

L'évaluation des impacts économiques des changements climatiques sur l'industrie serricole du Québec

ALEXIS BRIAND

Laboratoire de recherche de Louis GOSSELIN, Université LAVAL,

Courriel : AEBRI1@ulaval.ca

Mots clés : Changements climatiques, Serriculture, Consommation énergétique et Productivité

Introduction :

L'autonomie alimentaire est devenue une préoccupation importante partout dans le monde. En effet, les événements qui se sont produits ces dernières années comme la crise du Covid-19 ou encore le contexte géopolitique actuel ont ralenti considérablement les échanges mondiaux et impactés grandement l'économie mondiale. Par ailleurs, les enjeux alimentaires ont été exacerbés par l'augmentation de la population ainsi que le dérèglement climatique. Les différents rapports des instances écologiques ont poussé une large majorité des puissances mondiales à mettre en place de nouvelles politiques considérant les changements climatiques afin d'en minimiser les impacts sur les secteurs économiques, notamment celui de l'agriculture. C'est pourquoi le gouvernement du Québec a lancé un appel à projets de recherche pour mieux évaluer l'impact des changements climatiques dans certains domaines, notamment l'agriculture. Le présent projet s'inscrit dans ce programme.

En dix ans, la culture de serres maraîchères au Québec a vu sa superficie plus que doublé ce qui leur a paru constituer une avenue prometteuse pour renforcer l'autonomie alimentaire. En effet, selon les différents rapports du MAPAQ, le nombre d'exploitations pour la culture de légumes est passé de 447 en 2015 à 624 en 2021. De plus, les revenus engrangés ont eux aussi beaucoup évolué passant de 95 millions de dollars à 191 en l'espace de 6 ans. La culture de laitues, tomates, poivrons et concombres domine la production maraîchère en serre.

Dans le cadre de l'Action concertée - Programme de recherche sur les impacts économiques des changements climatiques du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) et du Fonds de recherche du Québec – secteur Nature et technologies (FRQ), le projet vise à quantifier les impacts des changements climatiques sur la consommation énergétique et production des serres, tant à l'échelle d'un seul producteur qu'à l'échelle provinciale. Ce sujet a été entamé par des étudiants de notre équipe dans le passé qui avaient pu étudier la consommation énergétique ainsi que le rendement de tomate au mètre carré pour un archétype de serre sur deux horizons de temps à savoir celui actuel ainsi que celui futur de 2080 [1]. Pour ce faire, ils ont utilisé des données météorologiques de type RCP qui seront détaillées plus amplement par la suite.

Méthodologie :

Le but de la recherche est d'évaluer les impacts économiques des changements climatiques sur l'industrie serricole du Québec. Ceci passera par l'obtention d'un portrait de la consommation énergétique et de la production actuelle et future de la culture de tomates, concombres et laitues qui représentent plus de la moitié de la production de légumes au Québec tout en se basant sur les projections climatiques SSP2-4.5 et

SSP5-8.5 pour trois périodes futures s'étalant de 2011 à 2080. Le but sera d'étudier cela sur plusieurs archétypes de serres avec des paramètres d'entrée différents pour pouvoir représenter un maximum de serres québécoises.

Dans un premier temps, il conviendra de continuer les analyses qui avaient déjà été réalisées en étudiant la production et la consommation énergétique de l'archétype de serre actuel, mais avec les différents scénarios climatiques des différents horizons de temps dans divers endroits du Québec. On pourra étendre l'analyse à plusieurs modèles de serres qui s'approcheront un maximum de celles présentes au Québec. On regardera ensuite les différents paramètres influents sur cette consommation et ce rendement agronomique afin de déterminer quels sont les adaptations qui seraient requises. Cela nous sera utile dans un troisième temps pour évaluer quelles sont les solutions qui minimisent les coûts de production des cultures étudiées. Comme on a pu le voir lors des parties précédentes, plusieurs paramètres varieront afin de trouver de bons rendements ainsi que des consommations énergétiques équivalentes ou plus faibles dans les serres. Pour ce faire, le modèle numérique libre d'accès *GreenLight* sera employé pour simuler d'heure en heure sur une année entière la demande en énergie et la production en fonction des caractéristiques de la serre, du climat extérieur et des stratégies de contrôle. Les résultats serviront ultérieurement à créer un modèle technoeconomique qui aidera à formuler des recommandations sur les meilleures adaptations pour minimiser les coûts totaux. Cette étape de recherche se fera dans un dernier temps lorsque nous aurons réalisé les autres points.

Enfin, toutes ces simulations seront réalisées en n'oubliant pas de prendre en compte les différents scénarios climatiques futurs. Ces fichiers météo issus des Shared Social Pathways (SSP) sont des modèles de prévisions climatiques estimés à partir de conditions socio-économiques de différentes zones géographiques permettant ainsi d'avoir des données météo selon l'influence des populations, des activités et des politiques qui auront eu lieu en fonction des cas plus ou moins optimistes. Par ailleurs, ces résultats auront été comparés au préalable avec des simulations réalisées à partir de données Representative Concentration Pathways (RCP), données climatiques établies à partir de l'estimation de la concentration des gaz à effets de serre et de forçage radiatif dans le futur. La validation des résultats repose sur la comparaison entre les rendements simulés avec les données météorologiques futures et ceux observés aujourd'hui. Si les valeurs concordent, la consommation énergétique estimée par *GreenLight* sera jugée fiable.

