMENT, Université de La Réunion ; fiona.benard@univ-reunion.fr

** PIMENT, Université de La Réunion ; florian.velia@univ-reunion.fr

INTRODUCTION

En décembre 2021, la commission européenne a réuni son conseil Environnement afin de travailler sur le paquet „Ajustement à l’objectif 55“. Parmi les résultats proposés, la stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre provenant de tous les secteurs économiques est au cœur de la thématique transport avec un objectif de réduction de 100 % des émissions du parc automobile neuf à compter de 2035. Cela signifie donc la fin de la vente des véhicules thermiques neufs à compter de cette date. Alors que le déploiement des énergies renouvelables et des stations de recharges pour les véhicules électriques sont des mesures facilitatrices de la croissance programmée des véhicules électriques dans le parc roulant, la question du coût de la transition pour les ménages n’est pas abordée.

Politiques environnementales et problématiques sociales sont pourtant indissociables et il existe un lien ambigu entre ces deux dimensions de la politique publique (Chancel et Saujot, 2013). Par exemple, la transition énergétique met en exergue la préexistence d’inégalités sociales et révèle parfois de nouvelles formes d’inégalités. Pour illustrer ces inégalités, c’est souvent le concept de précarité énergétique qui est utilisé. Cette dernière se définit comme une inadéquation entre les ressources des ménages et leur situation contrainte. L’enjeu de la transition énergétique pour les ménages est de toujours avoir accès à l’énergie. L’enjeu dépasse même la sphère des ménages et devient un enjeu sociétal puisque l’accès à l’énergie est reconnu comme une condition essentielle au développement humain (Bafail et Guyet, 2014). Cependant, le changement de paradigme dans la production d’énergie risque de provoquer une augmentation des prix de l’énergie, qui risque de fragiliser les ménages déjà vulnérables. L’accessibilité de l’énergie est un défi majeur de la transition énergétique.

Le choix de l’énergie électrique pour les véhicules individuels fait par la commission européenne va faire peser, à terme, le poids de la transition énergétique sur les ménages. Alors même que l’accès à l’automobile est gage de qualité de vie et d’intégration sociale (Orfeuil, 2004, Lucas, 2012), l’accessibilité pour tous à la voiture électrique devient donc un enjeu social fort. En effet, l’accès à l’automobile permet de s’approprier le territoire et d’ouvrir à toutes les aménités proposées avec des contraintes de temps et de coûts (Nicolas et al., 2012). Trois formes d’inégalités peuvent être relevées de l’importance de l’automobile : la première concerne l’accès ou non à la voiture individuelle (Mignot, 2004) discriminant ainsi la population en deux catégories, ceux qui peuvent se déplacer librement et ceux qui ne peuvent pas. La seconde forme est liée à l’absence d’alternatives modales solides sur le territoire et faisant peser sur le transport individuel toute la pression de la mobilité quotidienne. Cette absence de choix vient exacerber la première forme d’inégalité en enlevant aux ménages non motorisés la possibilité de se déplacer, les isolant ainsi des aménités proposées par le territoire et réduisant leurs possibilités d’intégration sociale (Delbosc et Currie, 2012). Cet isolement est d’autant plus exacerbé quand la mobilité quotidienne ne peut se tourner vers les modes alternatifs tels que le vélo ou la marche à pied. En effet, certains territoires cumulent des conditions de relief

et de climat et de sécurité qui rendent les modes alternatifs peu attractifs (Tonnelier, 2022). Enfin, la dernière forme d'inégalité est moins visible : il s'agit de l'effort budgétaire à réaliser pour être motorisé et se déplacer en voiture. Selon l'importance de cet effort dans le budget global, la qualité de vie du ménage est impactée (Nicolas et al., 2012).

Le travail proposé dans cet article est une simulation de l'impact de la transition vers du tout-électrique de la voiture particulière à la Réunion. La première partie pose le contexte scientifique et dresse un portrait des inégalités sociospatiales sur l'île de La Réunion. Une analyse factorielle est menée et une classification des territoires est proposée. Le second acte interroge les incidences du passage du tout-électrique sur la production locale. Enfin la dernière partie projette le passage au tout-électrique pour les ménages et met en évidence une nouvelle carte des vulnérabilités.

1. MOBILITÉ, INÉGALITÉS SOCIOESPATIALES ET VULNÉRABILITÉS

La mobilité est un facteur d'intégration sociale (Lucas, 2012). La mobilité, selon les disciplines, désigne un franchissement de l'espace, un flux d'un point d'origine vers une destination, ou un changement (Kaufmann, 2021). La mobilité ne fait donc pas appel à la capacité mais plutôt à la réalité d'un changement, d'un mouvement. Parallèlement à la mobilité, la notion de motilité a donc été développée afin de corriger des biais du premier terme : cela permet de refléter de manière bien plus élaborée la « capacité à se mouvoir ». En effet, alors que la mobilité renvoie à un déplacement effectif et mesurable, la motilité va, elle, désigner les déplacements réels mais également les déplacements potentiels, ceux qu'on ne fait pas, par choix ou par contrainte. La dimension sociale est alors bien plus présente dans le concept de motilité (Kaufmann et al., 2015) et permet ainsi une meilleure analyse de la précarité des ménages. Les ménages sont-ils tous égaux face à la capacité à se mouvoir ? C'est une réponse négative qui est apportée lors de l'étude de la capacité des ménages à assumer les coûts induits par la voiture particulière (Nicolas et al., 2002). Or, la capacité à se mouvoir conditionne l'appropriation du territoire par le ménage. Un ménage non mobile est un ménage qui est exclu d'une partie des aménités offertes par le territoire.

La capacité à se mouvoir dépend d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels le budget alloué au transport et à la mobilité. En considérant un modèle monocentrique standard, on considère qu'un revenu Y d'un ménage rationnel va se décomposer en deux postes de dépenses : s , un bien logement, et z , un bien composite. À ces deux postes de dépenses vont s'ajouter les dépenses de transport T qui dépendent de la distance r au centre. Le ménage maximise alors une fonction d'utilité $U(z, s)$ sous contrainte de budget. On obtient :

$$\max_{z,s,r} U(z, s) \text{ s. c. } R(r)s + z + T(r) = Y$$

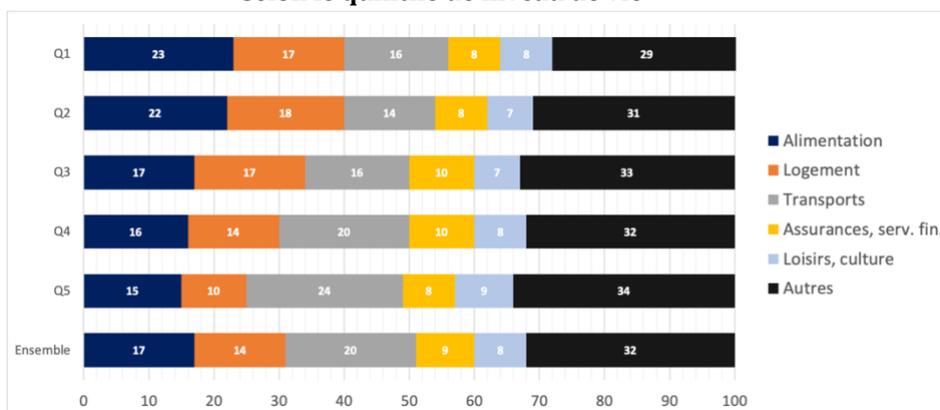
où $R(r)$ représente la rente foncière et $T(r)$ le coût de transport lié à la mobilité quotidienne domicile-travail (Fujita, 1989). On comprend à travers cette équation

