



Donnant le pouvoir aux communautés pour la transition énergétique du Québec

Mohamed Osman

Donnant le pouvoir aux communautés pour la transition énergétique du Québec

Empowering Community for Quebec's Energy Transition

Écrit par :

Mohamed Osman

Candidat au doctorat, Laboratoire des bâtiments et villes intelligentes (LBVI),
Université Concordia.

Contents

RÉSUMÉ EXÉCUTIF	5
1. Introduction	8
2. Contexte	11
2.1. Les principes de la gestion de la demande de puissance (GDP) et les approches de participation	11
2.2. Enquêtes antérieures sur la participation aux programmes de gestion de la demande (GDP)	12
2.3. GDP dans le contexte du Québec.....	15
3. Méthodologie	17
3.1 Plan d'analyse des données	18
4. Résultats	19
4.2 Aperçu des données démographiques des répondants.....	19
4.2 Aperçu des caractéristiques des ménages.....	21
4.3 Réponse aux événements de GDP.....	23
4.4 Facteurs qui influencent la participation des occupants.....	26
5. Discussion et conclusion	29
References	46

Liste des chiffres

Figure 1 Aperçu des chemins du sondage	17
Figure 2 Aperçu des Données Démographiques des Répondants.....	20
Figure 3 une répartition de la participation des répondants aux programmes de gestion de la demande de puissance (GDP)	21
Figure 4 Aperçu des caractéristiques des ménages.....	22
Figure 5 pourcentage de diplômés par programme de GDP	23
Figure 6 incitations et obstacles à l'inscription aux programmes de GDP	24
Figure 7 pourcentage de la température de consigne acceptée du thermostat pendant l'événement GDP et l'événement de préchauffage.	25
Figure 8 fréquence des activités de déplacement pendant les événements de GDP a) participants, b) non-participants	26
Figure 9 l'acceptation par les répondants du rôle du thermostat intelligent pour faciliter l'inscription à des GDP programmes.....	27
Figure 10 facteurs influençant l'inscription aux GDP programmes.	28

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Dans le Plan Québécois pour une économie verte 2030 (PGE 2030), l'électrification de l'économie du Québec est alignée sur l'expansion de la capacité de production d'énergie propre et renouvelable. Assurer la stabilité et la suffisance de la capacité de production du réseau est crucial pour réaliser une transition énergétique harmonieuse et rentable. Le gouvernement et Hydro-Québec doivent développer les composantes de production, de transport et de distribution du réseau pour répondre à l'augmentation prévisible de la demande de pointe. Cependant, compte tenu de la rareté des événements de pointe, la gestion de la demande de pointe pour déplacer la charge à différents moments représente une solution plus durable et plus rentable. Dans ce contexte, la conception de stratégies efficaces de gestion de la demande de puissance (GDP) contribue de manière significative à l'expansion de la production renouvelable et aux plans de décarbonisation du Québec à moyen et long terme. Les études ont montré que les secteurs du transport et du résidentiel présentent un potentiel remarquable pour les applications de GDP. La mise en œuvre adéquate des stratégies de GDP repose sur l'engagement des faibles consommateurs, en particulier les ménages résidentiels, à participer activement aux activités de gestion de la charge en fournissant des services au réseau, comme la production d'énergie, le déplacement de la charge et le stockage de l'énergie. De nombreux travaux de recherche ont souligné la nécessité de prendre en compte les conventions sociales lors de l'élaboration des futures politiques énergétiques afin de protéger les consommateurs vulnérables. La responsabilisation des consommateurs devient de plus en plus importante dans le débat sur les futurs marchés de l'énergie et la transition vers une économie verte. Dans cette recherche, nous nous attaquons au problème de l'autonomisation des faibles consommateurs en menant une enquête pour étudier la capacité des consommateurs québécois à fournir une demande flexible et identifier les obstacles auxquels ils sont confrontés. L'enquête sera conçue pour répondre à quatre questions de recherche principales : i) Quel est le potentiel des faibles consommateurs québécois à participer à des programmes de GDP ? ii) Sont-ils prêts à participer ? iii) Comment réagissent-ils aux événements de déplacement de la charge demandés ? Et iv) Quelles sont les circonstances qui favorisent ou entravent leur participation? L'enquête propose sera distribuée à un échantillon représentatif du Québec afin d'évaluer l'impact de la démographie des ménages sur leur

perspective de participation aux programmes de GDP. L'analyse des résultats se concentrera sur l'évaluation de la nécessité de différentes stratégies énergétiques et fournira des lignes directrices pour des politiques plus inclusives.

Les résultats de cette recherche aideront à développer des modèles de prise de décision pour explorer les scénarios énergétiques futurs et façonner une transition énergétique inclusive. Ces modèles énergétiques en cours de développement sont axés sur les besoins et les perspectives des clients. Les résultats de l'enquête et les modèles développés sont indispensables pour favoriser l'émergence de futurs systèmes énergétiques centrés sur le client.

Principales conclusions

- 1- Aperçu du Sondage :** Le sondage a analysé les perceptions et la participation des occupants aux programmes de Gestion de la Demande (GDP) au Québec, en se concentrant sur la démographie, les caractéristiques des ménages et les comportements pendant les pics de demande.
- 2- Sensibilisation et Participation :** Plus de 70 % des occupants ne participaient pas aux programmes de GDP et 60 % ne les connaissaient pas du tout.
- 3- Préférences de Température :** Plus de 40 % fixent la température intérieure en hiver entre 19°C et 21°C.
- 4- Niveau d'Éducation :** Ceux ayant un Master ou un doctorat ont montré plus d'intérêt pour les programmes de GDP, en particulier le programme Hilo.
- 5- Niveau de Revenu :** Très peu de ménages à faible revenu ont signalé une inscription préalable, mais leur part était beaucoup plus élevée parmi ceux disposés à participer.
- 6- Réponse des Occupants aux Pics de Demande :** Environ 8 % des individus qui avaient précédemment participé à GDP éviteraient de régler leur thermostat, par opposition à environ 20 % de ceux qui n'avaient pas participé, ce qui indique que l'influence est plus légère que leurs appréhensions.
- 7- Thermostats Intelligents :** Plus de 80 % sont d'accord avec le fait que la possession de thermostats intelligents faciliterait la participation aux programmes de GDP.

Limitations :

- 1- **Représentativité de l'Échantillon** : Le sondage n'a pas utilisé une approche d'échantillonnage statistique, et il y avait probablement une représentation plus élevée de la région de Montréal.
- 2- **Biais d'Âge** : Peu de répondants avaient plus de 45 ans.
- 3- **Biais Éducatif** : Un pourcentage plus élevé de répondants avaient un Master ou un doctorat, probablement en raison de la méthode de distribution du sondage.

Recommandations :

- 1- **Augmenter la Sensibilisation** : Des campagnes de sensibilisation supplémentaires sont nécessaires, surtout étant donné qu'un grand pourcentage de répondants n'étaient pas familiers avec les programmes de GDP.
- 2- **Cibler les Démographies** : Entreprise de service public devraient envisager de cibler les clients ayant des diplômes de troisième cycle et les ménages à faible revenu pour l'expansion du programme.
- 3- **Subventions pour Thermostats Intelligents** : Envisager de subventionner le coût des thermostats intelligents pour encourager la participation.
- 4- **Recherches Supplémentaires** : Les travaux futurs devraient inclure des groupes de discussion et des entretiens détaillés pour comprendre les subtilités des décisions et des comportements des clients.
- 5- **Modèles Basés sur les Agents** : Développer des modèles basés sur les agents pour les études futures afin d'examiner différents scénarios de gestion de la demande côté consommateur.
- 6- **Prudence dans l'Interprétation** : Les conclusions doivent être tirées avec prudence en raison des limitations de la représentativité de l'échantillon .



1. Introduction

Un élément clé de l'approche du Canada en matière de réduction des émissions de carbone repose sur l'électrification de divers secteurs, tels que le logement et les transports. Cette évolution présente toutefois des défis pour les fournisseurs d'électricité, en particulier dans des régions comme le Québec où l'énergie hydroélectrique est relativement peu coûteuse. Dans ces régions, le chauffage et la climatisation résidentiels, qui sont principalement électriques, peuvent contribuer à hauteur de 60 % à la demande d'électricité de pointe [2], [3]. La situation est encore compliquée par l'adoption croissante des véhicules électriques (VE), qui devraient augmenter considérablement la consommation d'électricité des ménages [4]. Pour gérer les pics de demande, en particulier en hiver, les entreprises de services publics ont souvent recours à l'importation d'électricité plus coûteuse ou à l'utilisation de combustibles fossiles, ce qui compromet les objectifs initiaux de la décarbonisation. Pour atténuer ces problèmes, des entreprises de services publics ont lancé des programmes de gestion de la demande, communément appelés programmes gestion de la demande de puissance (GDP). Ces mesures sont considérées comme très prometteuses pour réduire la demande de pointe et, par conséquent, le besoin de production d'électricité à partir de combustibles fossiles.

Même si les utilisateurs commerciaux et industriels fournissent généralement une charge plus cohérente et plus adaptable que le secteur résidentiel diversifié, le rôle croissant des bâtiments résidentiels dans les pics de consommation d'électricité ne peut être négligé [5]. Cela devient particulièrement important dans le contexte de l'adoption rapide des voitures électriques et des systèmes de chauffage électrique dans les maisons. L'utilisation répandue d'appareils qui consomment beaucoup d'énergie, ainsi que la possibilité d'un engagement à grande échelle par l'agrégation de contributions individuelles plus modestes, sont des raisons supplémentaires pour

lesquelles les compagnies d'électricité consacrent davantage d'efforts aux programmes de réponse à la demande destinés aux consommateurs résidentiels. [6]-[8]. Pour répondre aux divers besoins des clients, les services publics ont conçu différents types de programmes de GDP, généralement divisés en modèles basés sur les prix et modèles basés sur les incitations [9], [10].

Dans les programmes basés sur les prix, les services publics modifient les tarifs de l'électricité en fonction de l'heure ou de la demande, ce qui incite les consommateurs à limiter leur consommation pendant les périodes de pointe. Ces stratégies de tarification peuvent être prédéterminées ou fluctuantes, comme le montrent les modèles de Tarif Heures Creuses (THC) ou en temps réel, respectivement [10]. Ces modèles s'appuient sur la volonté des consommateurs de faire des compromis en matière de confort ou de reprogrammer leurs activités en dehors des périodes de pointe afin de réduire leur facture d'électricité. Des études indiquent qu'une structure tarifaire transparente peut renforcer l'efficacité de ces modèles de tarification dynamique et influencer le comportement des consommateurs [11], [12].

À l'inverse, les programmes basés sur des incitations offrent des récompenses financières aux clients qui acceptent de réduire leur consommation d'électricité sur demande ou qui permettent à la compagnie d'électricité de contrôler directement leurs appareils électriques [13]. Malgré leur promesse, les programmes résidentiels de réduction de la consommation d'énergie ont été lents à atteindre leur plein potentiel dans différents pays. Parmi les obstacles à leur développement, citons la faible sensibilisation des clients aux programmes disponibles, l'élasticité limitée des prix et les coûts associés à l'infrastructure de comptage et de contrôle [11], [13]-[15].

Les recherches existantes qui explorent les perspectives des ménages sur les programmes de réponse à la demande disponibles sont non seulement limitées, mais elles donnent aussi parfois des résultats contradictoires [15]. Par exemple, Srivastava et al [11] ont mis en évidence des divergences dans les conclusions de diverses études sur la GDP. D'autre part, la Commission irlandaise de régulation de l'énergie [17] a constaté que la THC permettait de réduire la consommation d'électricité avec succès, et que les ménages qui consomment le plus y contribuaient par une réduction significative de leur consommation. En outre, Muratori et al [18] ont proposé que la modification des modes de consommation puisse entraîner des pics de

consommation plus importants, ce qui va à l'encontre des conclusions de Cosmo et O'Hora [19] selon lesquelles les réductions de consommation sont restées stables après les périodes de pointe, sans pics consécutifs.

Ces résultats divergents soulignent la nature complexe et les résultats variés associés aux différentes stratégies de réduction des risques. De nombreux chercheurs ont souligné la nécessité de prendre en compte les facteurs psychologiques [6], [20], l'économie comportementale [16] et les variables socio-économiques [21] lors de l'évaluation de la réactivité des ménages aux programmes de réduction de la consommation d'énergie. Par conséquent, pour améliorer l'acceptation et l'utilisation efficace des programmes de réduction de la consommation dans les secteurs résidentiels, les services publics doivent approfondir leur compréhension des différents facteurs qui influencent la prise de décision et le comportement des consommateurs par rapport à ces initiatives.

