Contrôle de chauffe-eau domestique pour la gestion de puissance
CaSA Appareils Connectés Ltée

Rédaction :
Martin Fassier – Coordonnateur du Comité Scientifique – CaSA Appareils Connectés Ltée.

10 juin 2020

Contexte

CaSA est une entreprise fondée en 2014[1] dont la mission est de développer des solutions de contrôle pour les charges électriques résidentielles. Après avoir lancé un thermostat communiquant pour plinthes électriques en 2015, CaSA a introduit un contrôleur de chauffe-eau électrique développé avec la collaboration de Usines Giant Inc, le plus gros manufacturier de chauffe-eau électrique au Canada[2]. Conscient du potentiel de stockage et de services au réseau du parc résidentiel Canadien, CaSA collabore depuis 2015 avec CanmetÉNERGIE, le laboratoire spécialisé en réseaux intelligents de Ressources Naturelles Canada, situé à Varennes. C'est d'ailleurs grâce aux travaux de l'équipe de chercheurs de Canmet que le réel potentiel commercial du parc de chauffe-eau électrique a pu être décodé pour son exploitation.

« Le potentiel collectif de gestion de la demande résidentielle partout au Canada provenant uniquement des utilisations finales de chauffage d'eau et de locaux est estimé à 39 GW/85 GWh. »[3]

Steven Wong, PhD, E&CE; MASc, M.Sci.
Resources Naturelles Canada – CanmetÉNERGIE, Varennes

	BC	AB	SK	MB	ON	QC	NB	NS	PE	NL
No. of EWHs (k)	676	109	72	248	1234	3312	306	216	13	209
Penetration (%)	36%	7%	16%	50%	24%	91%	91%	51%	21%	89%

Tableau 1 – Quantités de chauffe-eau[3]

Au Québec seulement, c'est 1.2 millions de chauffe-eau électriques qui pourraient être mis au service du réseau, soit 91% du parc de chauffe-eau provincial, de très loin la plus forte pénétration de chauffe-eau électriques au Canada[3].

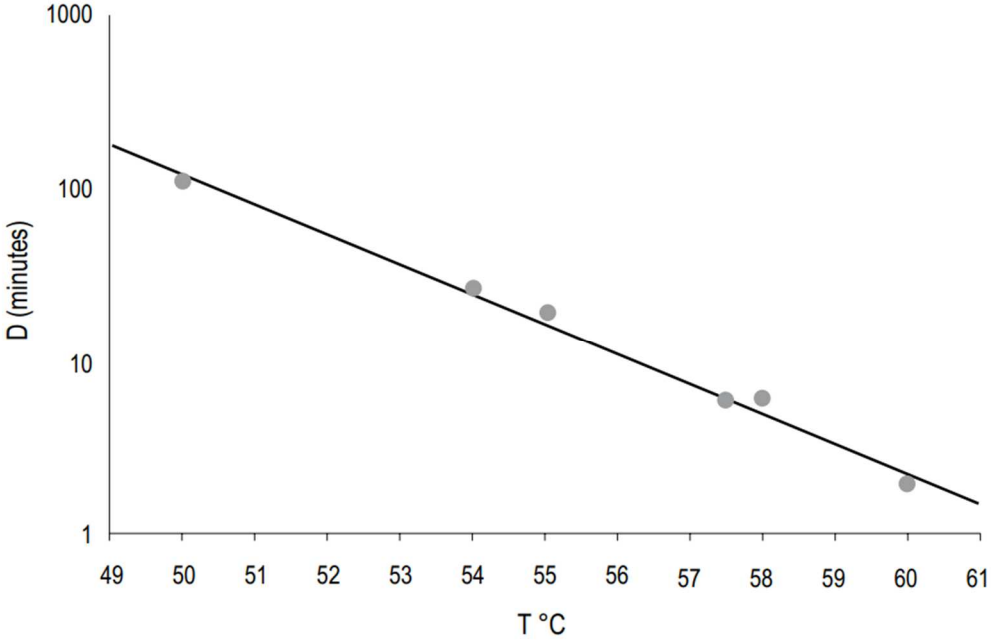
Si la valeur énergétique et économique du contrôle des chauffe-eau domestiques n'est plus à prouver, il a fallu attendre les avancements technologiques des dernières années pour formuler des modèles d'affaires viables pouvant offrir un avenir où tous les chauffe-eaux contribuent à équilibrer la demande du réseau. En même temps, de vieilles inquiétudes ont refait surface, particulièrement celles liées à la présence de légionelle et à la maladie pulmonaire qui y est attribuée, la légionellose ou maladie du légionnaire.