l'importance du budget transport dans la maximisation de l'utilité. En effet, on peut réécrire l'équation de la manière suivante :

$$\max_{z,s,r} U(z,s) \text{ s. c. } R(r)s + z = Y - T(r)$$

Le budget des ménages permettant d'effectuer le choix de z et s se fait après déduction du coût de transport. En considérant que le choix de s est un choix incompressible (une fois effectué, la dépense liée à s est, a priori, fixe), la dépense de transport, qui elle est arbitrageable, devient la principale condition à l'existence de z . En somme, être capable d'assouvir ses besoins de transport et d'assumer les coûts afférant conditionne l'accès aux autres biens de l'économie (z) : habillement, culture, service à la personne... Néanmoins, il existe d'autres postes de dépenses qui ne peuvent être arbitrés : les dépenses en alimentation. Incompressible jusqu'à un certain niveau, de la même manière que les dépenses propres au logement, on considèrera que s comprend également ce type de dépenses. À la Réunion, selon la dernière Enquête Budget Famille en 2017, l'alimentation représente le premier poste de dépenses des ménages les plus modestes (23 % et 22 % pour les Q1 et Q2 contre 16 % et 15 % pour les Q4 et Q5) (Figure 1).

Figure 1. Structure de la consommation moyenne par ménage réunionnais selon le quintile de niveau de vie



Source : Insee, enquête Budget de famille 2017.

Globalement, le modèle présenté par Fujita (1989) induit clairement qu'un ménage cherche à optimiser r de manière à maximiser sa satisfaction en z et s . On comprend alors que du choix de localisation et des coûts de transports induits vont dépendre la capacité à consommer des biens z . L'ensemble de ces biens participent à l'insertion des membres du ménage dans la société et concourent ainsi à leur qualité de vie. Le budget disponible pour l'accès à l'habillement, l'accès à la culture... est donc un élément important pour la qualité de vie du ménage. Ce budget est alors fortement dépendant des dépenses incompressibles et des dépenses de transport. De manière très synthétique, les ménages doivent effectuer le choix suivant : se déplacer ou s'intégrer. Or, l'intégration passe par la capacité à se mouvoir vers les

activités économiques. Il apparaît alors que le transport ou plus précisément la mobilité est un vecteur d'intégration sociale (Boutueil, 2013). La mobilité, et plus précisément l'accès à la mobilité, est une norme pour l'inscription dans la vie sociale (Jouffe et al., 2015). Cette norme pèse d'autant plus qu'elle est fortement liée à la généralisation de l'automobile qui exclut les ménages les « *moins dotés en ressource monétaires, culturelles ou psychosociales* » (Massot et Orfeuil, 2008). Parallèlement, le recours aux modes alternatifs, ce qu'on appelle l'altéromobilité (Vincent, 2008), permet aux ménages les plus pauvres d'accéder à la mobilité et révèle différentes stratégies de contournement de la norme automobile imposée socialement (Jouffe et al., 2015).

1.1. La situation sociale à La Réunion face aux contraintes de la transition écologique

Afin de pouvoir atteindre la neutralité climatique en 2050, la Commission européenne a annoncé le 14 Juillet 2021 la fin de la production des voitures thermiques à l'horizon 2035 (Commission Européenne, 2021 ; Parlement Européen, 2022). Ce changement technologique du parc automobile suggère une modification du mix énergétique réunionnais. L'intégration de véhicules tout électriques sur le territoire soulèvera sans aucun doute des questions d'ordre social à commencer par l'accentuation des inégalités sociales déjà existantes sur l'île mais peut aussi être la source de nouvelles vulnérabilités lors de la phase de transition. En effet, d'après un rapport réalisé par l'INSEE à propos du niveau de vie et pauvreté à la Réunion en 2017, 38 % des ménages réunionnais sont en situation de pauvreté et dépendent fortement de l'aide sociale (INSEE, 2020a). En 2017, 265 138 foyers bénéficient de prestations sociales, ce qui représente 646 111 habitants, soit 75,85 % de la population réunionnaise (CAF de La Réunion, 2018). La Carte 1 permet de visualiser la répartition par quartier IRIS¹ des prestations sociales dans l'île et le taux de pauvreté moyen par microrégions. La répartition spatiale montre une nette différence entre les microrégions Sud et Est, plus pauvres que les microrégions Nord et Ouest.

Les choix de consommation des ménages dépendent globalement de deux paramètres : un paramètre de préférence pour tel niveau de bien et de service, variable et propre à chaque individu, et un paramètre lié à la contractualisation obligatoire d'un certain nombre de services, générant ce qu'on appelle les dépenses pré-engagées. Ces dépenses pré-engagées, une fois réglées, engendrent, chez les ménages, un arbitrage entre les autres dépenses de consommation : équipement de la maison, loisirs, transports, etc. On a alors :

$$C = z + T(r)$$

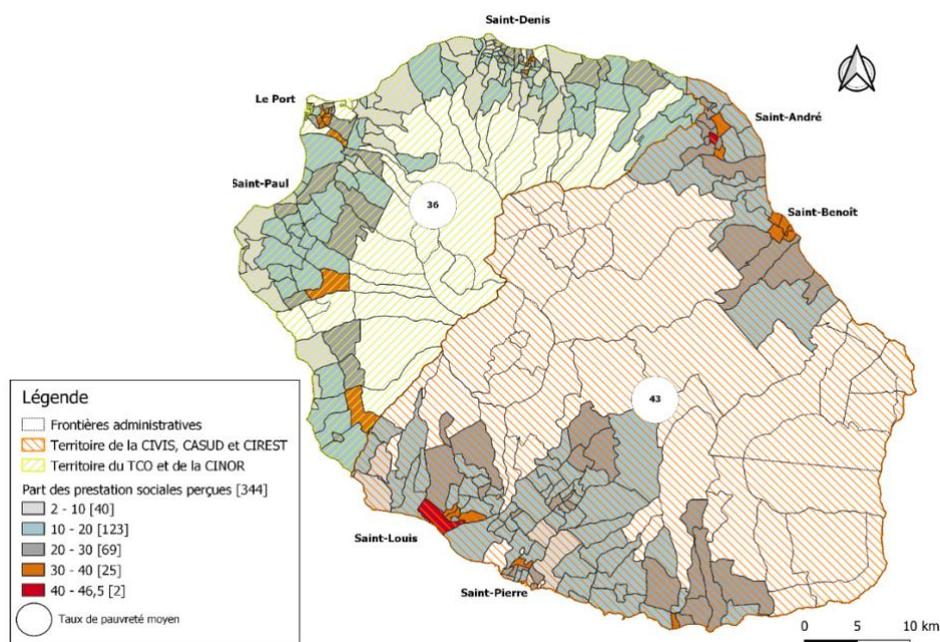
avec C , la consommation arbitrage des ménages.

¹ Ilôts Regroupés pour l'Information Statistique.

Cette consommation arbitrale, que l'on peut assimiler au « reste-à-vivre », est gage de l'aisance financière du ménage, et par déduction de son niveau de vulnérabilité.

L'enquête Budget de Famille menée par l'INSEE sur l'année 2017 a révélé que la consommation arbitrale s'élève à 260 euros/mois/UC² pour les ménages les plus précaires, 430 euros/mois/UC pour les ménages modestes, et 1100 par mois et par UC pour les plus aisés (INSEE, 2020b). Alors qu'un tiers de cette consommation arbitrale est dédiée au transport, la part pour les dépenses de loisirs, jugées moins nécessaires, est très faible (8,2 % en 2017) (INSEE, 2019). Le transport peut alors être considéré comme un levier de l'intégration sociale des ménages à La Réunion aussi.