L'objectif principal de ce rapport est d'étudier la perception des résidents du Québec vis-à-vis des GDP programmes. Pour ce faire, un sondage a été mené de l'automne 2022 jusqu'au début de 2023 avec les objectifs suivants : 1) établir les taux de participation et les incitatifs qui influencent les résidents du Québec à opter pour des programmes de tarification dynamique, ainsi que la manière dont ces facteurs se corrèlent avec les variables démographiques; 2) explorer les stratégies employées par les résidents du Québec lors de leur participation à des programmes de GDP et leurs réponses probables en situations de demande de pointe; 3) identifier les éléments contextuels spécifiques qui affectent leur engagement lors d'événements de demande de pointe.

Le reste de ce rapport est structuré comme suit : La section 2 propose une revue de la littérature pertinente concernant les programmes de GDP et leur réception dans divers contextes mondiaux. La section 3 décrit la méthodologie de recherche employée, y compris le développement de l'instrument de sondage. La section 4 approfondit une analyse détaillée des réponses au sondage recueillies. La section 5 discute de ces résultats et considère leurs implications pour la conceptualisation et la mise en œuvre des programmes de GDP par les fournisseurs de services publics. Le rapport se conclut avec la section 6, résumant les principales perspectives tirées de cette étude.

2. Contexte

Cette section offre un aperçu des concepts clés de la GDP programmes, en examinant les opportunités, les motivations et les obstacles pour les clients résidentiels participant à ces programmes. Elle passe également en revue les études académiques qui ont utilisé des entretiens ou des questionnaires pour évaluer la participation du public aux programmes de GDP. Enfin, elle fournit un résumé du secteur de l'électricité du Québec et discute des différents types de programmes de GDP disponibles dans la région.

2.1. Les principes de la gestion de la demande de puissance (GDP) et les approches de participation

Les consommateurs résidentiels ont trois voies principales pour participer aux événements de demande de pointe. Premièrement, ils peuvent soit éteindre, soit réduire des charges à inertie thermique telles que les systèmes de chauffage ou de refroidissement, les chauffe-eau et les réfrigérateurs, qui peuvent maintenir leur fonction pendant la période de réduction de charge. Deuxièmement, ils peuvent soit éteindre, soit retarder l'utilisation d'appareils énergivores, communément appelés appareils "humides" (par exemple, machines à laver, sèche-linge, lave-vaisselle), jusqu'aux heures creuses. Troisièmement, ils peuvent reporter la charge de leurs véhicules électriques (VE) à des moments de moindre demande.

Les charges thermiques, qui constituent plus de 60 % de la consommation énergétique d'un foyer, offrent des opportunités substantielles pour contribuer aux GDP programmes. La littérature a identifié toute une gamme de moyens d'exploiter ces charges thermiques, qui pourraient impliquer une ou une combinaison des stratégies suivantes : i) déploiement d'unités de stockage d'énergie thermique [22], [23], ii) utilisation de la masse thermique du bâtiment [24], [25], ou iii) ajustement des points de consigne pour réduire les charges de chauffage ou de refroidissement [26]–[28]. De l'autre côté, les appareils représentent plus de 17 % de la consommation d'énergie résidentielle au Canada, indiquant leur rôle potentiel dans l'atténuation de la demande de pointe, comme démontré dans les études [29]–[31]. Ces appareils "humides" peuvent être intégrés dans des stratégies de GDP soit par des méthodes manuelles [32]–[34], soit par des commandes intelligentes [35], [36].

La montée de la mobilité électrique a également introduit la charge des VE comme une nouvelle charge flexible dans les profils énergétiques résidentiels, comme souligné dans [37]–[40]. Au-delà des solutions technologiques, les motivations et les incitatifs pour la participation résidentielle à la GDP ont reçu une attention académique considérable. Les récompenses monétaires et environnementales sont apparues comme les incitatifs les plus significatifs dans plusieurs études [41]–[44]. D'autres facteurs sociaux, tels que l'encouragement du foyer à être écologique [41], la perception de la participation à la GDP comme un jeu [45], ou la volonté d'expérimenter de nouvelles technologies [43], ont également été identifiés comme des motivateurs potentiels.

Inversement, les obstacles à l'adoption généralisée de la GDP dans le secteur résidentiel incluent une prise de conscience limitée et une méfiance [6], [46], [47], la complexité et l'effort perçus comme nécessaires [48], [49], et les préoccupations concernant la perte de contrôle [47].

2.2. Enquêtes antérieures sur la participation aux programmes de gestion de la demande (GDP)

Se concentrer uniquement sur les aspects techno-économiques des GDP programmes néglige la nature complexe du comportement humain et échoue à saisir les points de vue individuels concernant ces initiatives. Par conséquent, les chercheurs en sciences sociales ont appelé à des recherches plus holistiques intégrant le rôle des pratiques sociales et des routines quotidiennes dans la formation des décisions des consommateurs de participer aux programmes de GDP. Dans ce contexte, les enquêtes par questionnaire sont une méthodologie de recherche largement utilisée qui aide les chercheurs à comprendre les facteurs motivant la participation des ménages aux programmes de GDP et leurs modèles de comportement généraux [50]. L'utilisation des enquêtes dans les programmes de GDP offre l'opportunité de recueillir des données qui vont au-delà des simples métriques énergétiques quantitatives pour inclure des facteurs sociaux, économiques et psychologiques. Belfi et al. [50] différencient deux types d'enquêtes : transversales et longitudinales. Les enquêtes transversales visent à décrire le comportement, les motivations, ou les efforts et avantages perçus des participants à un moment donné. Les enquêtes longitudinales, en revanche, suivent les participants sur une période définie pour comprendre les tendances ou les changements de comportement et sont souvent enrichies de données de

mesure [50]. La littérature académique sur l'utilisation des enquêtes pour comprendre les préférences des consommateurs d'énergie est vaste, couvrant une multitude de sujets. Ceux-ci incluent la volonté de payer pour les énergies renouvelables [51], [52], l'intérêt à s'inscrire à des programmes de GDP [53], la transition pour devenir des "prosommateurs" grâce à l'adoption de ressources énergétiques distribuées [54], et le virage vers la flexibilité en tant que "prosommateurs" [55].

Le Modèle d'Acceptation de la Technologie (MAT) [56], [57] et la Théorie du Comportement Planifié (TCP) [48], [58] figurent parmi les cadres théoriques les plus couramment utilisés pour comprendre comment les croyances des consommateurs correspondent à leurs intentions et actions dans l'adoption de nouvelles technologies et programmes. Le MAT suggère que la perception de l'utilité et de la facilité d'utilisation sont des facteurs clés dans l'adoption de la technologie. La TCP, en revanche, soutient que les attitudes, les normes subjectives, et le contrôle comportemental perçu sont les principaux éléments qui influencent les actions [56], [58]. Ces modèles ont trouvé de nombreuses applications dans diverses disciplines telles que le marketing, la psychologie et les systèmes d'information. Dans le domaine de la gestion côté demande, des études montrent que les motivations individuelles ont un impact sur le comportement énergétique des consommateurs, y compris leur volonté de participer aux programmes de réponse à la demande [59]. Différents types de motivations personnelles, comme être soucieux des coûts, conscient de l'environnement ou être un adoptant précoce de la technologie, peuvent tous influencer l'inclination d'un consommateur à s'engager dans des activités de réponse à la demande. Alors que pour certains, la motivation principale peut être des incitations financières, d'autres pourraient être guidés par des motivations intrinsèques [60], [61]. Par exemple, les individus ayant une forte identité écologique sont souvent enclins à participer à divers comportements respectueux de l'environnement, y compris les programmes de réponse à la demande [62], [63]. Cependant, il subsiste une lacune dans la recherche quant aux motivations personnelles les plus cruciales pour expliquer la participation aux initiatives de réponse à la demande. De plus, il reste à voir comment ces motivations peuvent être intégrées dans des cadres théoriques établis comme le MAT ou la TCP [59].

Tandis que les récompenses financières peuvent servir de principal moteur pour certains, d'autres facteurs non matériels tels qu'un fort sens des responsabilités environnementales ou un désir d'essayer de nouvelles technologies peuvent également être des motivateurs convaincants [60], [61]. Des recherches suggèrent que les individus qui s'identifient fortement à des causes environnementales sont plus susceptibles de s'engager dans des activités écologiques, y compris les programmes de gestion de la GDP [62], [63]. Cependant, les motivations clés qui encouragent le plus efficacement la participation aux programmes de GDP ne sont pas totalement comprises, ni comment celles-ci peuvent être intégrées dans des cadres établis comme le MAT ou la TCP [59]. Allant à l'encontre de la recherche dominante qui privilégie les récompenses par rapport aux pénalités, Gamma et al. [64] ont trouvé que les incitations financières et les désincitations sont efficaces pour encourager l'engagement des clients dans les programmes de GDP. Fell et al. [48] ont augmenté le cadre du TAM en ajoutant des éléments de contrôle perçu, concluant que des facteurs tels que le confort, le timing, le contrôle des dépenses et l'autonomie ont un impact positif sur l'acceptation publique des programmes de GDP. Sloot et al. [59] ont appliqué le modèle TPB pour examiner comment les croyances environnementales et morales influencent les ménages allemands à s'engager dans le GDP, trouvant que ces croyances sont des moteurs significatifs pour divers indicateurs de participation. Cependant, il existe des limites dans la recherche actuelle. L'une est la question du biais de sélection, en particulier dans les sondages en ligne qui peuvent attirer des répondants déjà intéressés par le GDP [65]. Une autre est la divergence souvent constatée entre les intentions déclarées et le comportement réel [48], [66]. Nicolson et al. [67] ont souligné la nécessité de prendre en compte les variations régionales ; leur méta-analyse a montré une divergence entre le nombre de ménages prêts à s'inscrire à des tarifs Heures Creuses et l'inscription réelle, suggérant que les résultats des sondages devraient être considérés comme indicatifs plutôt que définitifs [48]. De plus, une grande partie de la littérature ne tient pas compte des caractéristiques uniques des programmes de GDP individuels, ce qui limite l'applicabilité des conclusions [63]. Malgré ces lacunes, la valeur des études basées sur des sondages demeure, surtout compte tenu de la participation limitée aux programmes de GDP et des données énergétiques globales peu nombreuses.

Notre étude vise à combler ces lacunes en examinant le paysage énergétique spécifique du Québec, caractérisé par les coûts d'énergie hydroélectrique les plus bas du pays et une forte prévalence du chauffage résidentiel électrique. Ce contexte unique influence considérablement les comportements et les attitudes des consommateurs envers les programmes de GDP, un aspect largement négligé dans la recherche actuelle. De plus, notre recherche ne se concentre pas uniquement sur un type de programme de GDP mais en examine plusieurs afin d'offrir une compréhension plus complète des réponses des consommateurs dans ce cadre distinct.

2.3. La gestion de la demande de puissance (GDP) dans le contexte du Québec

L'organisme de services publics local du Québec, au Canada, est une agence appartenant à l'État, responsable de la production, du transport et de la distribution de l'électricité à travers la province. En 2023, la capacité installée totale est d'environ 37 000 MW, avec un pic de demande historique d'environ 40 300 MW lors du dernier événement de grand froid en 2022 [68], [69]. Le réseau électrique de la province est interconnecté avec les provinces et les États voisins, offrant un approvisionnement en électricité stable et fiable à la région. La source principale d'énergie de l'organisme est l'hydroélectricité, avec plus de 95% de l'électricité produite provenant de ces installations [2]. Dans les années à venir, l'organisme prévoit d'élargir son portefeuille d'énergies renouvelables en investissant dans des projets éoliens et solaires à travers la province et en augmentant la capacité de 5 000 MW [70]. Le secteur résidentiel est le deuxième plus grand consommateur d'électricité au Québec, représentant environ 76 TWh en 2022, et la demande totale d'énergie de la province devrait augmenter de 14% au cours des dix prochaines années [71], [72]. En termes de tarification, l'organisme facture différents tarifs pour différents groupes de clients. Les clients résidentiels paient un tarif fixe pour l'électricité, tandis que les clients commerciaux et industriels sont facturés en fonction de leur demande de puissance et de la saison de l'année. L'organisme a récemment introduit un tarif dynamique pour les clients résidentiels afin de les inciter à utiliser l'électricité pendant les heures creuses, lorsque la demande est plus faible [73]. Malgré ces différentes structures de tarification, le tarif de l'électricité au Québec est connu comme l'un des plus bas d'Amérique du Nord, grâce à l'infrastructure hydroélectrique étendue de la province.