Résultats :

Les premiers résultats obtenus ont été la construction des archétypes de serre ainsi que l'étude de la production de tomates et de la consommation énergétique d'une serre pour une zone géographique donnée. La construction des archétypes de serres québécoises a été établie selon plusieurs critères notamment trouvés dans la littérature. Elle a été scindée en trois parties. La première s'axe sur les différents équipements que l'on retrouve habituellement dans les serres. À l'issue des différentes recherches menées, il s'est avéré que les équipements qui seront étudiés lors des différentes simulations sont :

- Les types de lumières en particulier un type de LED et un type de HPS
- Un écran thermique que l'on activera ou non
- Les installations de chauffage notamment la puissance de la chaudière qui sera adaptée à la superficie de la serre
- Un écran d'ombrage que l'on activera ou non
- Un système de refroidissement et de déshumidification que l'on activera ou non à partir d'une température moyenne hebdomadaire qui dépassera les 25°C et qui restera activée jusqu'à la fin de la simulation comme dans l'article de *Marie-Pier Trépanier et al., 2024*.

La deuxième partie quant à elle se centre sur l'identification des différentes superficies des serres québécoises et leur classification dans différents intervalles attitrés. Pour cela, il a fallu dans un premier temps répertorier un maximum de producteurs et mesurer leurs infrastructures afin d'arriver aux proportions

données par le MAPAQ. Par la suite, afin de réduire les intervalles au nombre de 3 catégories (petites, moyennes et grandes serres), une étude sur l'impact de la superficie de la serre, sur la production et la consommation énergétique a montré qu'à partir d'une certaine taille les différences de productions et de consommations énergétiques annuelles pouvaient être considérées comme négligeable une fois la puissance de chauffage adaptée.

Enfin, le troisième point visait à réduire le nombre de stations météorologiques qui était assez important aux vues des nombreuses installations présentes au Québec. Afin d'établir cette liste de stations météo, il a été assumé tout d'abord que les régions administratives du Québec seraient regroupées en 7 zones géographiques avec une station météo par zone. Cela a fait alors passer le nombre de stations de 13 à 7. Afin d'arriver à cela, il fallait montrer que les valeurs d'entrée et de sortie étaient proches entre certaines stations. Pour être plus précis, lorsque la température extérieure, la radiation globale et le taux d'humidité avaient une corrélation supérieure à 0.8, alors il a été estimé que les deux stations météo possédaient les mêmes valeurs d'entrées. De plus, ces informations ont été combinées avec le fait que si la production et la consommation énergétique présentaient une différence relative inférieure à 3.5% donc elles avaient les mêmes valeurs de sorties. Enfin, si les deux critères précédemment mentionnés étaient satisfaits pour deux stations météorologiques, celles-ci pouvaient être considérées comme équivalentes. Ces résultats ont été importants comme travail préliminaire afin de réduire le nombre de simulation à réaliser.

D'autre part, une première étude a été menée sur l'évolution de la production annuelle de tomates ainsi que la consommation énergétique au sein d'une serre se situant aux environs de Montréal pour plusieurs horizons de temps suivant deux scénarios climatiques (SSP2-4.5 et le SSP5-8.5). Ce travail comportait deux objectifs : établir une comparaison avec les résultats obtenus avec *Marie-Pier Trépanier et al., 2024* [1], qui avait réalisé une série de simulations avec des fichiers météos basés sur des scénarios RCP, et réaliser une première estimation quantifiée de l'impact des changements climatiques sur la sericulture pour un cas de figure précis. La serre qui a été modélisée sur le logiciel *GreenLight* mesurait 40 000 m², était équipée d'un système d'éclairage LED, un écran thermique et un chauffage d'une puissance de 300 W/m². Premièrement, la comparaison avec les résultats de [1] a été concluante, car les différences relatives observées sont inférieures à 5% tant pour la consommation énergétique que pour la production annuelle. Ces résultats ont permis de définir pour la suite de la recherche les fichiers SSP comme étant les fichiers d'études ce qui est intéressant car les hypothèses sur lesquelles ils reposent décrivent mieux les tendances futures que les fichiers RCP. Enfin, l'étude du cas présentée auparavant a montré qu'il y aurait une diminution du rendement annuel de tomates par rapport à ce qui est produit actuellement et ce, peu importe l'horizon de temps ou le scénario climatique choisi. Selon le scénario climatique SSP5-8.5, le rendement annuel pourrait diminuer jusqu'à 21 % d'ici 2080. Par ailleurs, la consommation énergétique liée au chauffage et à l'éclairage pourrait être réduite de 24 % à la même échéance, toujours en considérant le scénario le plus pessimiste. Cette diminution sera due en grande partie à la baisse de la consommation en chauffage car les températures moyennes étant plus hautes les besoins en chauffage seront moins conséquents.

Conclusion :

Pour conclure, la consommation énergétique des serres a beaucoup été étudiée dans le monde. Cependant, la grande majorité de ces études ont été réalisées sans prendre en compte l'impact des changements climatiques dans le futur. Par cette présente recherche, le but sera donc d'établir par des simulations, sur le logiciel *GreenLight*, l'évolution de la consommation énergétique à travers le Québec sur différents archétypes de serres. Une fois cette étude faite, il sera intéressant de réaliser un portrait technoeconomique pour aider à établir des nouvelles lignes politiques et mesures d'adaptation pour les producteurs.

Références :

[1] : Marie-Pier Trépanier, Pierre-Olivier Schwarz, Louis Gosselin, “Simulating the impact of climate change on energy consumption and yield in Canadian greenhouse horticulture”, *Sustainable Futures*, 2024
<https://doi.org/10.1016/j.sfr.2024.100354>