Carte 1. Taux de pauvreté moyen et répartition des IRIS bénéficiant de prestations sociales



Source : auteurs, d'après GEOFLA® CONTOURS-IRIS -IGN, Data.gouv.fr, Insee-DGFIP-Cnaf-Cnav-CCMSA, Fichier localisé social et fiscal (FiLoSoFi).

En 2017, les ménages réunionnais dépensent en moyenne 380 € par mois pour le transport mais il existe de forts écarts entre les ménages. Alors que les ménages les plus pauvres (Q1) consacrent 160 € mensuels aux transports, les ménages moyens (Q3) y consacrent 220 € et les ménages les plus aisés (Q5) y consacrent 890 €. Cela représente respectivement 1,06 et 1,14 fois leur budget logement pour

² Unité de Consommation.

les ménages les plus modestes et 0,40 fois leur budget logement pour les ménages les plus aisés. On pose alors :

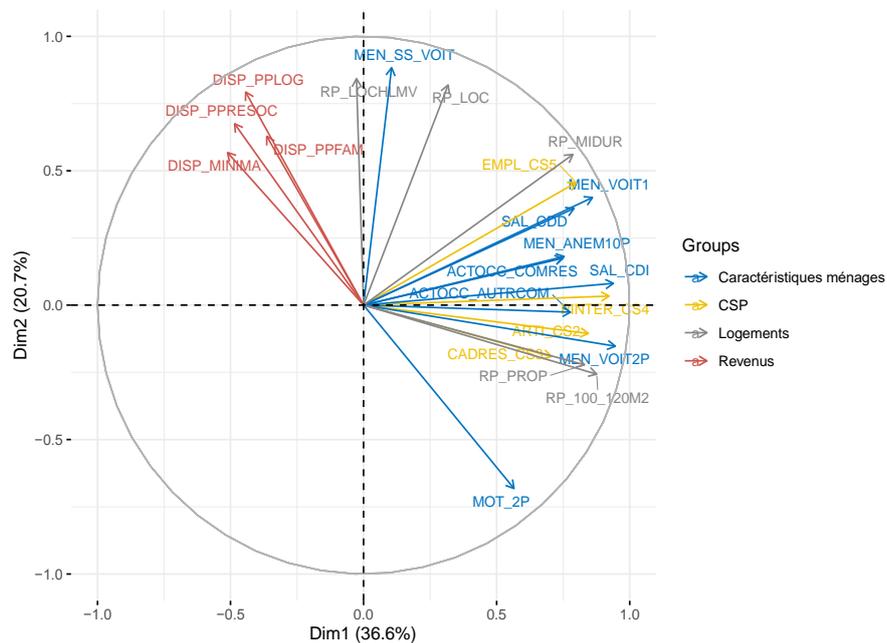
$$T(r)_{Q1} = 160 \text{ et } T(r)_{Q3} = 220$$

L'enjeu de la décarbonation du secteur transport repose alors sur ces chiffres $T(r)$ qui deviennent des seuils à ne pas dépasser pour ne pas augmenter les vulnérabilités sociales dans l'île.

1.2. Les vulnérabilités sociales dans l'île

L'étude des vulnérabilités sociales a conduit à un travail d'identification et de caractérisation des groupes sociaux présents au sein des quartiers Réunionnais. Un recours à l'analyse factorielle via une méthode d'analyse de données multivariées – l'analyse factorielle multiple (AFM) – a été nécessaire et les informations multi-thématiques employées pour cette étude sont issues du recensement de l'INSEE, géolocalisées sur une échelle d'analyse infracommunale (IRIS) (voir la liste des variables en annexe). Quatre groupes de variables ont été sélectionnés (Revenus, Catégories socio-professionnelles (CSP), Composition des Ménages, Type de Logements).

Figure 2. Cercle des corrélations



Source : auteurs.

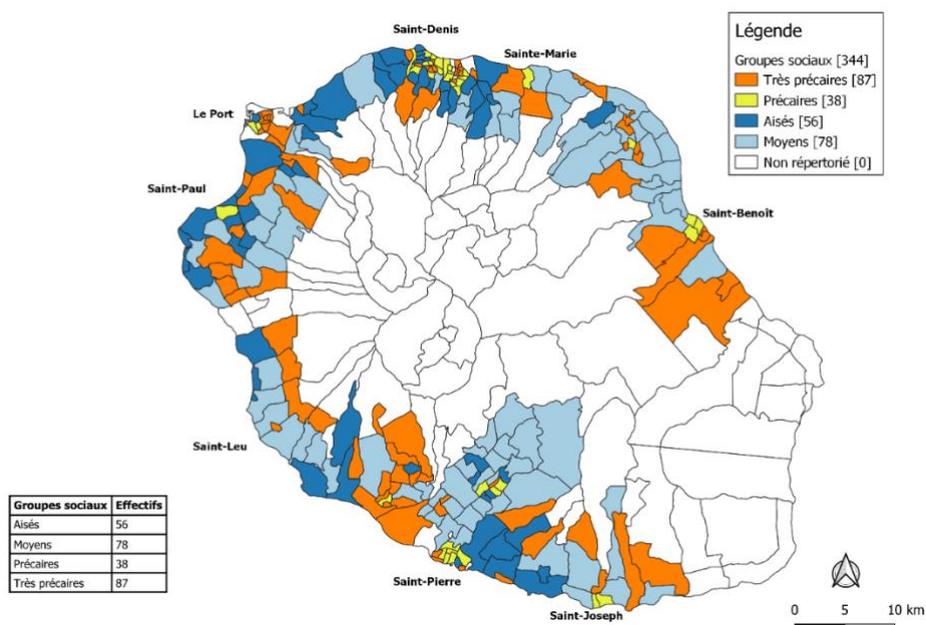
Les résultats, présentés sur le plan factoriel à la Figure 2, permettent de distinguer une nette différence entre les IRIS abritant majoritairement des ménages fortement dépendants des aides sociales et ceux abritant les ménages actifs, ainsi

qu'entre le type de logement, les modalités d'occupation et l'accessibilité à la voiture. Ainsi, l'axe horizontal (axe 1, représente 36,6 % de la variance) distingue à gauche les IRIS regroupant une majorité de ménages considérés précaires (variables du groupe Revenus), et à droite des IRIS avec une population active (variables du groupe CSP). L'axe vertical (axe 2, représente 20,7 % de la variance) positionne en haut les IRIS avec les ménages non motorisés (variable MEN_SS_VOIT du groupe Caractéristiques des ménages) et résidant principalement dans des logements collectifs (variable RP_LOCHLMV du groupe Logements) et en bas des ménages motorisés (variable MOT_2P du groupe Caractéristiques des ménages) et propriétaires de leur résidence principale (variable RP_PROP du groupe Logements). On remarque également que les ménages doublement motorisés (variable MEN_VOIT2P) sont également des ménages de CSP considérées comme fortes telle que les Cadres, tandis que les CSP Employés (variable EMPL_CS5) sont des ménages avec une seule voiture.

Pour compléter l'analyse, le choix d'une Classification Ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur ces résultats factoriels et projetée sur une représentation spatiale des IRIS de l'île est effectué (Carte 2).