La province du Québec a fixé des objectifs ambitieux pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Dans ce contexte, l'électrification des secteurs du transport et des bâtiments représente une pierre angulaire du plan d'économie verte de la province [72], [74]. Au cours des dix prochaines années, l'électrification des bâtiments et des transports devrait ajouter respectivement 6,9 TWh et 3,9 TWh à la demande énergétique totale. Outre l'extension de la capacité de production, la mise en place d'un système énergétique flexible et adaptatif aidera à tirer le meilleur parti des ressources disponibles sur le réseau et à réaliser une transition énergétique harmonieuse et rentable. Par conséquent, le fournisseur de services publics local a récemment adopté la GDP en introduisant deux stratégies de tarification dynamique pour les clients résidentiels en 2019. Le premier programme, connu sous le nom de Crédit Hiver, récompense les clients pour la réduction de leur utilisation d'électricité pendant les heures de pointe avec une incitation monétaire pour chaque kWh économisé par rapport à leur consommation habituelle pendant ces périodes. Le deuxième programme, connu sous le nom de Tarif Flex D, facture aux clients un tarif beaucoup plus bas par kWh en dehors des heures de pointe, tout en facturant un tarif beaucoup plus élevé pendant les événements de pointe de la demande. Dans les deux cas, les clients reçoivent essentiellement une incitation monétaire pour réduire leur demande pendant les heures de pointe, mais ils peuvent être pénalisés s'ils utilisent plus d'électricité pendant les événements de pointe de la demande dans le cadre du programme Tarif Flex D. En alternative à ces programmes, une filiale du fournisseur de services publics local appelée "Hilo" propose des ensembles pour maisons intelligentes avec des services d'installation, qui comprennent des thermostats intelligents, moyennant des frais très bas en échange de la possibilité pour le fournisseur de services publics de contrôler directement la charge (DLC). Le DLC permet au fournisseur de services publics de contrôler à distance l'utilisation d'électricité des clients pendant les événements de pointe de la demande en ajustant leurs points de consigne de chauffage ou de climatisation lors de "défis", que les utilisateurs peuvent choisir de ne pas suivre (avec certaines limites). Environ 4% des clients de l'organisme local de services publics (157 000) ont participé à l'un ou l'autre de ces programmes, et une moyenne de 157 MW par événement de pointe

3. Méthodologie

Les données pour cette étude ont été collectées via un sondage en ligne distribué à l'automne 2022 à travers le Québec, en anglais et en français, les deux langues officielles du Canada. Le sondage a été approuvé par le comité d'éthique de la recherche de l'université des auteurs et a été distribué par plusieurs canaux, y compris des listes de diffusion et les médias sociaux. La distribution incluait un tirage au sort pour cinq bons d'achat de 100 dollars afin d'encourager la participation. Le sondage a été consulté par 1113 personnes via la liste de diffusion et 827 via les médias sociaux, les soumissions enregistrées étant respectivement de 512 et 288. En d'autres termes, le taux de réponse était de 35 % pour le canal de la liste de diffusion et de 46 % pour le canal des médias sociaux. Le sondage se composait de trois principales sections : a) le comportement en matière de gestion de la demande de puissance, b) les habitudes de consommation d'énergie et c) les informations démographiques. Le sondage a été conçu sous une forme dynamique pour suivre différents chemins en fonction des réponses des participants. Les chemins sélectionnés pour le sondage sont basés sur la participation au programme de gestion de la demande, le type de programme de GDP, la disponibilité du contrôle du thermostat et la disponibilité d'un véhicule électrique et d'une station de recharge. Ces chemins peuvent être consultés via le diagramme de flux présenté à la Figure 1.

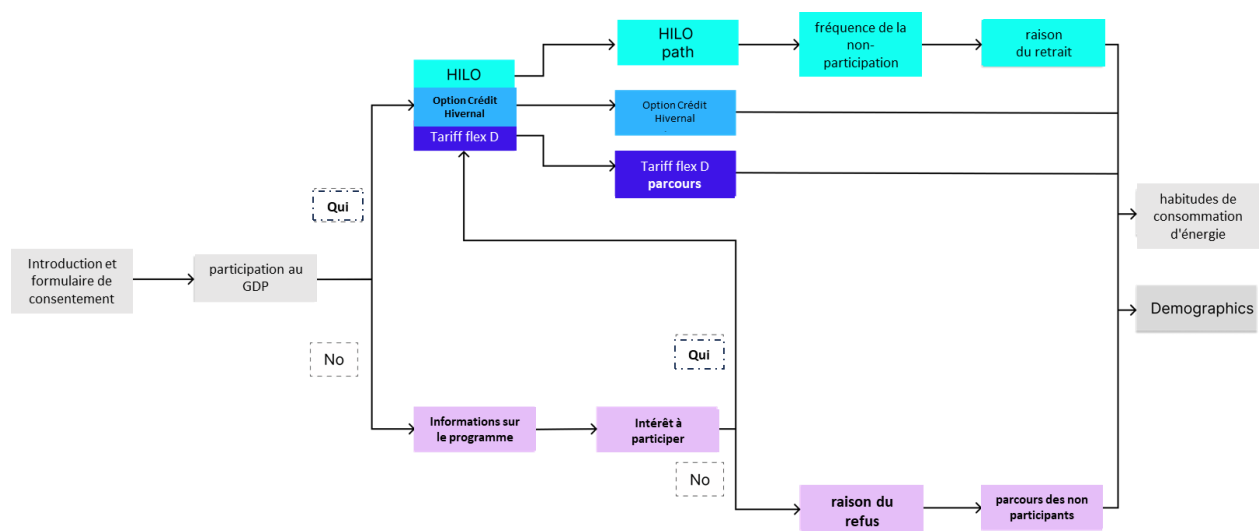


Figure 1 Aperçu des chemins du sondage

L'accent principal du sondage était mis sur l'expérience des répondants avec les programmes de gestion de la GDP d'Hydro-Québec tels que l'Option Crédit Hivernal, le Tarif Flex D ou Hilo. Cette section a cherché à comprendre les facteurs incitatifs pour l'inscription à ces programmes ainsi que les comportements durant les périodes de demande de pointe, comme les ajustements du thermostat. Pour ceux qui n'avaient pas participé à un programme de GDP, le sondage a été conçu pour recueillir leurs opinions et les comportements potentiels s'ils devaient s'inscrire à de telles initiatives.

D'autres sections du sondage se sont penchées sur des sujets pertinents supplémentaires. Une partie a examiné les habitudes de télétravail, permettant une meilleure compréhension des modèles quotidiens d'utilisation de l'énergie. Le contrôle sur les thermostats domestiques, les réglages de température préférés, les méthodes de chauffage de la maison et de l'eau, ainsi que les appareils disponibles ont également été explorés. Le sondage a également enquêté sur les moments d'utilisation de l'énergie pour divers appareils tout au long de la journée. Enfin, des informations démographiques ont été collectées, capturant des détails sur le type de logement, le statut de propriétaire, le genre, l'âge, le niveau d'éducation, la composition du ménage, le revenu annuel et la profession. Ces données visaient à fournir un tableau plus complet des répondants, permettant une analyse nuancée de leurs attitudes et comportements envers les GDP programmes.

3.1 Plan d'analyse des données

Le processus d'analyse des données a impliqué plusieurs étapes minutieuses pour garantir l'intégrité et la validité des résultats. Initialement, les réponses au sondage ont été séparées en fonction de la langue et du canal de distribution. Pour standardiser l'analyse, les réponses en français ont été traduites en anglais. Par la suite, tous les ensembles de données individuels ont été combinés pour permettre des procédures de nettoyage des données uniformes.

Durant la phase de nettoyage des données, une attention particulière a été accordée à l'élimination des entrées redondantes, des données incomplètes et des réponses qui semblaient précipitées (remplies en moins de 5 minutes) ou contradictoires. Cette approche rigoureuse a conduit à la conservation de 472 réponses valides, ce qui représente 87 % des données globales collectées, jugées adaptées à un examen statistique. La première étape de la phase analytique

s'est concentrée sur la détermination des distributions de fréquence et des pourcentages. Ceci a fourni un aperçu des caractéristiques démographiques et domestiques des répondants. Un point critique d'intérêt était de discerner le taux d'inscription dans chacun des trois programmes prédominants offerts par le fournisseur local d'énergie. Ceci a été accentué en explorant la composition démographique des participants et des non-participants à chaque programme. Ensuite, l'analyse s'est orientée vers la compréhension des comportements pendant les périodes de demande de pointe. Ici, une approche comparative a été adoptée : contrastant les comportements des répondants inscrits à l'un des trois programmes de services publics avec ceux qui ne l'étaient pas. Ce dernier groupe, cependant, a fourni des idées sur la manière dont ils auraient pu se comporter s'ils avaient été inscrits. Pour conclure l'analyse, l'accent a été mis sur la distinction des variables contextuelles ayant une incidence sur la participation pendant les périodes de demande de pointe. Des distinctions entre les comportements réels des répondants inscrits et les comportements hypothétiques des répondants non inscrits ont été faites pour assurer une compréhension complète des facteurs influençant l'engagement dans les événements de demande de pointe.

4. Résultats

Les sections suivantes présentent un examen détaillé des données de l'enquête en conformité avec le plan d'analyse mentionné précédemment. La première sous-section offre un aperçu du profil démographique des répondants à l'enquête. Celle-ci est suivie par un examen des caractéristiques spécifiques à leurs foyers. Ensuite, l'accent est mis sur la compréhension des actions prises par les répondants pendant les périodes de forte demande énergétique. La dernière sous-section explore les facteurs potentiels qui auraient pu guider ou influencer ces comportements.

4.2 Aperçu des données démographiques des répondants

Le sondage a attiré une distribution presque égale de répondants masculins et féminins, bien que les hommes soient légèrement plus représentés. La majorité de ceux qui ont participé avaient entre 25 et 44 ans, le groupe d'âge de 25 à 34 ans constituant près de 45% du total. En termes de revenu, les réponses étaient variées, mais près de 60% ont indiqué un revenu ménager inférieur à 100 000 dollars. Environ 17% ont choisi de ne pas divulguer leur revenu. Le niveau d'éducation

était élevé parmi les répondants, plus de 90% ayant au moins un diplôme universitaire. De plus, près des trois quarts des répondants ont déclaré travailler à domicile au moins une fois par semaine. Pour un aperçu plus détaillé, référez-vous à la Figure 2, qui offre un examen approfondi des données démographiques.

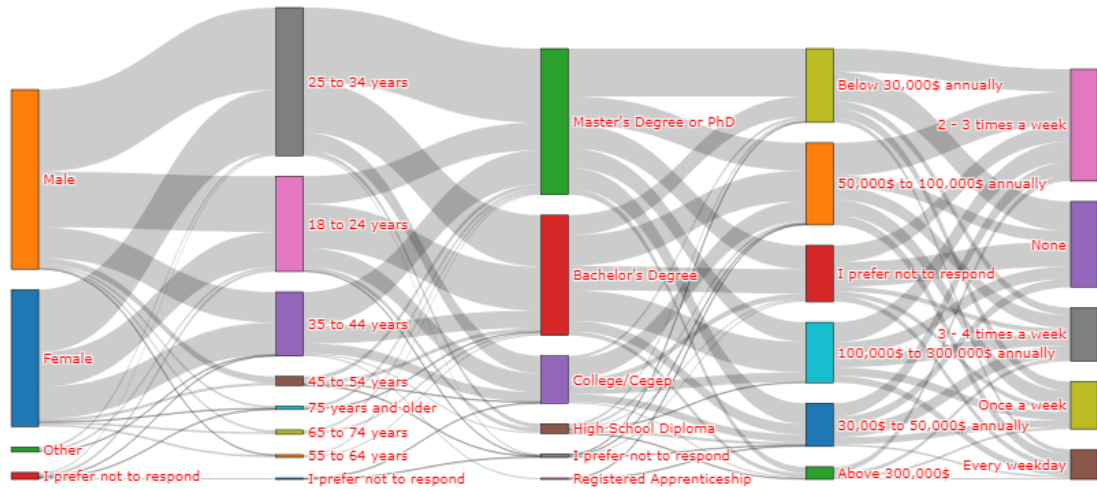


Figure 2 Aperçu des Données Démographiques des Répondants

En ce qui concerne la participation aux GDP programmes, la majorité des répondants (>70%) ont indiqué qu'ils n'ont jamais participé à des programmes de GDP au Québec. Cependant, cette observation était quelque peu attendue, étant donné que seulement environ 4% des clients d'Hydro-Québec sont inscrits à de tels programmes selon les informations de la compagnie [75]. Parmi ceux qui ont indiqué ne pas avoir précédemment participé à ces programmes, plus de 60% ont indiqué qu'ils n'étaient pas du tout familiers avec ces programmes. La Figure 3 offre une répartition de la participation des répondants aux programmes de GDP.