La CAH permet de révéler quatre groupes d'IRIS distincts. Un premier groupe d'IRIS « très précaires » est composé des IRIS avec les plus bas niveaux de revenus. C'est le groupe majoritaire avec 87 IRIS comptabilisés sur l'île. Globalement, ce sont les territoires où les habitants perçoivent diverses prestations sociales. Sur ces IRIS, les indices d'inégalité sont faibles, ce qui suggère une certaine homogénéité dans la faiblesse des revenus. Le second groupe représente les IRIS « précaires », moins nombreux que les autres groupes. Les individus présents dans ce groupe vivent principalement dans des logements collectifs sociaux et très sociaux en tant que locataires et sont non motorisés. Ces deux premiers groupes sociaux sont principalement localisés au sein des principaux centres urbains (Saint-Denis, Saint-Benoît, Saint-Pierre et le Port). Le troisième groupe, les IRIS « aisés », met en évidence les IRIS abritant une majorité de cadres. La motorisation des ménages fait, quant à elle, état d'une forte accessibilité à la mobilité avec la présence d'au moins deux véhicules par foyer. Il s'agit des IRIS avec les revenus les plus élevés. Enfin, le quatrième groupe, les IRIS « moyens », recense les CSP (hors cadres) qui perçoivent des revenus salariaux, il s'agit de la classe moyenne. L'accès à l'emploi favorise un équipement automobile très dominant, où la plupart des ménages sont équipés d'au moins deux voitures et travaillent dans une commune autre que la commune de résidence. Ce groupe est également caractérisé par le nombre d'années passées dans la même commune à savoir 10 ans et plus, ce qui définit une population immobile. Cette immobilité pourrait s'expliquer à travers différents facteurs : des habitudes résidentielles héritées des générations précédentes, d'une part, et d'autre part, un « non » choix résidentiel imposé par la dépendance aux dispositifs d'attribution des logements sociaux. Ce groupe est en effet marqué par un grand nombre de locataires résidents de logements locatifs sociaux. Ce résultat permet de montrer l'arbitrage contraint entre coût des déplacements quotidiens et prix du logement réalisé par les ménages.

Carte 2. Répartition des inégalités socio-spatiales



Source : auteurs, d'après GEOFLA® CONTOURS-IRIS, COMMUNE -IGN, Data.gouv.fr.

2. LE PASSAGE AU TOUT ÉLECTRIQUE : L'INCIDENCE SUR LA PRODUCTION LOCALE

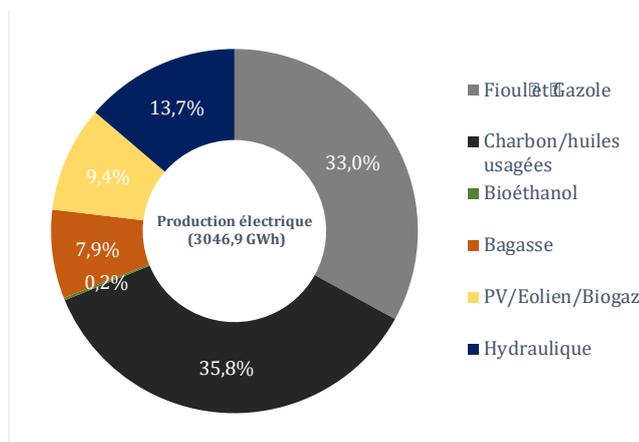
Le passage au tout-électrique impactera le consommateur mais également la production d'électricité. Avec un mix électrique carboné à 70 % en 2019 avec des installations contraintes par les spécificités géographiques du territoire, le passage au tout-électrique questionne.

2.1. Le mix électrique actuel : une production carbonée

L'île de La Réunion est une zone non interconnectée, qui, de par son contexte insulaire et sa forte population, rend nécessaire une importation d'énergies fossiles. Le mix électrique se compose de 68,8 % d'énergies fossiles, de 17,5 % d'énergies renouvelables et de 13,7 % d'hydraulique (13,7 %) (Figure 3) (Observatoire Energie Réunion, 2020).

L'île a produit en 2 019 304,9 GWh d'électricité. Avec un parc de véhicules électriques de 1439 unités pour un parc automobile global de 378 472 voitures individuelles, le mix électrique ne concerne en 2019 qu'une production d'électricité à destination du résidentiel et du tertiaire (Observatoire Energie Réunion, 2020). Or, le passage de la flotte de véhicule au tout électrique en 2035 va induire une augmentation des besoins de productions d'électricité sur l'île.

Figure 3. Mix électrique de l'Île de La Réunion en 2019 (GWh)



Source : Bilan énergétique de La Réunion, édition 2020.

2.2. Incidences du passage au 100 % électrique du parc automobile : une production électrique sous tension

Selon l'enquête déplacement grand territoire réalisée sur l'île en 2015, on compte en moyenne 2,20 déplacements journaliers par personne en voiture pour une moyenne de 8,8 km réalisés par déplacement. Cela représente 1,7 million de déplacements par jour, soit 14,96 millions de km réalisés par jour (SMTR, 2017). Afin de calculer la production électrique supplémentaire (Pn_{sup}) nécessaire pour que ces 14,96 millions de km soient réalisés par des véhicules électriques, il est nécessaire de connaître la consommation moyenne des véhicules électriques présents sur le marché réunionnais.

Le tableau 1 recense l'ensemble des caractéristiques des principaux modèles présents sur le marché réunionnais. Avec une consommation minimale de 12,7 kWh/100 km et maximale de 26 kWh/100 km, le marché réunionnais propose une gamme assez large en termes de consommation pour une moyenne de 18,815 kWh/100 km. Dès lors, on pose :

$$Pn_{sup} = A * Conso * 365$$

avec A l'activité réalisée, soit le nombre de kilomètres journaliers parcourus, $Conso$ la consommation moyenne en kWh pour 1 km parcouru et 365 le nombre de jours dans une année.

On obtient :

$$Pn_{sup} = 1\,700\,000 * 18,815/100 * 365$$

$$Pn_{sup} = 1\,027\,374\,260 \text{ kWh soit } 1027,37 \text{ GWh}$$

Pour assurer les déplacements des Réunionnais, le mix électrique devra donc produire annuellement 1027,37 GWh supplémentaires, ce qui représente une augmentation de 34 % de la production globale. Se pose alors la question de la faisabilité technique de cette augmentation. De nombreux investissements devront être réalisés. En 2019, le parc de production électrique compte 19 infrastructures de production réparties dans toute l'île pour une puissance installée de 899,7 MW. La plus petite installation est une picocentrale hydraulique de 0,02 MW, et la plus grande est la Centrale du Port Est avec 211 MW fonctionnant avec des énergies fossiles.

Tableau 1. Véhicules électriques disponibles à la Réunion

Type	Véhicule	Prix TTC (€)	Puissance moteur (kW)	Puissance fiscale	Batterie (kWh)	Consommation moyenne (kWh/100km)
Léger	1	32 000 €	80	4	52	16,4
	2	39 950 €	170	3	42,2	13,1
	3	59 700 €	250	5	89,9	15,7
	4	71 650 €	400	11	83,9	24
	5	34 400 €	110	4	40	17,7
	6	33 250 €	100	4	50	17
	7	32 900 €	135	3	32,6	15,2
	8	34 900 €	87	3	42	21,9
SUV	9	86 250 €	240	7	75	25,5
	10	69 950 €	210	7	80	19
	11	36 990 €	100	1	39,2	21,3
	12	34 990 €	100	1	39,2	12,7
	13	37 550 €	100	2	50	18,8
	14	71 900 €	230	9	71	19
	15	39 300 €	100	3	39	21,7
	16	43 600 €	125	3	58	26
	17	36 100 €	100	4	50	21,1
	18	44 900 €	140	6	66,5	16,6
	19	82 600 €	300	8	80	16,6
	20	48 990 €	198	9	76	17

Alors que la part des énergies renouvelables dans le mix électrique peine à dépasser les 30 %, et ce même en considérant l'hydroélectricité, l'arrivée du tout électrique d'ici une quinzaine d'années et le faible dynamisme du côté des investissements en énergies renouvelables révèle une incompatibilité entre la volonté politique européenne sur les véhicules électriques et les réalités territoriales.

3. LE PASSAGE AU TOUT ÉLECTRIQUE : L'INCIDENCE SUR LA VULNÉRABILITÉ DES MÉNAGES

Le passage au tout électrique va impacter le ménage réunionnais. L'ampleur de cet impact va dépendre grandement de deux éléments : d'un côté, l'offre disponible sur le marché et les aides disponibles de l'État ; de l'autre les caractéristiques propres au ménage.

3.1. Le coût d'un véhicule électrique à La Réunion

Entre l'offre disponible sur le marché et le fonctionnement du véhicule au quotidien, l'évaluation du coût du véhicule doit prendre en considération plusieurs paramètres : coût global, montant des aides, activités réalisées par le véhicule, consommation du véhicule...

3.1.1. Offre disponible

L'offre de véhicules électrique à la Réunion est très récente et environ 20 modèles sont proposés à la vente toutes marques confondues (Tableau 1). Les prix vont de 32 000 € à 86 250 € pour des puissances allant de 108 Ch à 544 Ch. Les modèles sont principalement de deux catégories : léger/citadine ou SUV, avec un prix moyen d'achat de 42 000 € pour les véhicules légers et 52 000 € pour les SUV. La gamme de prix est assez large mais seuls 6 modèles sont accessibles à moins de 35 000 €.

L'État français propose en 2022 deux aides principales pour l'acquisition de véhicules peu polluants : le bonus écologique et la prime à la conversion écologique qui sont des dispositifs cumulables et dépendants du prix d'acquisition. Les dispositifs d'aides à l'acquisition ou à la location de véhicules peu polluants sont encadrés par le Code de l'Énergie, la dernière modification en date est le décret n° 2021-1866 du 29 décembre 2021, publié au JORF n° 0303 du 30 décembre 2021 (JORF, 2021). Le premier, le bonus écologique, est une aide à l'achat ou à la location de longue durée d'un véhicule électrique, hydrogène ou hybride rechargeable neuf (article D252-1). À partir de juillet 2022, pour les DOM, ce bonus s'élève à 6000 € pour l'achat d'un véhicule neuf de moins de 45 000 € avec une obligation de garder le véhicule au moins 6 mois. Au-delà de 45 000 € ou pour un véhicule d'occasion, la prime s'élève à 1000 €. Il faut noter que la prime pour les véhicules neufs a perdu 1000 € par rapport aux précédentes aides fixées³.

La seconde aide est la prime à la conversion écologique qui s'applique en échange de la mise au rebut d'un ancien véhicule polluant (article D251-3). L'objectif est en effet d'accélérer le renouvellement du parc automobile et d'éliminer ainsi les véhicules anciens et polluants. Le montant de la prime s'élève à 80 % du prix d'acquisition dans la limite de 5000 € pour deux types de ménages : pour les propriétaires de véhicules polluants dont le revenu fiscal de référence par part est

³ <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F34014>

inférieur ou égal à 13 489 € et dont la distance domicile travail est supérieure à 30 kilomètres ou effectuant plus de 12 000 km par an pour les trajets domicile-travail ; et pour les ménages dont le revenu fiscal de référence par part est inférieur ou égal à 6300 €. Dans les autres cas, la prime est fixée à 2500 €.

Pour les ménages, l'achat d'un véhicule d'occasion pourrait s'élever à :

$$T_{achat} = \text{Coût du véhicule} - (P_{eco} + P_{conv})$$

avec T_{achat} le coût réel d'achat d'un véhicule neuf pour un ménage, Coût du véhicule , le prix du véhicule sur le marché, et P_{eco} et P_{conv} respectivement le bonus écologique et la prime à la conversion.

Pour l'achat d'un véhicule neuf pour un ménage vulnérable, la prime maximale $P_{max} = 6000 + 5000 = 11\,000$ €. Pour l'achat d'un véhicule d'occasion pour un ménage vulnérable, la prime maximale s'élève à $P_{max} = 1000 + 2500 = 3500$ €.

3.1.2. Simulation pour un ménage réunionnais

En considérant les primes existantes, dans la configuration la plus favorable au particulier, un ménage pourrait se voir attribuer une réduction de 11 000 € sur l'achat d'un véhicule neuf en remplacement d'un véhicule thermique considéré polluant. Cela représente 34,28 % du prix du véhicule électrique le moins cher sur le marché actuellement (32 000 €). En considérant un taux annuel très optimiste de 1 % pour un emprunt bancaire des 21 000 € restant à financer sur l'achat du véhicule le moins cher du marché, un prêt sur 60 mois (délais les plus longs proposés par les organismes de crédit pour un prêt consommation ou prêt véhicule) générerait une échéance mensuelle de 358,97 €. Cela représente $2,24 T(r)_{Q1}^4$ ou encore $1,63 T(r)_{Q3}^5$. Le passage au tout électrique de la flotte de véhicule neuf exclurait de fait une grande partie de la population du transport individuel motorisé.

Selon l'enquête Budget des Familles réalisée par l'INSEE en 2017, les ménages réunionnais accordent 19,7 % de leur budget au transport. Plus précisément, cela représente respectivement 16 %, 14 % et 16 % des ménages Q1, Q2 et Q3.

On pose alors :

$$T(r)_{Q1} = \frac{16R(r)}{100} \quad T(r)_{Q2} = \frac{14R(r)}{100} \quad T(r)_{Q3} = \frac{16R(r)}{100}$$

où $T(r) = T_{Achat} + T_{Fonctionnement}$

avec $T_{Achat} = 358,97$ €

et $T_{Fonctionnement} = A * Conso \left(\frac{kWh}{km} \right) * \text{Prix de l'énergie} \left(\frac{€}{kWh} \right)$

⁴ 358,97/160.

⁵ 358,97/220.

avec A = Nombre de déplacements mensuels par personne multiplié par le kilométrage moyen par déplacements. Ici, $A = 2,20 * 8,8 * 30 = 580,80$ km.

Conso est la consommation moyenne des véhicules présents sur le marché réunionnais, soit 0,18815 kWh/km.

Enfin, le prix de l'énergie est aujourd'hui fixé à 14,1371 c€/kWh⁶.

On obtient $T_{Fonctionnement} = 15,45$
et $T(r) = T_{Achat} + T_{Fonctionnement} = 358,97 + 15,45 = 374,42$ €

Sur la base du montant moyen des dépenses mensuelles par ménage en 2017 selon le quintile de niveau de vie (INSEE, 2019), on peut alors en déduire le seuil de dépenses en transport qui devrait être respecté pour chaque quintile :

$$\begin{aligned} T(r)_{Q1} &= 0,16 * R_{Q1} = 0,16 * 1010 = 161,60 \text{ €} \\ T(r)_{Q2} &= 0,16 * R_{Q2} = 0,14 * 1140 = 159,60 \text{ €} \\ T(r)_{Q3} &= 0,16 * R_{Q3} = 0,14 * 1440 = 230,40 \text{ €} \\ T(r)_{Q4} &= 0,20 * R_{Q4} = 0,20 * 2380 = 476,00 \text{ €} \\ T(r)_{Q5} &= 0,24 * R_{Q5} = 0,24 * 3680 = 883,20 \text{ €} \end{aligned}$$

Dans cette configuration seuls les ménages Q4 et Q5 pourraient donc continuer à se déplacer : les ménages Q1 à Q3 seraient exclus à moins d'augmenter la part du budget transport, réduisant ainsi la part consacrée à l'intégration sociale. Un coût de transport élevé à 374,42 € représente $2,32T(r)_{Q1}$ et $1,63T(r)_{Q3}$. Ainsi, 60 % des ménages réunionnais devront réévaluer leur budget transport pour pouvoir continuer à se déplacer.