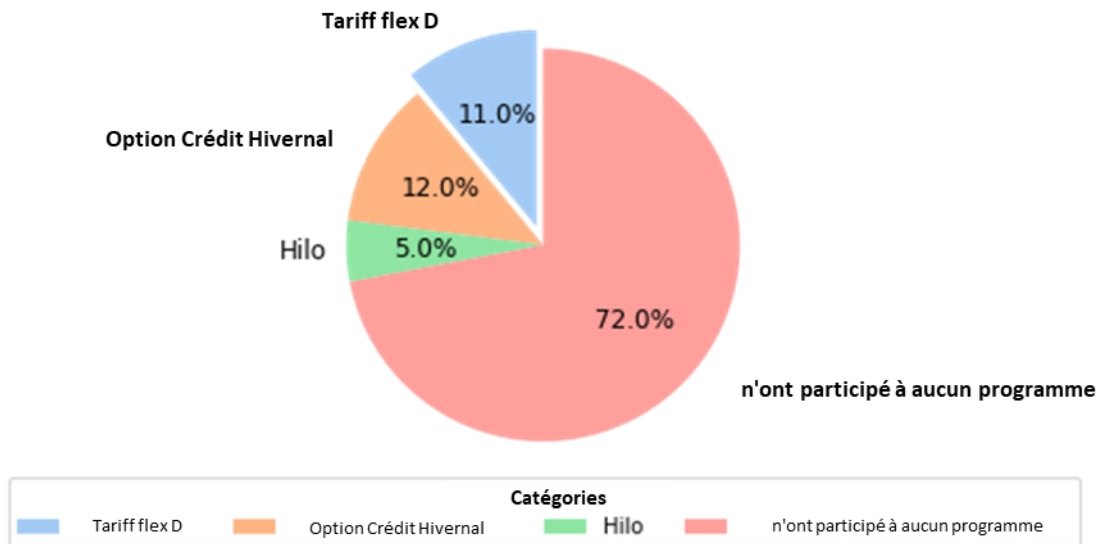


Figure 3 une répartition de la participation des répondants aux programmes de gestion de la demande de puissance (GDP)

4.2 Aperçu des caractéristiques des ménages

Le sondage a révélé une grande variété de types de ménages et de logements parmi les répondants. Environ 60 % vivaient dans des appartements ou des condominiums, tandis que 20 % résidaient dans des maisons individuelles et 15 % supplémentaires dans des maisons jumelées. La taille des ménages variait, mais était plutôt orientée vers des familles plus grandes, car près de la moitié des répondants vivaient dans des ménages de 4 membres ou plus. De plus, une portion considérable (environ 50 %) a signalé avoir un ou plusieurs enfants à la maison, par rapport à un pourcentage plus faible (environ 30 %) qui avaient des personnes âgées dans le ménage.

En ce qui concerne la propriété foncière, un peu plus de 40 % étaient propriétaires de leur logement, une statistique qui correspond à la prévalence plus élevée de la location au Québec par rapport à d'autres régions du Canada. Une autre découverte significative était la préférence pour des températures intérieures plus basses en hiver. Plus de 40 % des répondants réglaient leur thermostat entre 19°C et 21°C, la plage la plus basse proposée dans les options du sondage, tandis que moins de 30 % optaient pour des réglages plus élevés. Des détails supplémentaires, tels que la possession de véhicules électriques (VE) et la disponibilité de stations de recharge pour VE à domicile, peuvent être consultés dans la Figure 4, qui offre un aperçu complet de ces caractéristiques des ménages.

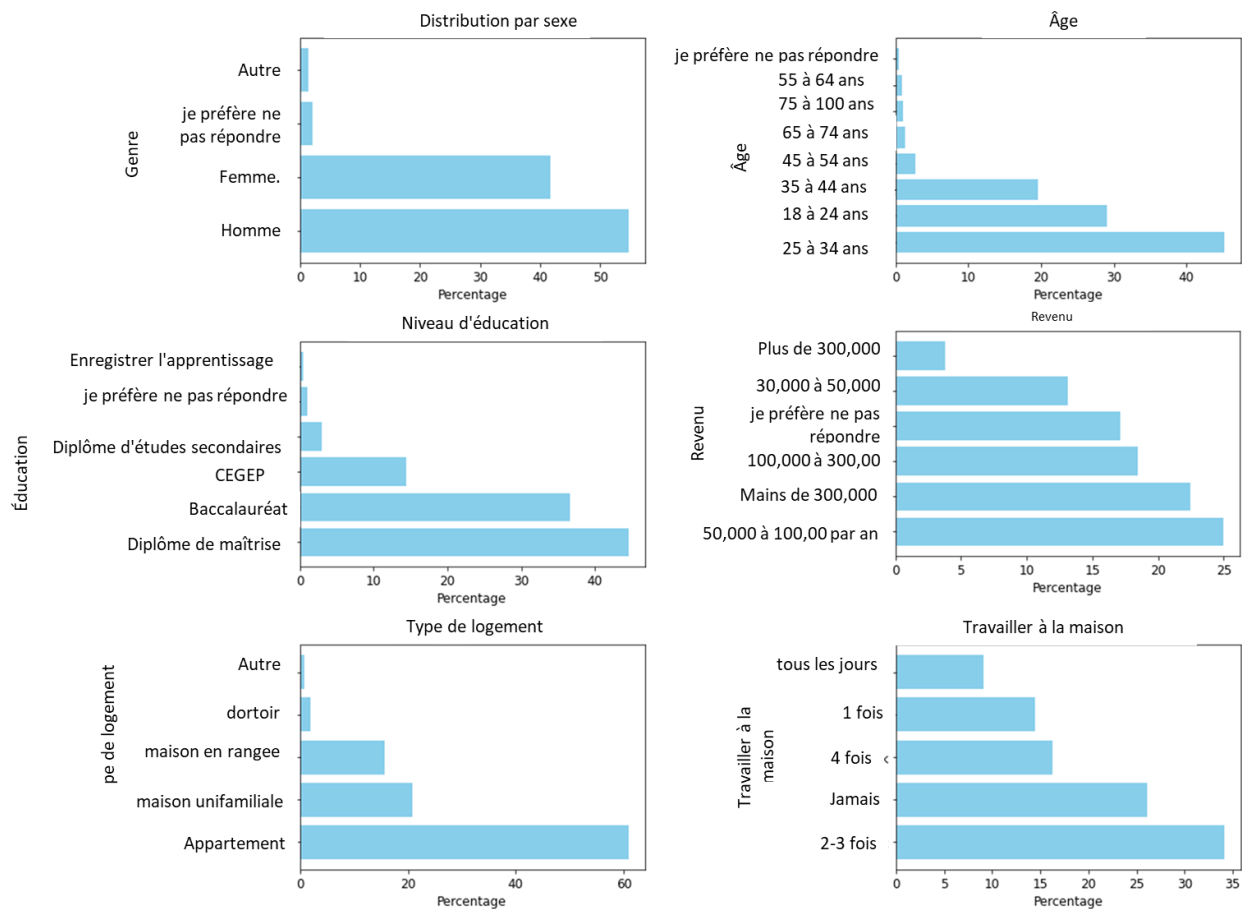


Figure 4 Aperçu des caractéristiques des ménages

Lorsque nous avons examiné les données d'inscription aux trois programmes de services publics, des tendances distinctes ont émergé en termes de niveaux d'éducation des participants. Pour les programmes Tarif Flex D et l'Option Crédit Hiver, les participants semblaient avoir un arrière-plan éducatif varié, avec une répartition presque égale entre ceux détenant un diplôme collégial, un baccalauréat et des diplômes de maîtrise ou de doctorat. Cependant, pour le programme Hilo, il y avait une diminution notable des participants avec un diplôme de maîtrise ou de doctorat.

Fait intéressant, lorsque nous avons examiné les répondants qui n'étaient pas inscrits à un programme mais qui avaient exprimé leur intérêt à le faire, la tendance a changé de manière significative. Dans ce groupe, il y avait une représentation prononcée d'individus avec des qualifications de maîtrise ou de doctorat, en particulier pour le programme Hilo. Comme le montre la Figure 5, cela implique que ceux avec des diplômes avancés, surtout dans le contexte du programme Hilo, peuvent représenter une démographie prometteuse pour l'expansion potentielle de l'inscription au programme au Québec.

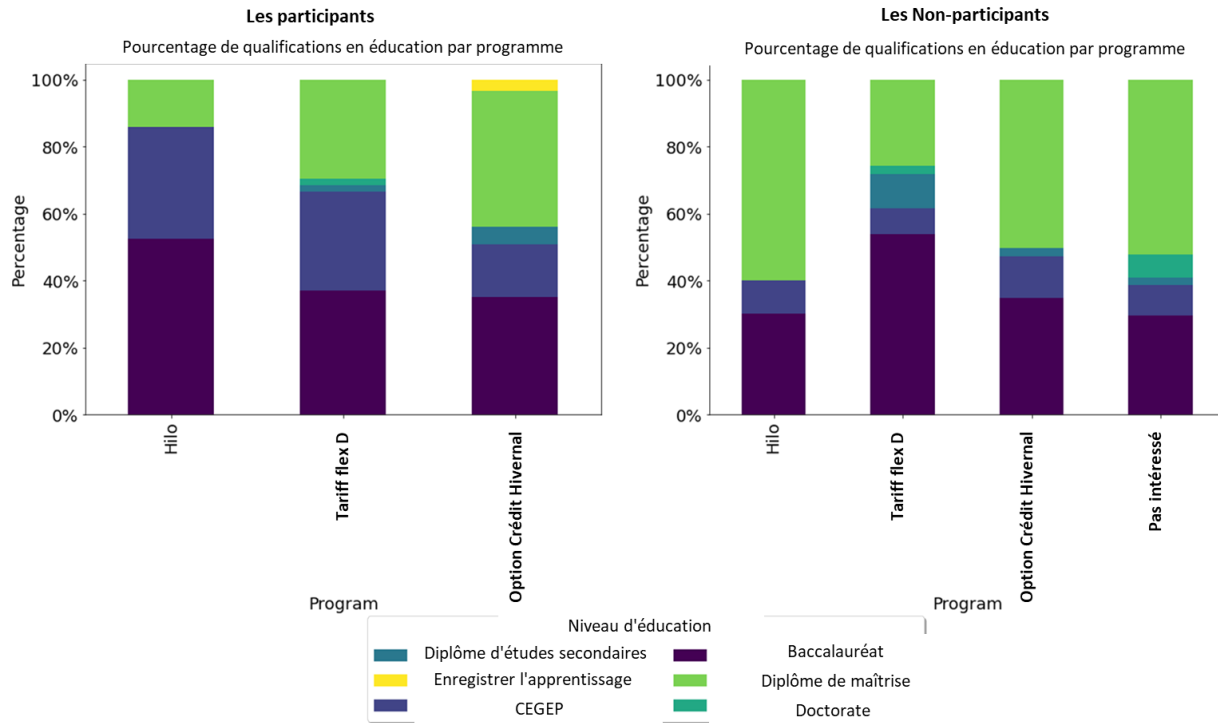


Figure 5 pourcentage de diplômes par programme de GDP

Une tendance notable est apparue lors de l'analyse des données en fonction des niveaux de revenu. Les ménages gagnant moins de 30 000 \$ étaient sous-représentés parmi ceux qui étaient déjà inscrits dans l'un ou l'autre des programmes. Cependant, cette démographie était plus substantiellement représentée parmi les répondants qui ont exprimé une volonté de s'inscrire, en particulier dans l'Option de Crédit d'Hiver, comme illustré dans la Figure 5. Cela suggère que les ménages à faible revenu pourraient être une démographie prometteuse pour une sensibilisation ciblée afin d'augmenter les taux d'inscription à ces programmes de services publics au Québec. Toutefois, il est important d'interpréter ces résultats avec prudence. La validité de ces conclusions dépend de la représentativité de l'échantillon du sondage, qui, si elle n'est pas totalement représentative, pourrait introduire des biais dans les perspectives tirées des données.

4.3 Réponse aux événements de GDP

L'étude a exploré le comportement des occupants pendant les périodes de demande énergétique de pointe, en comparant ceux qui avaient participé aux programmes de gestion de la GDP d'Hydro-Québec à ceux qui ne l'avaient pas fait. Il est à noter qu'une grande partie du deuxième groupe (~40%) n'était même pas au courant de l'existence de ces programmes. Cela met en lumière un manque de sensibilisation qui pourrait être abordé grâce à des efforts de marketing et de communication plus efficaces. Figure 6 (a)

présente un aperçu des raisons avancées par les répondants pour ne pas participer à aucun des GDP programmes d'Hydro-Québec. Pendant ce temps, la Figure 6 (b) détaille les incitatifs que les répondants ont suggérés qui les motiveraient à participer à de tels programmes. Les données indiquent qu'un manque de sensibilisation est un obstacle significatif à l'inscription. Ceci pourrait être particulièrement impactant pour ces segments de la population, tels que les ménages à faible revenu, qui ont été identifiés comme étant plus disposés à s'inscrire à ces programmes. Augmenter la sensibilisation pourrait donc être une double opportunité : non seulement pour stimuler la participation globale au programme, mais aussi pour rendre les avantages de ces programmes plus équitablement accessibles.