En considérant comme base minimale les ménages Q1, nous pouvons calculer le salaire minimal à atteindre pour pouvoir continuer à se déplacer en ajoutant aux dépenses réelles constatées le budget transport à compléter pour atteindre 374,42 €, soit 212,82 €⁷. On obtient dès lors un budget annuel minimum des ménages à hauteur de 14 674 €.

L'étude de la distribution des revenus par décile indique qu'au moins 40 % des ménages réunionnais se situent en dessous de ce niveau de salaire.

3.2. Évaluation de la capacité des ménages à assumer cette transition

Le calcul de la capacité des ménages à assumer cette transition se base sur la structure des ménages sur l'île. La simulation pour un ménage réunionnais permet de signifier un revenu mensuel minimal de 1223 € pour pouvoir acquérir et faire fonctionner un véhicule électrique pour une personne seule. Ce revenu mensuel

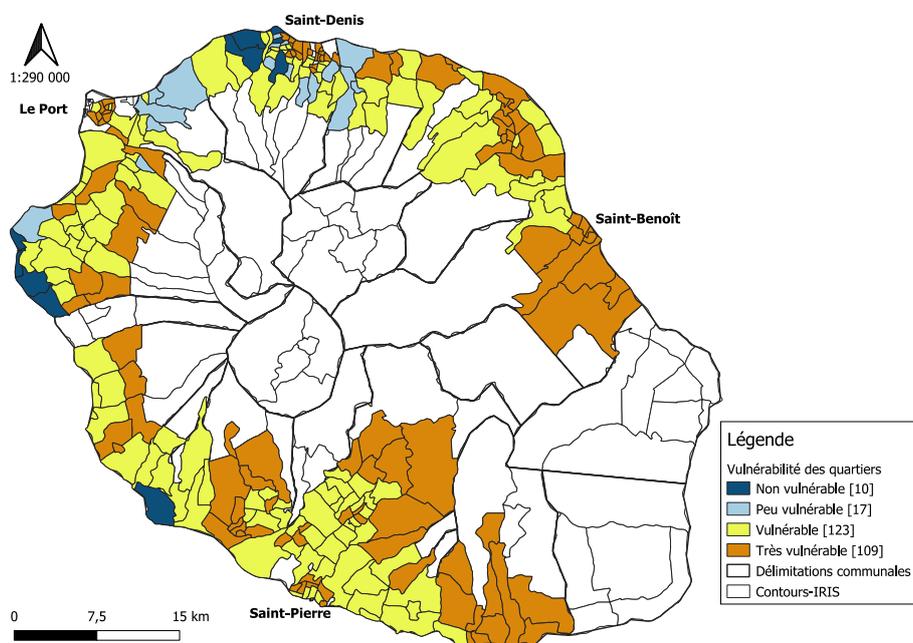
⁶ <https://reunion.edf.fr/sites/default/files/sei/pdf/bleu-residentiel-reunion.pdf>

⁷ 374,42-161,60.

amène à un revenu fiscal de référence annuel 14 674 € pour une personne seule et de 36 685 € pour un couple avec deux enfants de plus de 14 ans (Figure 4 en annexe).

La comparaison de ces valeurs minimales avec le niveau de revenu des ménages réunionnais permet de faire émerger une nouvelle carte des vulnérabilités. En considérant le revenu médian par IRIS et en identifiant les catégories de ménages vulnérables au regard de la comparaison entre le revenu médian et le revenu minimal à percevoir, certains IRIS se retrouvent avec une majorité de catégories de ménages en situation de vulnérabilité. La Carte 3 permet de synthétiser le résultat.

Carte 3. Vulnérabilité des quartiers IRIS face à la transition des véhicules individuels au tout électrique



Source : GEOFLA® CONTOURS-IRIS, COMMUNE -IGN, Data.gouv.fr., Insee-DGFIP-Cnaf-Cnav-CCMSA, Fichier localisé social et fiscal (FiLoSoFi).

La carte des vulnérabilités permet de mettre en exergue deux formes d'inégalités spatiales : la première consiste en une dichotomie Nord-Ouest/Sud-Est. En effet, en termes de répartition et composition des ménages et de niveau de revenu, le nord et l'ouest de l'île semblent mieux dotés puisque la majorité des quartiers non ou peu vulnérables se localisent dans ces zones. À l'opposé, la totalité des quartiers du Sud et de l'Est sont vulnérables à très vulnérables. Cette dichotomie fait écho à l'analyse des inégalités socio-spatiales réalisées dans la Carte 2. Néanmoins, de nombreuses zones IRIS considérées « aisées » lors de la première analyse se voient dans une situation de vulnérabilité forte après la simulation du passage au tout électrique. Le

passage des véhicules individuels au tout-électrique fait donc basculer de nombreuses zones IRIS dans des situations de vulnérabilités et inscrit une nette différence entre le nord-ouest de l'île et le Sud-Est.

Un autre point intéressant est la différence entre les zones littorales et l'intérieur de l'île : les IRIS localisés à l'intérieur de l'île sont plus vulnérables que les IRIS littoraux. La configuration topographique de l'île, le relief escarpé, les pentes rapides ont façonné une urbanisation à deux vitesses : un littoral dense et intense, dit « les Bas », qui concentre les activités et infrastructures majeures face à un intérieur plus étalé et souvent avec une forte présence d'activités agricoles (canne à sucre notamment), dit « les Hauts ». Une forte dualité existe donc entre ces deux types de territoires et le passage au tout-électrique exacerbe ces différences.

4. DISCUSSION ET PROPOSITION

En l'état actuel du marché réunionnais, de l'offre existante du marché de véhicules électriques, des aides existantes de l'État et des infrastructures de productions, les ménages réunionnais et le territoire dans sa globalité ne peuvent assumer le passage au tout-électrique de la voiture individuelle. Les simulations réalisées font apparaître trois principaux obstacles. Le premier concerne l'appareil productif. Avec 19 infrastructures de production installées dans l'île pour une puissance de 899,7 MW et une production de 3046,9 GWh, la capacité à étendre ces installations est contrainte par le territoire. Les délais impartis (2035) sont également très faibles et des décisions urgentes devront être réalisées sur le choix des technologies de production à favoriser, le dimensionnement et leur localisation. La stratégie choisie impactera le territoire de manière durable.

Le second obstacle repose sur le niveau de vie des ménages réunionnais. Avec un taux de pauvreté moyen de 38 %, les ménages réunionnais peinent à assurer l'ensemble des postes de dépenses de leur budget et procèdent à un arbitrage drastique sur certaines dépenses, notamment concernant les biens composites. Le budget transport représente 16 % du budget des ménages réunionnais les plus pauvres. En considérant le coût d'acquisition d'un véhicule électrique et l'électricité nécessaire pour l'utilisation du véhicule, pour que le transport ne vienne pas peser davantage sur le budget des ménages, et n'occulte donc pas les autres postes de dépenses, le salaire mensuel d'un ménage doit s'élever à 1223€/UC. Alors que plus d'un tiers des ménages se situent en dessous de 1041€ mensuel par UC, le budget nécessaire pour la voiture électrique semble difficile à atteindre. En effet, l'étude des revenus moyens par décile à l'échelle de l'île met en exergue qu'au moins 40 % des ménages n'auront pas le revenu suffisant.