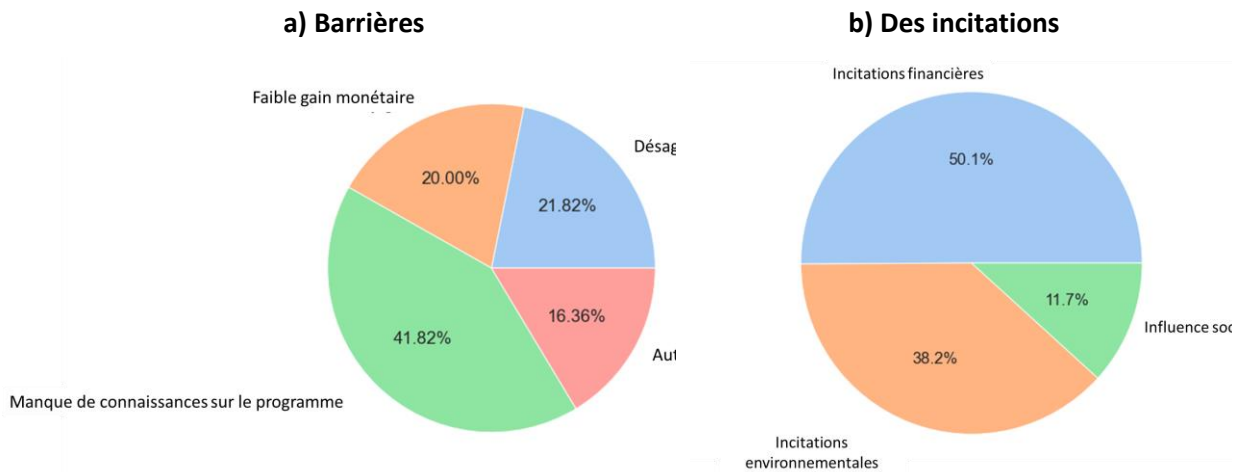


Figure 6 incitations et obstacles à l'inscription aux programmes de GDP

En analysant le comportement des participants concernant les ajustements du thermostat pendant les événements de demande de pointe, une différence nette a été observée entre ceux qui avaient déjà participé à des programmes de gestion de la demande de puissance (GDP) et ceux qui ne l'avaient pas fait. Pour les répondants ayant une expérience passée avec les programmes de GDP, une fraction minime, environ 8 %, a mentionné qu'ils ne changeraient pas les réglages de leur thermostat lorsqu'ils sont informés d'événements de demande de pointe. Cela indique une forte adhésion aux objectifs du programme parmi les participants inscrits. En revanche, parmi le groupe qui n'était inscrit à aucun programme de GDP, le pourcentage de ceux réticents à modifier les réglages de leur thermostat était nettement plus élevé, près de 20 %. En examinant de plus près les données des répondants disposés à ajuster les réglages de leur thermostat, nous avons noté que la grande majorité (environ 70 %) affichait un comportement similaire en termes de degré d'ajustement. Ils ont surtout choisi de diminuer leurs points de consigne d'une petite marge de 1-2°C ou d'une marge légèrement plus grande de 2-3°C. Cela montre que la volonté de participer ne se traduit pas toujours par des mesures drastiques, mais plutôt par des

ajustements subtils qui, collectivement, peuvent avoir un impact significatif sur la demande énergétique pendant les heures de pointe. La Figure 7 représente visuellement ces résultats, élucidant les différences et les similarités dans les comportements d'ajustement du thermostat entre les deux groupes.

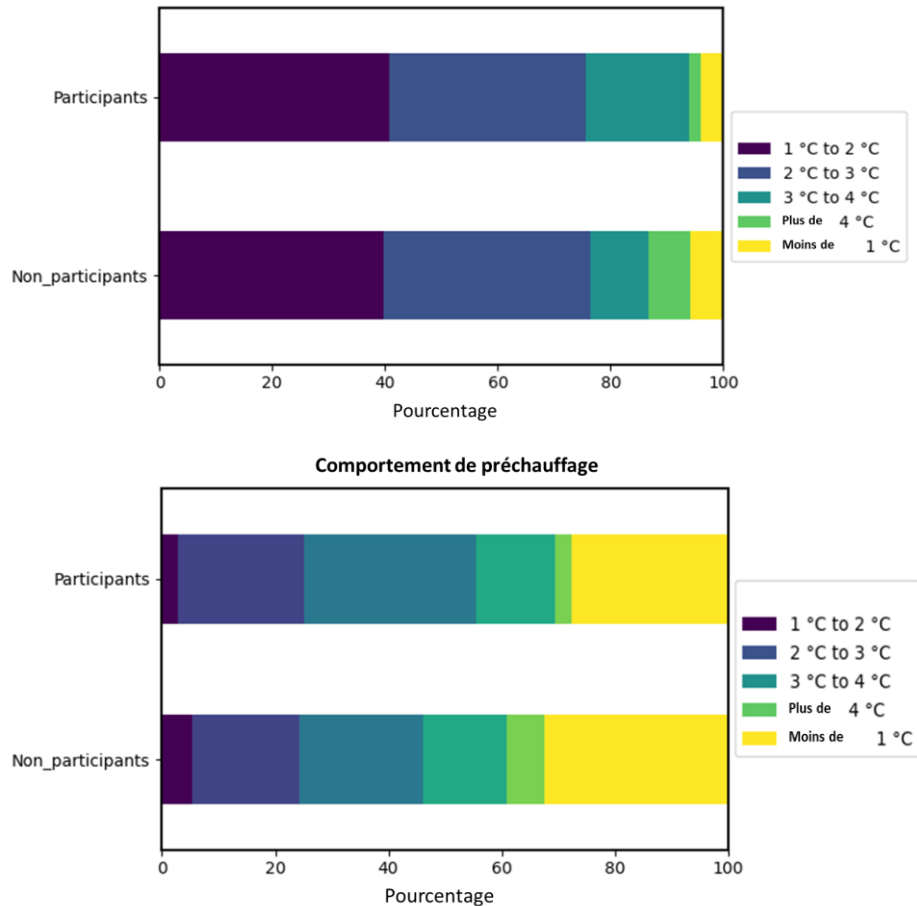


Figure 7 pourcentage de la température de consigne acceptée du thermostat pendant l'événement GDP et l'événement de préchauffage.

En plus de modifier les réglages du thermostat en réponse aux notifications de gestion de la demande de puissance (GDP), le sondage a demandé aux répondants quelles autres actions possibles ils pourraient prendre pour réduire leur consommation d'énergie. Les réactions n'ont pas montré de différences significatives entre ceux qui avaient déjà participé à des programmes de GDP et ceux qui ne l'avaient pas fait. De manière intéressante, les deux catégories de répondants ont généralement indiqué qu'ils "éteindraient les lumières" et "ajusteraient les niveaux du thermostat" comme actions les plus probables. Ceci était suivi par "reprogrammer les activités de lavage ou de lave-vaisselle," comme illustré dans la Figure 8.

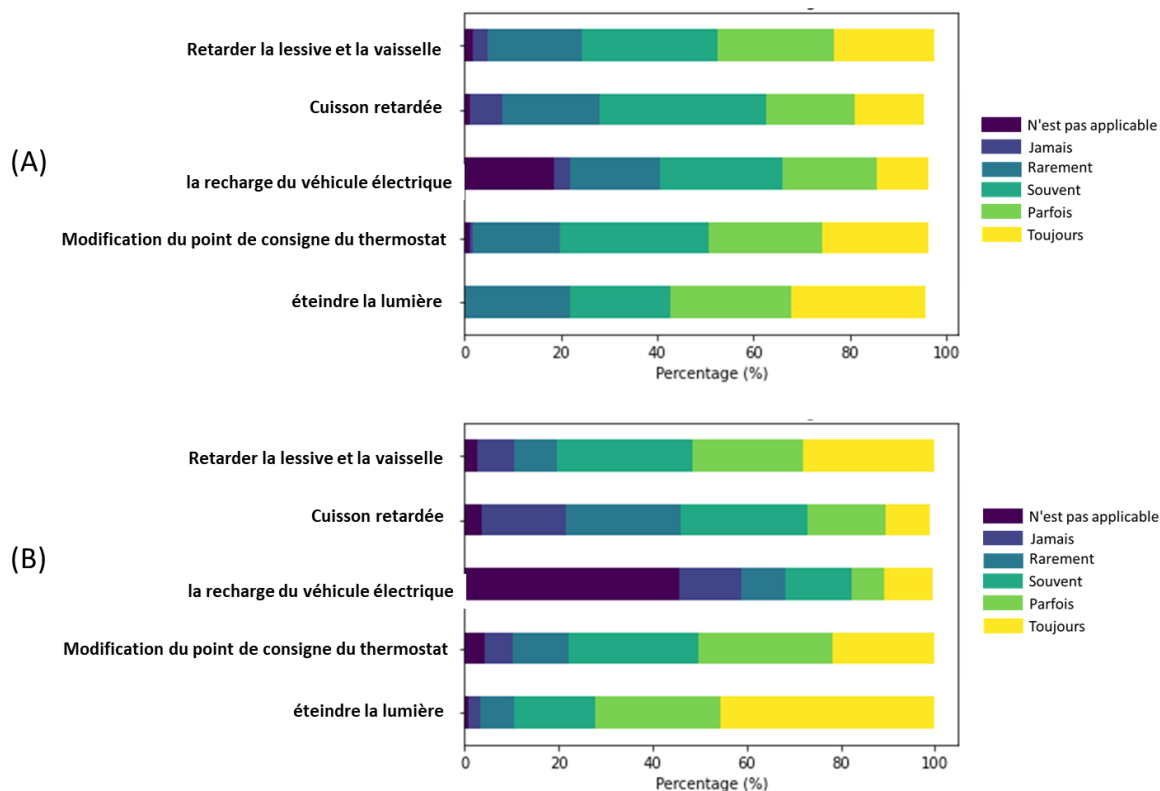


Figure 8 fréquence des activités de déplacement pendant les événements de GDP a) participants, b) non-participants

4.4 Facteurs qui influencent la participation des occupants.

Une analyse détaillée des facteurs qui influencent la participation des occupants aux événements de demande de pointe a également été réalisée. Pour les personnes interrogées qui ont déjà participé à Hilo, qui implique un DLC, il a été constaté qu'environ 30 % d'entre elles ont choisi de ne pas participer ou d'annuler les modifications apportées à leurs thermostats moins de 10 fois l'année dernière, tandis qu'environ 40 % l'ont fait entre 10 et 15 fois. Les principales raisons qui ont conduit à l'annulation sont presque également réparties entre l'inconfort thermique, la durée de l'événement et le désagrément général. Pour ceux qui ont participé à des programmes qui n'impliquaient pas de DLC (c'est-à-dire qu'ils ne recevaient des notifications d'événements de demande de pointe que 24 heures à l'avance), la grande majorité (>80%) était d'accord ou tout à fait d'accord pour dire que le fait d'avoir des thermostats intelligents leur permettrait de participer plus facilement, comme le montre la Figure 9.

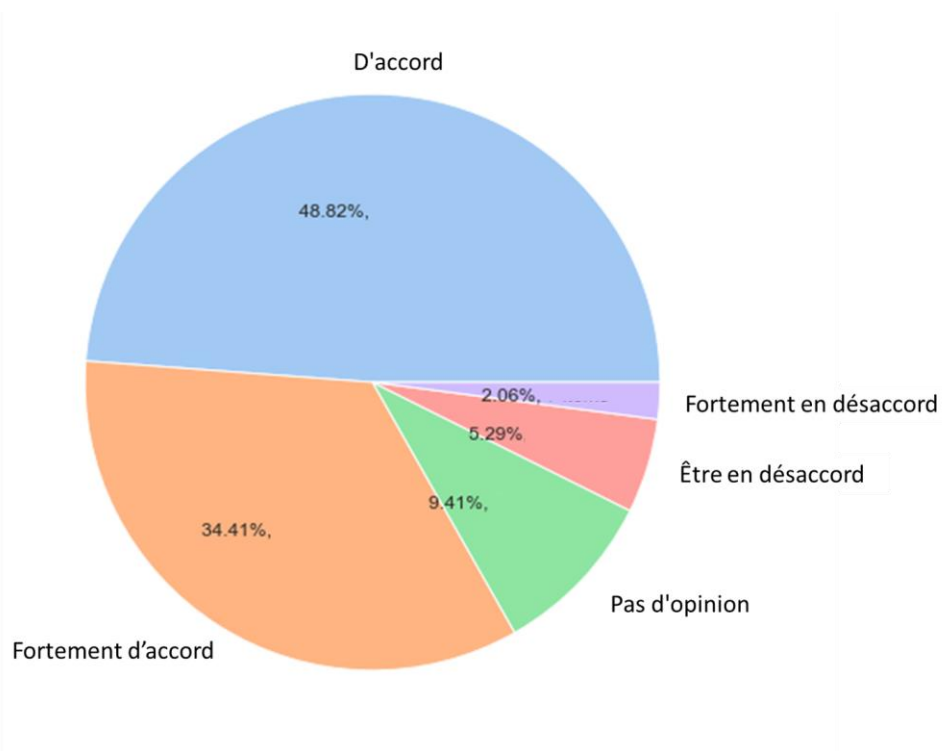


Figure 9 l'acceptation par les répondants du rôle du thermostat intelligent pour faciliter l'inscription à des GDP programmes.

L'analyse subséquente a examiné comment divers facteurs situationnels, tels que la présence d'enfants ou de personnes âgées à la maison, le télétravail ou la possession d'appareils intelligents pour la maison, ont influencé la participation pendant les périodes de forte demande énergétique. Parmi ceux qui avaient déjà participé à des programmes de gestion de la demande de puissance (GDP), ces éléments situationnels ont généralement facilité leur ajustement des réglages du thermostat, suivi par le report de la charge des véhicules électriques et la modification des horaires de cuisson. À l'inverse, pour ceux qui n'avaient jamais participé à de tels programmes, les mêmes facteurs situationnels ont surtout facilité les ajustements du thermostat également, mais étaient ensuite les plus influents pour les encourager à éteindre les lumières et à reprogrammer les tâches de lavage ou de lave-vaisselle. La Figure 10 offre des informations supplémentaires, montrant la proportion de participants influencés par chaque facteur pour prendre des mesures spécifiques d'économie d'énergie. Les tendances divergentes entre les participants expérimentés et inexpérimentés pourraient être attribuées à une meilleure compréhension, de la part des premiers, des actions les plus impactantes pour réduire la demande énergétique de pointe.

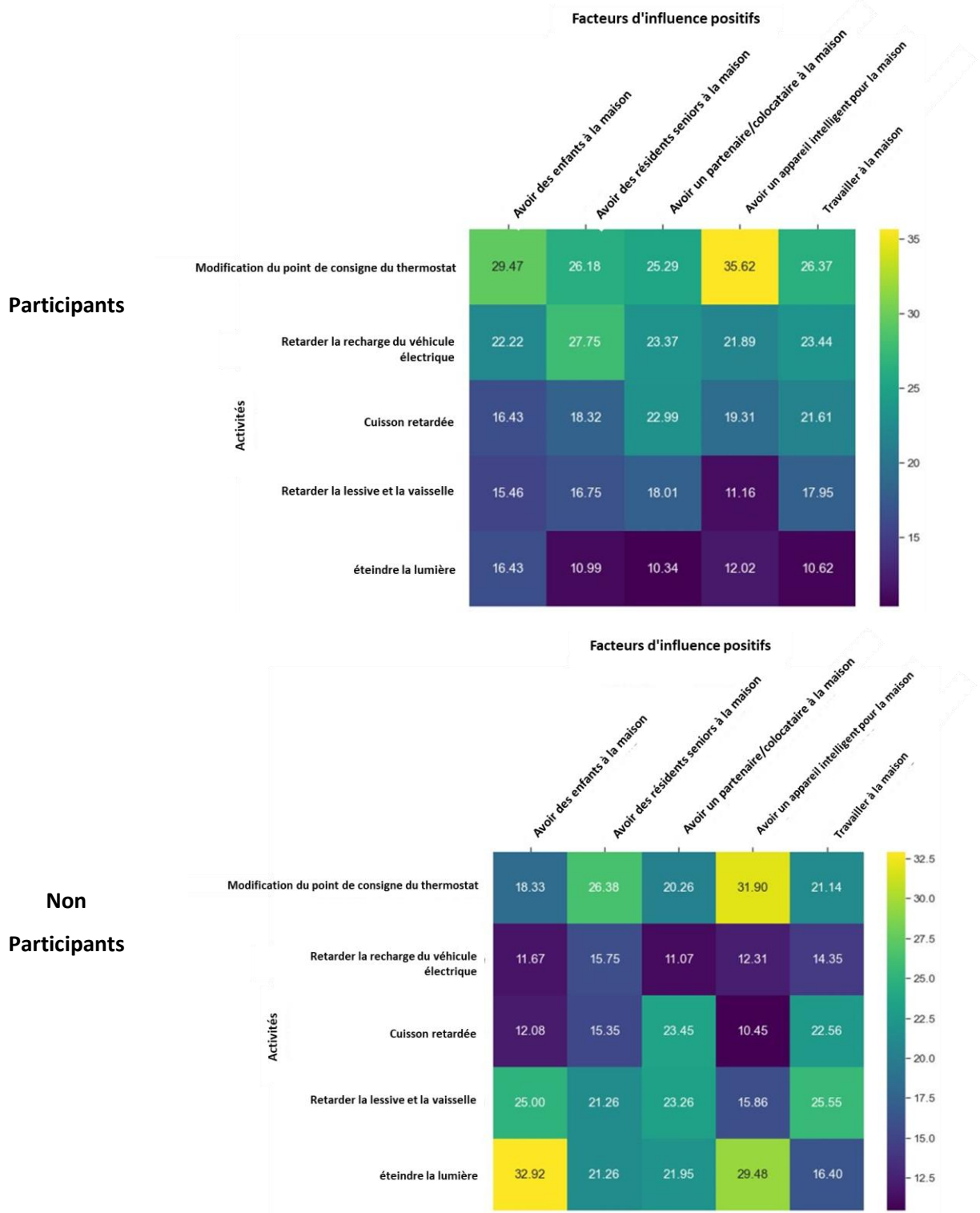


Figure 10 facteurs influençant l'inscription aux GDP programmes.

5. Discussion et conclusion

Cette étude présente l'une des premières enquêtes détaillées sur les perceptions et les comportements de participation des occupants aux programmes de gestion de la demande de puissance (GDP) au Québec, Canada. Les résultats indiquent généralement que malgré la participation limitée à ces programmes, il existe un très grand potentiel pour leur expansion. En effet, de nombreux répondants n'étaient pas du tout familiarisés avec eux mais étaient intéressés à y participer. Les résultats ont également mis en évidence certains des principaux secteurs démographiques qui pourraient être plus enclins à participer à ces programmes, par rapport à la répartition démographique actuelle des participants (par exemple, les clients ayant des diplômes supérieurs, ainsi que les ménages à faible revenu). Les facteurs contextuels qui influencent le comportement des occupants pendant les périodes de forte demande, ainsi que leur effet sur différentes actions d'économie d'énergie, ont également été identifiés. Ces informations sont précieuses pour le développement et l'amélioration ultérieurs des programmes de GDP dans la province. Par exemple, il a été noté que plus de 80% des répondants étaient soit d'accord soit tout à fait d'accord avec l'idée que la possession de thermostats intelligents faciliterait leur participation à l'un des trois programmes de GDP. Ces résultats peuvent aider les fournisseurs de services publics à maximiser la participation à leurs programmes, par exemple en subventionnant le coût des thermostats intelligents pour ceux qui participent à l'un des programmes (actuellement, de telles subventions ne sont fournies que pour un seul programme de GDP, Hilo).

Il est important de noter que les résultats rapportés ne sont pas garantis pour être représentatifs de l'ensemble de la population du Québec, en particulier parce que les auteurs n'ont pas utilisé une approche d'échantillonnage statistique lors de la collecte des réponses au sondage en raison de contraintes logistiques et financières. Au lieu de cela, le sondage a été distribué sur plusieurs listes de diffusion et canaux de médias sociaux. Par conséquent, bien que les réponses aient été collectées de manière aléatoire, il y avait probablement une représentation plus élevée de répondants dans la région de Montréal, où les auteurs sont situés, par rapport à d'autres parties de la province. Les répondants représentaient également une démographie relativement plus jeune, avec peu de répondants de plus de 45 ans. Une tendance similaire a également été observée en ce qui concerne le niveau d'éducation des répondants, avec un pourcentage relativement plus élevé de répondants ayant des diplômes de maîtrise ou de doctorat, ce qui n'est probablement pas représentatif de l'ensemble de la population en raison de la proximité des répondants avec les listes de diffusion des auteurs qui travaillent dans l'enseignement supérieur. Cela dit, le nombre relativement important de réponses valides (472) et le fait que la plupart des autres attributs démographiques étaient généralement bien répartis parmi tous les répondants

suggèrent que bon nombre des conclusions de l'étude peuvent au moins indiquer certaines tendances générales au sein de la population.

Alors que cette étude a permis une meilleure compréhension des attitudes et des préférences des Québécois en ce qui concerne les programmes de GDP, les travaux futurs se concentreront sur l'élargissement de l'analyse de ces résultats grâce à des groupes de discussion et des entretiens détaillés. Ces stratégies aideront à découvrir certaines des subtilités des différents facteurs qui influencent les décisions des clients de s'inscrire à ces programmes de GDP, ainsi que leur comportement de participation lors d'événements spécifiques de forte demande. L'objectif ultime de cette recherche est de fournir des données d'entrée statistiques valides pour le développement de modèles basés sur des agents qui représentent les clients résidentiels et la diversité de leurs approches de participation aux programmes de GDP. Ces modèles seront essentiels pour les études futures qui visent à étudier différents scénarios de gestion de la demande côté consommation dans le secteur résidentiel à l'échelle du quartier et de la ville. Par conséquent, les résultats présentés constituent une première étape vers la réalisation de cet objectif et, en fin de compte, guident la conception et la mise en œuvre de nouveaux programmes de GDP pour garantir une prise en charge significative et continue par les consommateurs.

Annexe

1- Formulaire d'introduction et de consentement

L'introduction suivante est utilisée

“Des chercheurs de l'Université Concordia réalisent ce sondage dans le cadre d'un projet de recherche afin de mieux comprendre les raisons qui poussent les clients d'Hydro-Québec à participer aux programmes de tarification dynamique offerts. Cette recherche vise également à évaluer les habitudes d'utilisation d'énergie des résidents ainsi que leurs corrélations avec les caractéristiques démographiques.

Les résultats de ce sondage seront tenus anonymes et seront uniquement utilisés à des fins de recherche par les chercheurs de l'Université Concordia. Le participant peut se désinscrire du sondage, s'il ne souhaite pas le compléter.

Nous vous remercions d'avance de votre collaboration”

2- Questions

2.1-Avez-vous participé à l'un des programmes de tarification dynamique d'Hydro-Québec mentionnés ci-dessous? Si oui, lequel?

A Option de Crédit Hivernal

B Tarif Flex D

C Hilo

D Je ne suis pas sûr, j'ai besoin de plus d'informations

E Non, je n'ai pas participé à l'un de ces programmes

2.2- Cheminement si le répondant choisit (Option de Crédit Hivernal, Tarif flexible D, et Hilo)

2.2.1- Quel(s) facteur(s) vous à le plus encouragez à participer au programme Option de Crédit Hivernal?

Choisissez-en autant que vous voulez

- A Incitations monétaires
- B Facteurs environnementaux
- C L'influence sociale
- D Autre

2.2.2- En participant au programme Option de Crédit Hivernal, j'ai pu réduire ma consommation en énergie et de ce fait, réduire ma facture d'électricité.

- A Tout à fait d'accord (plus de 10% d'économie)
- B D'accord (moins de 10% d'économie)
- C Neutre (le prix n'a pas changé)
- D Pas d'accord (le prix à augmenté de moins que 10%)
- E Pas du tout d'accord (le prix à augmenté de plus que 10%)

2.2.3- Il serait plus facile de participer au programme Option de Crédit Hivernal si j'avais un système de maison intelligente et/ou un thermostat intelligent

- A Tout à fait d'accord
- B D'accord
- C Neutre
- D Pas d'accord
- E Pas du tout d'accord

2.2.4- Quelles méthodes avez-vous utilisées afin de réduire votre consommation en énergie durant les événements de pointe et à quelle fréquence les avez-vous utilisées?