Le troisième obstacle concerne le marché local. En 2022, seuls 20 modèles sont proposés sur le marché local avec des prix débutant à 32 000 € pour un véhicule léger, ce qui représente deux fois plus que les prix pratiqués pour les voitures thermiques. La gamme de véhicules proposée doit donc encore être élargie afin de pouvoir proposer des prix aussi attractifs que pour les véhicules thermiques. Les

aides de l'État proposées atteignent, dans le meilleur des cas, 34,28 % du montant du véhicule le moins cher du marché. Cela reste insuffisant pour permettre aux véhicules électriques d'accroître leur part de marché sur le territoire. Pour qu'une transition au tout-électrique puisse se faire, l'investissement de l'État en faveur des ménages vulnérables devra être renforcé.

Enfin, l'ensemble des simulations a permis de montrer l'incidence de la transition au tout-électrique sur les inégalités socio-spatiales. Le territoire réunionnais est fragile et soumis à de fortes inégalités socio-spatiales du fait d'un relief et d'une histoire spécifique qui ont façonné le territoire. On note une nette différence entre la ceinture littorale Nord-Ouest, plus aisée, et le Sud-Est et l'intérieur de l'île, affichant plus de difficultés. Un rééquilibrage est ambitionné par le schéma d'aménagement régional depuis 1995 mais l'urgence des situations à gérer n'a pas permis de réduire ces inégalités : étalement urbain, croissance démographique, réchauffement climatique... L'ensemble des simulations réalisées a permis de montrer l'exacerbation des inégalités déjà présentes. Les politiques territoriales qui devront être menées parallèlement à ces mesures européennes devront être capables de réduire l'impact des mesures sur les inégalités. Plusieurs solutions sont alors possibles : des aides plus importantes selon les revenus fiscaux et selon les localisations, ou encore de manière plus globale la refonte du réseau de transport réunionnais. En effet, l'objectif du passage au tout-électrique étant la décarbonation du secteur des transports, envisager une refonte complète du réseau et un report modal envers des transports collectifs plus performants et attractifs semble une alternative sensée. Cela nécessitera néanmoins des investissements conséquents de la part de l'État ainsi qu'une réorganisation urbaine importante. Dans un réseau pensé pour la voiture individuelle, la pénétration d'un réseau collectif performant devrait générer de gros travaux et redessiner le paysage. Le vélo et la marche à pied sont d'autres alternatives qui pourraient également être envisagées. Mais, le relief et le climat ne rendent pas l'utilisation de ces modes très aisée à la Réunion.

CONCLUSION

L'objectif de cet article est d'étudier l'impact de la transition au tout-électrique des voitures individuelles sur le territoire réunionnais. C'est une analyse de cas permettant de mettre en évidence deux incidences principales : une production électrique locale mise sous tension et une augmentation des vulnérabilités déjà présentes sur le territoire.

Premièrement, la production électrique locale risque d'être mise à mal par le passage au tout-électrique. Une augmentation de plus de 34 % des besoins a été mise en évidence. Cela implique donc la nécessité d'une augmentation rapide des puissances de production et du nombre d'installations. Les choix techniques concernant les ressources décarbonées à privilégier, ainsi que les localisations, sont, entre autres, des questions auxquelles les pouvoirs politiques locaux devront bientôt répondre.

Ensuite, l'offre locale de véhicules devra être élargie. Le marché actuel présente peu de véhicules à des prix bien plus élevés que les prix pratiqués pour les véhicules thermiques. Cela réduit la possibilité de la pénétration du véhicule électrique sur le marché local, puisque seule la catégorie la plus aisée de la population peut accéder à ce bien pouvant être considéré comme luxueux. La démocratisation du véhicule électrique devra donc être envisagée avec un élargissement de la gamme pour des prix moins élevés.

Enfin, les prix pratiqués et la structure sociale de la population réunionnais rendent le passage au tout-électrique de la voiture individuelle difficile. La population, déjà vulnérable, va subir cette transition et 93 % du territoire habité risque de se retrouver en situation de vulnérabilité avec l'incapacité de se déplacer en véhicule électrique. En somme, c'est 93 % du territoire réunionnais qui se retrouve exclu de ce nouveau mode de transport imposé. Les simulations permettent, de plus, de mettre une évidence des inégalités renforcées entre les territoires avec une zone Nord-Ouest bien plus aisée que les zones Sud et Est. L'État devra alors, afin d'éviter une crise sociale majeure sur le territoire prendre des décisions importantes : entre augmenter de manière conséquente les aides sociales en faveur du véhicule électrique ou proposer des alternatives solides à la voiture individuelle, ce sont des sommes importantes qui devront être investies sur le territoire réunionnais.

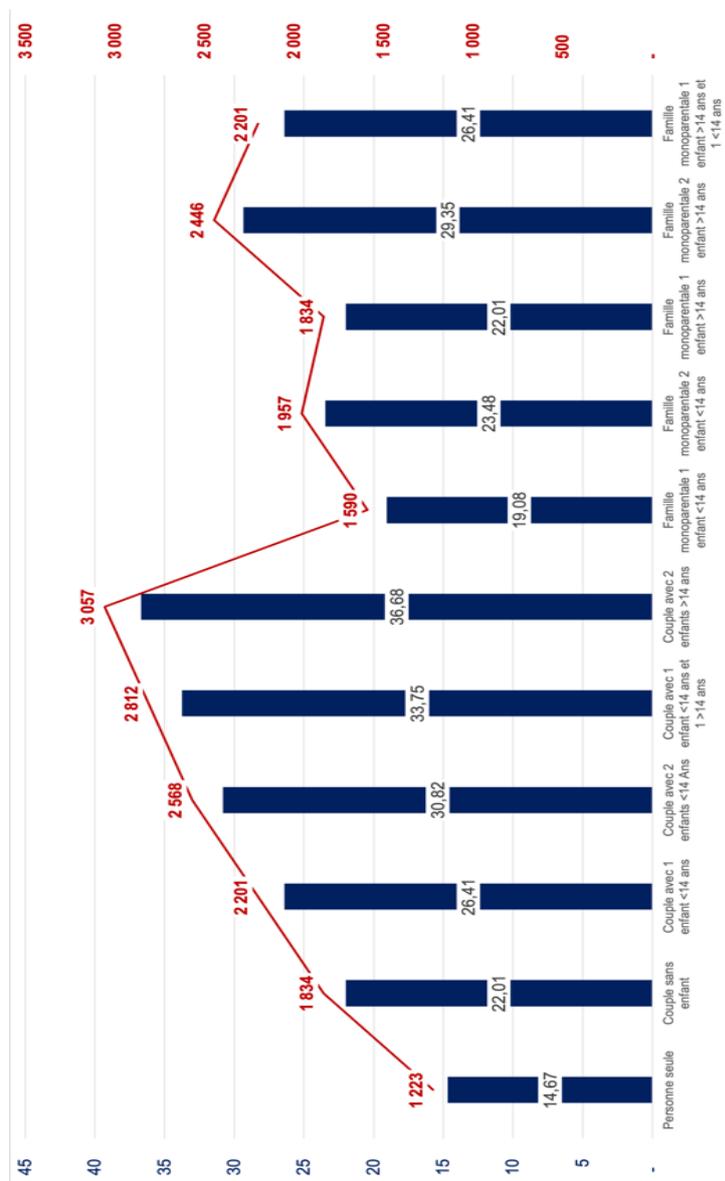
RÉFÉRENCES

- Bafoif F., Guyet R.**, 2014, Accès à l'énergie et consommateurs vulnérables : les enjeux de la précarité énergétique en Europe, CERISCOPE Environnement.
- Boutueil V.**, Enjeux et défis de la transition énergétique dans les transports, *Liaison Energie-Francophonie*, 2013, 78-84.
- CAF de La Réunion**, 2018, Publication électronique de La Caisse d'allocations familiales de La Réunion, Observatoire Statistiques et Études (OSE), *Analyses et Études de la Caf de La Réunion*, 2, 1-7.
- Chancel L., Saujot M.**, 2013, Inégalités, vulnérabilités et transition énergétique, *Policy Brief-climat*, 2, 13, 1-6.
- Commission européenne**, 2021, Règlement du Parlement européen et du Conseil modifiant le règlement (UE) 2019/631 en ce qui concerne le renforcement des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les voitures particulières neuves et les véhicules utilitaires légers neufs conformément à l'ambition accrue de l'Union en matière de climat, 14 juillet 2021.
- Delbosc A., Currie G.**, 2012, Choice and disadvantage in low-car ownership households, *Transport Policy*, 23, 8-14.
- Fujita M.**, 1989, *Urban Economic Theory. Land Use and City Size*, Cambridge, Cambridge University Press.
- INSEE**, 2019, De fortes disparités de consommation selon le niveau de vie à La Réunion, *Insee Analyses*, 44.