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours	Non Applicable
Éteindre les lumières	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diminuer le point de réglage de votre thermostat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Retarder la recharge d'un véhicule électrique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Éviter de cuisiner durant ces heures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Repousser le lavage du linge et de la vaisselle	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2.2.5- Avez-vous utilisé d'autres techniques afin de réduire votre consommation en énergie durant les événements de pointe? Si oui, lesquelles?

Cette question n'est pas obligatoire

2.2.6- Si vous avez changé le point de réglage de votre thermostat en réponse à une notification d'Hydro-Québec, de combien de degrés l'avez-vous modifié en moyenne?

- A Moins de 1°C
- B 1°C à 2°C
- C 2°C à 3°C
- D 3°C à 4°C
- E Plus de 4°C
- F Je n'ai pas changé le point de réglage de mon thermostat

2.2.6.1- Avez-vous augmenté la température de votre maison en prévision des événements de pointe durant les mois hivernaux? Si oui, de combien de degrés?

A Moins de 1°C

B 1°C à 2°C

C 2°C à 3°C

D 3°C à 4°C

E Plus de 4°C

F Je n'ai pas augmenté la température de ma maison en prévision des événements de pointe

2.2.6.2- Comment ajustez-vous le point de réglage de votre thermostat après les événements de pointe pendant les mois hivernaux?

A Sous le point de réglage habituel

B Remettre au point de réglage habituel

C Au-dessus du point de réglage habituel

D Je n'ajuste pas le point de réglage après les événements de pointe

2.2.7- Si vous receviez une notification la nuit précédant les événements de pointe, quelles activités seriez-vous prêt à déplacer selon l'heure de l'événement?

	00:00 à 6:00	9:00 à 16:00	20:00 à 00:00	Non Applicable
Cuisiner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lessive	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Recharger la voiture électrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Douche/Bain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utiliser le lave-vaisselle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2.8- Quels facteurs ont **positivement** influencé vos activités d'économie d'énergie? (c'est-à-dire, qui vous a aidé à déplacer ces activités pendant les événements de pointe)

	Éteindre les lumières	le point de réglage de votre thermostat	la recharge d'un véhicule électrique	le cuisiner durant ces heures	le lavage du linge et de la vaisselle	No applic
Avoir des enfants à la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avoir des résidents âgés à la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avoir un partenaire/colocataire à la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avoir des appareils domestiques intelligents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Travailler de la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2.9- Quels facteurs ont *négativement* influencé vos activités d'économie d'énergie? (c'est-à-dire, qui vous a empêché de déplacer ces activités pendant les événements de pointe)

	Éteindre les lumières	le point de réglage de votre thermostat	la recharge d'un véhicule électrique	le cuisiner durant ces heures	le lavage du linge et de la vaisselle	No applic
Avoir des enfants à la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avoir des résidents âgés à la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avoir un partenaire/colocataire à la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avoir des appareils domestiques intelligents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Travailler de la maison	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2.10- Après avoir participé au programme Option de Crédit Hivernal, combien d'argent avez-vous économisé durant les mois hivernaux?

- A Moins de 100\$
- B 100\$ à 200\$
- C 200\$ à 300\$
- D 300\$ à 400\$
- E Plus de 400\$
- F Je ne sais pas

2.2.11- Participer au Option de Crédit Hivernal m'a aidé à prendre conscience de ma consommation énergétique.

- A Tout à fait d'accord
- B D'accord
- C Neutre
- D Pas d'accord
- E Pas du tout d'accord

2.2.12- Il serait plus facile de réduire ma consommation en énergie durant les événements de pointe la fin de semaine plutôt qu'en semaine.

- A Tout à fait d'accord
- B D'accord
- C Neutre
- D Pas d'accord
- E Pas du tout d'accord

Pour les personnes qui ont participé à Hilo

2.2.13- En participant au programme Hilo, dans combien d'événement n'avez-vous pas pu participer durant l'hiver dernier?

A Moins que 10

B 10 à 15

C 15 à 20

D plus que 20

E Je ne sais pas

2.2.14- Quel(s) facteur(s) vous a influencé à ne pas participer aux événements Hilo?

A Inconfort en lien avec la température

B Durée de l'évènement

C Inconvénient

D Autre

2.3- Pour les répondants qui n'ont participé à aucun programme de réponse à la demande

Les mêmes questions seront posées mais dans une approche différente pour enregistrer les intentions et le point de vue des répondants à l'égard des programmes de **réponse à la demande**

De plus, les questions suivantes sont ajoutées à ce parcours.

2.3.1- How familiar were you with demand response programs prior to this survey À quel point étiez-vous familier avec les programmes de réponse à la demande avant ce questionnaire?

- A** Extrêmement familier
- B** Moyennement familier
- C** Un peu familier
- D** Légèrement familier
- E** Pas du tout familier

2.3.2- Après avoir pris connaissance des différents programmes de tarification dynamique d'Hydro-Québec décrits précédemment, seriez-vous intéressé à intégrer ce type de programme dans votre quotidien? Si oui, quel programme choisiriez-vous?

A Oui, je suis intéressé par le programme de l'Option de Crédit Hivernal

B Oui, je suis intéressé par le programme de Tarif Flex D

C Oui, je suis intéressé par le programme de Hilo

D Non, je ne serais pas intéressé à participer à l'un de ces programmes

2.4- Consommation d'énergie et habitudes

2.4.1- Combien de jour par semaine travaillez-vous de la maison?

A Aucun

B Une fois par semaine

C 2 - 3 fois par semaine

D 3 - 4 fois par semaine

E Tous les jours

2.4.2- Avez-vous le contrôle du thermostat de votre maison?

A Oui

B Non

Si le participant répond oui, il sera demandé la question suivante

2.4.2.1- Quelle est la température moyenne de votre maison en hiver?

A Sous 16°C

B 16°C à 18°C

C 19°C à 21°C

D 21°C à 23°C

E 23°C à 25°C

2.4.3- Comment chauffez-vous votre maison en hiver?

Choisissez en autant que vous voulez.

A Plinthes électriques

B Thermopompe

C Fournaise électrique

D Fournaise au gaz naturel

E Chaudière électrique

F Chaudière au gaz naturel

G Je n'ai pas le contrôle du système de chauffage

H Autre

2.4.4- De quelle manière chauffez-vous l'eau dans votre maison?

A Réservoir d'eau chaude électrique

B Réservoir d'eau chaude au gaz naturel

C Thermopompe

D Je ne sais pas

E Autre

2.4.5- À quel moment durant la journée utilisez-vous les éléments suivants?

	6:00 à 9:00	9:00 à 16:00	16:00 à 20:00	20:00 à 00:00	00:00 à 6:00	Non applicable
 Appareils de cuisine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lave-vaisselle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laveuse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sécheuse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Borne pour voiture électrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.5- Questions démographiques

2.5.1- Dans quel type de logement résidez-vous?

- A Maison unifamiliale
- B Appartement/Condominium
- C Semi-détaché/maison de ville
- D Résidence scolaire
- E Autre

2.5.2- Êtes-vous propriétaire de votre logement ou locataire?

- A Propriétaire
- B Locataire

2.5.3- Quels appareils électroménagers avez-vous dans votre maison?

- A Lave-vaisselle
- B Four électrique
- C Cuisinière électrique
- D Micro-onde
- E Laveuse
- F Sécheuse
- G Chauffe-piscine électrique

2.5.4- Avez-vous une voiture électrique?

- A Oui
- B Non

Si le participant répond oui, il sera demandé la question suivante

2.5.4.1- Avez-vous une borne de recharge pour votre voiture électrique à domicile?

- A Oui
- B Non

2.5.4.2- À quel moment avez-vous l'habitude de charger votre véhicule électrique?

- A Lorsque vous arrivez à la maison
- B Durant la nuit
- C Quand la batterie est à moins de 50%
- D Quand la batterie est à moins de 20%
- E Autre

2.5.5- À quel genre vous identifiez-vous?

- A Homme
- B Femme
- C Non-Binaire
- D Transgenre
- E Je préfère ne pas répondre
- F Autre

2.5.6- Quel âge avez-vous?

- A 18 à 24 ans
- B 25 à 34 ans
- C 35 à 44 ans
- D 45 à 54 ans
- E 55 à 64 ans
- F 65 à 74 ans
- G 75 ans et plus
- H Je préfère ne pas répondre

2.5.7- Quel est votre niveau d'éducation?

- A Étude secondaire
- B Diplôme d'étude de professionnel (DEP)/Formation technique
- C Collège/Cégep
- D Baccalauréat
- E Maîtrise ou doctorat
- F Je préfère ne pas répondre

2.5.8- Combien d'enfants résident avec votre maison?

A 0

B 1

C 2

D 3

E 4 ou plus

F Je préfère ne pas répondre

2.5.9- Combien de personnes âgées résident dans votre maison?

A 0

B 1

C 2

D 3

E 4 ou plus

F Je préfère ne pas répondre

2.5.10- Combien de personne résident dans votre maison (incluant vous)?

A 1

B 2

C 3

D 4

E 5 ou plus

F Je préfère ne pas répondre

2.5.11- *Quel est le revenu annuel de votre foyer?*

- A moins de 30,000\$
- B 30,00\$ à 50,000\$
- C 50,000\$ à 100,000\$
- D 100,000\$ à 300,000\$
- E plus de 300,000\$
- F Je préfère ne pas répondre

2.5.12- Quelle est votre occupation?

- A Travailleur à temps plein
- B Étudiant à temps plein
- C Travailleur à temps partiel/bénévole
- D Étudiant à temps partiel
- E Sans emploi
- F Retraité
- G Autre
- H Je préfère ne pas répondre

References

- [1] Pardasani, A., J. A. Veitch, G. R. Newsham, Y. Hu, T. Cormier and S. Hull, "Demand Control of Baseboard Heaters: Lessons Learned from 50-home Pilot Study," *2018 IEEE Electr. Power Energy Conf. EPEC 2018*, 2018.
- [2] Pelletier, F., and A. Faruqi, "Does dynamic pricing work in a winter-peaking climate? A case study of Hydro Quebec," *Electr. J.*, vol. 35, no. 2, p. 107080, 2022.
- [3] Pardasani, A., M. Armstrong, G. Newsham and B. Hanson, "Intelligent management of baseboard heaters to level peak demand," *2016 IEEE Electr. Power Energy Conf. EPEC 2016*, 2016.
- [4] Cardenas, A., C. Guzman and W. Martinez, "EV Overnight Charging Strategy in Residential Sector: Case of Winter Season in Quebec," *Vehicles*, vol. 3, no. 3, pp. 557–577, 2021.
- [5] Public, M., and S. Commission, "Demand Response Market Assessment," pp. 1–52, 2017.
- [6] Stenner, K., E. R. Frederiks, E. V. Hobman and S. Cook, "Willingness to participate in direct load control: The role of consumer distrust," *Appl. Energy*, vol. 189, pp. 76–88, 2017.
- [7] Shipman, R., M. Gillott and E. Naghiyev, "The Mediterranean Green Energy Forum 2013, MGEF-13 SWITCH: Case studies in the demand side management of washing appliances," *Energy Procedia*, vol. 42, pp. 153–162, 2013.
- [8] Blaschke, M. J., "Dynamic pricing of electricity: Enabling demand response in domestic households," *Energy Policy*, vol. 164, no. March, p. 112878, 2022.
- [9] U S Department of Energy, "Benefits of Demand Response in Electricity Markets and Recommendations for Achieving Them," *U.S. Dep. Energy*, no. February, p. 122, 2006.
- [10] Zafar, U., S. Bayhan and A. Sanfilippo, "Home Energy Management System Concepts, Configurations, and Technologies for the Smart Grid," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 119271–119286, 2020.
- [11] Srivastava, A., S. Van Passel and E. Laes, "Assessing the success of electricity demand response programs: A meta-analysis," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 40, no. January 2017, pp. 110–117, 2018.
- [12] Kessels, K., C. Kraan, L. Karg, S. Maggiore, P. Valkering and E. Laes, "Fostering Residential Demand Response through Dynamic Pricing Schemes: A Behavioural Review of Smart Grid Pilots in Europe," *Sustain. 2016, Vol. 8, Page 929*, vol. 8, no. 9, p. 929, Sep. 2016.
- [13] Alasserri, R., A. Tripathi, T. Joji Rao and K. J. Sreekanth, "A review on implementation strategies for demand side management (DSM) in Kuwait through incentive-based demand response programs," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 77, pp. 617–635, Sep. 2017.
- [14] Torriti, J., M. G. Hassan and M. Leach, "Demand response experience in Europe: Policies, programmes and implementation," *Energy*, vol. 35, no. 4, pp. 1575–1583, Apr. 2010.
- [15] Flaim, T., B. Neenan and J. Robinson, "Pilot Paralysis: Why Dynamic Pricing Remains Over-Hyped and Underachieved," *Electr. J.*, vol. 26, no. 4, pp. 8–21, May 2013.
- [16] Gyamfi, S., S. Krumdieck and T. Urmee, "Residential peak electricity demand response—Highlights of some behavioural issues," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 25, pp. 71–77, Sep. 2013.

- [17] CER, “Electricity Smart Metering Technology Customer Behaviour Trials (CBT) Findings Report,” *Append. to Inf. Pap. CER11080a*, no. May, p. 146, 2011.
- [18] Muratori, M., B. A. Schuelke-Leech and G. Rizzoni, “Role of residential demand response in modern electricity markets,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 33, pp. 546–553, 2014.
- [19] Cosmo, V. Di, and D. O’Hora, “Nudging electricity consumption using TOU pricing and feedback: evidence from Irish households,” *J. Econ. Psychol.*, vol. 61, pp. 1–14, 2017.
- [20] Hobman, E. V., E. R. Frederiks, K. Stenner and S. Meikle, “Uptake and usage of cost-reflective electricity pricing: Insights from psychology and behavioural economics,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 57, pp. 455–467, May 2016.
- [21] Parrish, B., P. Heptonstall, R. Gross and B. K. Sovacool, “A systematic review of motivations, enablers and barriers for consumer engagement with residential demand response,” *Energy Policy*, vol. 138, no. December 2019, p. 111221, 2020.
- [22] Stinner, S., K. Huchtemann and D. Müller, “Quantifying the operational flexibility of building energy systems with thermal energy storages,” *Appl. Energy*, vol. 181, pp. 140–154, 2016.
- [23] Li, Y., A. Mojiri, G. Rosengarten and C. Stanley, “Residential demand-side management using integrated solar-powered heat pump and thermal storage,” *Energy Build.*, vol. 250, p. 111234, Nov. 2021.
- [24] Le Dréau, J., and P. Heiselberg, “Energy flexibility of residential buildings using short term heat storage in the thermal mass,” *Energy*, vol. 111, pp. 991–1002, Sep. 2016.
- [25] He, Y., H. Zhou and F. Fahimi, “Modeling and demand-based control of responsive building envelope with integrated thermal mass and active thermal insulations,” *Energy Build.*, vol. 276, p. 112495, Dec. 2022.
- [26] Yin, R. *et al.*, “Quantifying flexibility of commercial and residential loads for demand response using setpoint changes,” *Appl. Energy*, vol. 177, pp. 149–164, Sep. 2016.
- [27] Afzalan, M., and F. Jazizadeh, “Residential loads flexibility potential for demand response using energy consumption patterns and user segments,” *Appl. Energy*, vol. 254, p. 113693, Nov. 2019.
- [28] Sarran, L., H. B. Gunay, W. O’Brien, C. A. Hviid and C. Rode, “A data-driven study of thermostat overrides during demand response events,” *Energy Policy*, vol. 153, p. 112290, Jun. 2021.
- [29] Yilmaz, S., A. Rinaldi and M. K. Patel, “DSM interactions: What is the impact of appliance energy efficiency measures on the demand response (peak load management)?,” *Energy Policy*, vol. 139, no. February, p. 111323, 2020.
- [30] Yamaguchi, Y. *et al.*, “An integrated approach of estimating demand response flexibility of domestic laundry appliances based on household heterogeneity and activities,” *Energy Policy*, vol. 142, 2020.
- [31] Vellei, M., J. Le Dréau and S. Y. Abdelouadoud, “Predicting the demand flexibility of wet appliances at national level: The case of France,” *Energy Build.*, vol. 214, p. 109900, 2020.
- [32] Chrysopoulos, A., C. Diou, A. L. Symeonidis and P. A. Mitkas, “Bottom-up modeling of small-scale energy consumers for effective Demand Response Applications,” *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 35, pp. 299–315, Oct. 2014.

- [33] Gottwalt, S., W. Ketter, C. Block, J. Collins and C. Weinhardt, "Demand side management—A simulation of household behavior under variable prices," *Energy Policy*, vol. 39, no. 12, pp. 8163–8174, Dec. 2011.
- [34] Fischer, D. *et al.*, "Modeling the Effects of Variable Tariffs on Domestic Electric Load Profiles by Use of Occupant Behavior Submodels," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 8, no. 6, pp. 2685–2693, Nov. 2017.
- [35] Nistor, S., J. Wu, M. Sooriyabandara and J. Ekanayake, "Capability of smart appliances to provide reserve services," *Appl. Energy*, vol. 138, pp. 590–597, Jan. 2015.
- [36] Wen, Z., D. O'Neill and H. Maei, "Optimal demand response using device-based reinforcement learning," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 6, no. 5, pp. 2312–2324, Sep. 2015.
- [37] Zhang, J., J. Yan, Y. Liu, H. Zhang and G. Lv, "Daily electric vehicle charging load profiles considering demographics of vehicle users," *Appl. Energy*, vol. 274, no. April, p. 115063, 2020.
- [38] Ramirez-Mendiola, J. L., G. Mattioli, J. Anable and J. Torriti, "I'm coming home (to charge): The relation between commuting practices and peak energy demand in the United Kingdom," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 88, p. 102502, Jun. 2022.
- [39] Kim, J. D., and M. Rahimi, "Future energy loads for a large-scale adoption of electric vehicles in the city of Los Angeles: Impacts on greenhouse gas (GHG) emissions," *Energy Policy*, vol. 73, no. 2014, pp. 620–630, 2014.
- [40] Muratori, M., "Impact of uncoordinated plug-in electric vehicle charging on residential power demand," *Nat. Energy*, vol. 3, no. 3, pp. 193–201, 2018.
- [41] Parrish, B., P. Heptonstall, R. Gross and B. K. Sovacool, "A systematic review of motivations, enablers and barriers for consumer engagement with residential demand response," *Energy Policy*, vol. 138, p. 111221, Mar. 2020.
- [42] Allcott, H., "Rethinking real-time electricity pricing," *Resour. Energy Econ.*, vol. 33, no. 4, pp. 820–842, Nov. 2011.
- [43] Dütschke, E., and A. G. Paetz, "Dynamic electricity pricing—Which programs do consumers prefer?," *Energy Policy*, vol. 59, pp. 226–234, Aug. 2013.
- [44] Torstensson, D., and F. Wallin, "Exploring the Perception for Demand Response among Residential Consumers," *Energy Procedia*, vol. 61, pp. 2797–2800, Jan. 2014.
- [45] Carmichael, R. *et al.*, "Residential consumer attitudes to time-varying pricing (LCL A2)," 2014.
- [46] Bartusch, C., F. Wallin, M. Odlare, I. Vassileva and L. Wester, "Introducing a demand-based electricity distribution tariff in the residential sector: Demand response and customer perception," *Energy Policy*, vol. 39, no. 9, pp. 5008–5025, Sep. 2011.
- [47] Hall, N. L., T. D. Jeanneret and A. Rai, "Cost-reflective electricity pricing: Consumer preferences and perceptions," *Energy Policy*, vol. 95, pp. 62–72, Aug. 2016.
- [48] Fell, M. J., D. Shipworth, G. M. Huebner and C. A. Elwell, "Public acceptability of domestic demand-side response in Great Britain: The role of automation and direct load control," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 9, pp. 72–84, Sep. 2015.

- [49] Buryk, S., D. Mead, S. Mourato and J. Torriti, "Investigating preferences for dynamic electricity tariffs: The effect of environmental and system benefit disclosure," *Energy Policy*, vol. 80, pp. 190–195, May 2015.
- [50] Deme Belafi, Z., T. Hong and A. Reith, "A critical review on questionnaire surveys in the field of energy-related occupant behaviour," *Energy Effic.*, vol. 11, no. 8, pp. 2157–2177, 2018.
- [51] Lehmann, N., D. Sloot, A. Ardone and W. Fichtner, "Willingness to pay for regional electricity generation – A question of green values and regional product beliefs?," *Energy Econ.*, vol. 110, p. 106003, Jun. 2022.
- [52] Hansla, A., A. Gamble, A. Juliusson and T. Gärling, "Psychological determinants of attitude towards and willingness to pay for green electricity," *Energy Policy*, vol. 36, no. 2, pp. 768–774, Feb. 2008.
- [53] Moser, C., "The role of perceived control over appliances in the acceptance of electricity load-shifting programmes," *Energy Effic.*, vol. 10, no. 5, pp. 1115–1127, 2017.
- [54] Schelly, C., "Residential solar electricity adoption: What motivates, and what matters? A case study of early adopters," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 2, pp. 183–191, Jun. 2014.
- [55] Kubli, M., M. Loock and R. Wüstenhagen, "The flexible prosumer: Measuring the willingness to co-create distributed flexibility," *Energy Policy*, vol. 114, pp. 540–548, Mar. 2018.
- [56] Davis, F. D., "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS Q. Manag. Inf. Syst.*, vol. 13, no. 3, pp. 319–339, 1989.
- [57] Wang, N., H. Tian, S. Zhu and Y. Li, "Analysis of public acceptance of electric vehicle charging scheduling based on the technology acceptance model," *Energy*, vol. 258, p. 124804, Nov. 2022.
- [58] Ajzen, I., "The theory of planned behavior," *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.*, vol. 50, no. 2, pp. 179–211, Dec. 1991.
- [59] Sloot, D., N. Lehmann and A. Ardone, "Explaining and promoting participation in demand response programs: The role of rational and moral motivations among German energy consumers," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 84, p. 102431, Feb. 2022.
- [60] Schwartz, D., W. B. De Bruin, B. Fischhoff and L. Lave, "Advertising energy saving programs: The potential environmental cost of emphasizing monetary savings," *J. Exp. Psychol. Appl.*, vol. 21, no. 2, pp. 158–166, Jun. 2015.
- [61] Steg, L., "Values, Norms, and Intrinsic Motivation to Act Proenvironmentally," <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085947>, vol. 41, pp. 277–292, Oct. 2016.
- [62] van der Werff, E., and L. Steg, "The psychology of participation and interest in smart energy systems: Comparing the value-belief-norm theory and the value-identity-personal norm model," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 22, pp. 107–114, Dec. 2016.
- [63] Sloot, D., L. Jans and L. Steg, "Can community energy initiatives motivate sustainable energy behaviours? The role of initiative involvement and personal pro-environmental motivation," *J. Environ. Psychol.*, vol. 57, pp. 99–106, Jun. 2018.
- [64] Gamma, K., R. Mai, C. Cometta and M. Loock, "Engaging customers in demand response programs: The role of reward and punishment in customer adoption in Switzerland," *Energy Res.*

- Soc. Sci.*, vol. 74, no. July 2020, p. 101927, 2021.
- [65] Roth, L., J. Lowitzsch, Ö. Yildiz and A. Hashani, “Does (Co-)ownership in renewables matter for an electricity consumer’s demand flexibility? Empirical evidence from Germany,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 46, pp. 169–182, Dec. 2018.
- [66] Sheeran, P., “Intention—Behavior Relations: A Conceptual and Empirical Review,” <https://doi.org/10.1080/14792772143000003>, vol. 12, no. 1, pp. 1–36, Jan. 2011.
- [67] Nicolson, M. L., M. J. Fell and G. M. Huebner, “Consumer demand for time of use electricity tariffs: A systematized review of the empirical evidence,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 97, pp. 276–289, Dec. 2018.
- [68] Hydro-Québec, “Hydro-Québec Production.” [Online]. Available: <https://www.hydroquebec.com/generation/>.
- [69] Hydro-Québec, “History of electricity generation and consumption data in Québec.” .
- [70] Hydro-Québec, “Strategic plan 2022-2026 - Hydro-Québec,” 2022.
- [71] Hydro-Québec, “Growth in electricity demand expected to continue in Québec.” .
- [72] Gouvernement du Québec, *Mise à niveau 2026 - Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques.* .
- [73] Hydro-Quebec.inc, “Rates for residential customers (domestic rates).” [Online]. Available: <https://www.hydroquebec.com/residential/customer-space/rates/>.
- [74] Gouvernement du Québec, *a Win-Win for Québec and the Planet. Framework Policy on Electrification and the Fight Against Climate Change.* 2020.
- [75] Pelletier, F., and A. Faruqi, “Does dynamic pricing work in a winter-peaking climate? A case study of Hydro Quebec,” *Electr. J.*, vol. 35, no. 2, p. 107080, Mar. 2022.
- [76] Vellei, M., S. Martinez and J. Le Dréau, “Agent-based stochastic model of thermostat adjustments: A demand response application,” *Energy Build.*, vol. 238, p. 110846, 2021.