- INSEE**, 2020 a, Niveaux de vie et pauvreté à la Réunion en 2017, *Insee Flash*, 169.
- INSEE**, 2020b, Enquête Budget des familles 2017 à la Réunion, *Insee Analyses*, 47.
- JORF**, 2021, Décret n° 2021-1866 du 29 décembre 2021 relatif aux aides à l'acquisition ou à la location de véhicules peu polluants.
- Jouffe, Y., Caubel, D., Fol, S., Motte-Baumvol, B.**, 2015, Faire face aux inégalités de mobilité. Tactiques, stratégies et projets des ménages pauvres en périphérie parisienne, *Cybergeo : European Journal of Geography*.
- Kaufmann V., Ravalet E., Dupuit E. (dir.)**, 2015, *Motilité et mobilité : mode d'emploi*, Séries Espaces, mobilités et sociétés, Neuchâtel, Alphil éditions.
- Kaufmann V.**, 2021, Histoire de la notion de mobilité, Forum Vies Mobiles.
- Lucas K.**, 2012, Transport and social exclusion : where are we now? *Transport Policy*, 20, 105-113.
- Massot M.-H., Orfeuil J.-P.**, 2008, Mobilité résultante et mobilité organisatrice : les paradigmes au service de la compréhension des transformations urbaines, in Chalas Y., Paulhiac F. (dir.), *La mobilité qui fait la ville*. Actes des 3es rencontres en urbanisme de l'Institut d'Urbanisme de Grenoble, Lyon, Éditions du CERTU, 20-51.
- Mignot D.**, 2004, Mobilités et inégalités sociales, dans Vodoz L., Pfister B., Jemelin C., *Les territoires de la mobilité. L'aire du temps*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Nicolas J.-P., Pochet P., Poimboeuf H.**, 2002, Mobilité urbaine et développement durable : quels outils de mesure pour quels enjeux ?, *Les cahiers Scientifiques du Transport*, 41, 53-76.
- Nicolas J., Vanco F., Verry D.**, 2012, Mobilité quotidienne et vulnérabilité des ménages, *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 1, 19-44.
- Observatoire Énergie Réunion**, 2020, Bilan énergétique de La Réunion, Les chiffres clés 2019, édition 2020.
- Orfeuil J.-P.**, 2004, *Transports, pauvretés, exclusions. Pouvoir bouger pour s'en sortir*, Éd. de l'Aube, La Tour d'Aigue.
- Parlement Européen**, 2022, Pacte Vert : des normes d'émission de CO2 plus strictes pour les voitures et les camionnettes, Communiqué de presse, 11 mai 2022.
- SMTR**, 2017, Synthèse Enquête Déplacements Grands Territoires, Ile de La Réunion.
- Tonnellier P.**, 2022, A la recherche d'un véhicule individuel alternatif à la voiture capable de réaliser la plupart des trajets quotidiens. *Transports urbains*, 141, 1, 29-31.
- Vincent S.**, 2008, Les « altermobilités » : analyse sociologique d'usages de déplacements alternatifs à la voiture individuelle. Des pratiques en émergence ? Thèse de doctorat, Université René Descartes-Paris V.

ANNEXE

Figure 4. Calculs du revenu minimal à percevoir selon la composition familiale



■ Revenu annuel fiscal de référence (en milliers €)

— Revenu mensuel minimum/UC (en €)

Source : calculs des auteurs d'après INSEE (2020b).

ANNEXE

Variables utilisées pour l'analyse factorielle

Acronyme	Description	Acronyme	Description
DISP_MED	Médiane du revenu disponible par unité de consommation (en euros)	AGRI_CS1	Population de 15 ans ou plus Agriculteurs
DISP_D1	1er décile du revenu disponible par unité de consommation (en euros)	ARTI_CS2	Population de 15 ans ou plus Artisans, commerçants, chefs d'entreprise
DISP_D9	9e décile du revenu disponible par unité de consommation	CADRES_CS3	Population de 15 ans ou plus Cadres, Prof. intellec. sup.
DISP_RID	Rapport interdécile D9/D1 du revenu disponible par unité de consommation	PINTER_CS4	Population de 15 ans ou plus Prof. intermédiaires
DISP_S80/S20	S80/S20 du revenu disponible par unité de consommation	EMPL_CS5	Population de 15 ans ou plus Employés
DISP_GI	Indice de Gini du revenu disponible par unité de consommation	OUVR_CS6	Population de 15 ans ou plus Ouvriers
DISP_PPAT	Part des revenus du patrimoine et autres revenus (%)	POP_ETR	Population Étrangers
DISP_PPRESOC	Part de l'ensemble des prestations sociales (%)	POP_IMM	Population Immigrés
DISP_PPFAM	Part des prestations familiales (%)	RP_CASE	Cases traditionnelles
DISP_MINIMA	Part des minima sociaux (%)	RP_MIBOIS	Maisons ou immeubles en bois
DISP_PPLOG	Part des prestations logement (%)	RP_MIDUR	Maisons ou Immeubles en dur
DISP_PIMPOT	Part des impôts (%)	RP_PROP / RP_LOC	Résidences principales occupées par des propriétaires/Résidences principales occupées par des locataires
SAL_CDI	Salariés 15 ans ou plus Fonction publique, CDI	ACTOCC_COMRES	Actif occ. de 15 ans ou plus qui travaille dans la commune de résidence
MEN_VOIT1	Ménages disposant au moins une voiture	MEN_VOIT2P	Ménages disposant de deux voitures ou plus
MOT_2P	Taux de motorisation	PERS_MEN	Nombre de personnes dans le ménage
MEN_SS_VOIT	Ménages non motorisés (sans voiture)	RP_100_120M2	Résidences principales de 100 à 120 m ²
RP_40M2	Résidences principales de moins de 40m ²	RP_HABFOR	Habitations de fortune
SAL_CDD	Salariés 15 ans ou plus CDD	ACTOCC_AUTRCOM	Actif occ. de 15 ans ou plus travaillant dans une autre commune que la commune de résidence
RP_LOCHLMV	Résidences principales de type HLM louées vides	MEN_ANEM10P	Ménages ayant emménagé depuis 10 ans ou plus

The all-electric transition of the individual car: widening inequalities? The case of La Réunion

Abstract - This article studies the impact of the transition to all-electric private cars in Reunion. Indeed, with the objective of decarbonizing the transport sector, the European Commission announced the end of the sale of thermal cars in 2035. If the environmental objective is clear, the social impacts of such a transition raise questions in a territory displaying high poverty rates and a still underdeveloped electric vehicle market. The feasibility of the transition is studied on different levels: what impact for local electricity production? Will households be able to cope with this transition? Based on income and household composition data and an analysis of the existing electric vehicle market on Reunion Island, we present a map of social vulnerabilities following the transition to all-electric.

Key-words

Social vulnerabilities
Decarbonization
Electric car