---

[1] https://casa.energy
[2] https://giantinc.com
[3] Steven Wong, Canadian Residential Demand Response and Ancillary Service Market Opportunities, CanmetÉNERGIE, Centre de recherche à Varennes, Ressources naturelles Canada, rapport no. 2015-022 (RP-TEC), avril 205

La présence de la bactérie en soit n'est pas matière à débat : comme l'habitat naturel de la bactérie sont les cours d'eau qui alimentent nos aqueducs et comme les stations de traitement ne s'attardent pas à traiter cette bactérie spécifiquement, on la trouve naturellement dans les systèmes de plomberie domestiques notamment les chauffe-eaux, les pommes de douche et les valves thermostatiques. Il n'est pas ici d'interprétation : le consensus scientifique nord-américain est clair à ce sujet. L'American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (**ASHRAE**) produit d'ailleurs deux standards à ce sujet, le « Guideline 12[4] » qui gouverne la conception et l'opération des tours de refroidissement et le « Standard 188[5] » sur la mitigation de la bactérie dans les systèmes de plomberie.

La corrélation entre la température de l'eau et la prolifération de la bactérie – et donc le danger d'infection – n'est pas lui non plus ouvert à interprétation et a été largement documenté depuis la découverte de la maladie en 1976. Il appert que si la bactérie est particulièrement résistante aux efforts de désinfection, elle affectionne une plage de température assez précise pour sa reproduction (32°C à 42°C)[6]. Elle peut survivre sans se reproduire dans une plage de 48°C à 50°C, mais commence à mourir de 50°C à 60°C jusqu'à la mort instantanée à 70°C et plus.



Decimal reduction time (D) = time in minutes to kill 90% of the population of *Legionella*

Tableau 2 – Réductions des populations de Légionelle en fonction du temps d'exposition à une température donnée[6]

[4] https://www.techstreet.com/ashrae/standards/guideline-12-2020-managing-the-risk-of-legionellosis-associated-with-building-water-systems?product_id=2111422
[5] https://www.techstreet.com/ashrae/standards/ashrae-188-2018?product_id=2020895
[6] Legionella and the prevention of legionellosis – World Health Organization – 2007

Évidemment, ces dernières températures sont hautement problématiques pour la prévention des brulures, particulièrement dans les populations vulnérables (aînés et enfants). Ainsi, Santé Canada exige que les chauffe-eaux vendus au pays aient une température de consigne de 60°C pour le stockage. C'est une différence importante des instructions du US Environmental Protection Agency qui mandate une température de 50°C. Il importe de connaître cette différence lorsqu'on analyse les conclusions d'études en provenance des États-Unis. Cette sensibilité aux variations de températures est en fait la clé pour harnacher le potentiel de gestion de la demande des chauffe-eaux.

Comité scientifique et solutions techniques

Au fait des enjeux de légionelloses et parallèlement, de brûlures, CaSA a fait appel aux services du Dr. Claude Tremblay, épidémiologiste et toxicologue, ainsi que Dre. Blandine Piquet-Gauthier, Directrice médicale de santé publique à la retraite ainsi que plusieurs spécialistes techniques canadiens et américains. Avec ce comité de spécialistes, CaSA a su développer des stratégies de contrôle destinées à extraire la valeur du contrôle de chauffe-eau pour le réseau électrique, tout en mitigeant les risques associés à la légionelle et ce, bien avant le dépôt de la preuve dans la phase 2 de la cause R-3986-2016. Si CaSA ne souhaite pas divulguer publiquement la recette précise de ses algorithmes de contrôle pour des raisons commerciales, elle peut cependant citer ses règles de systèmes embarqués qui gouvernent les algorithmes : tout chauffe-eau qui participe à un événement de réponse à la demande et qui est simultanément drainé sera remis en marche sans la moindre intervention. Le contrôleur va automatiquement permettre à l'eau de chauffer autant pour prévenir le danger de prolifération que pour maintenir l'acceptabilité sociale d'une telle solution. Par ailleurs, les règles de qualifications, celles qui permettent au contrôleur de définir si le chauffe-eau peut participer à un événement de réponse à la demande, sont similaires à celles définies par le MSSS :

« En bref, l'INSPQ recommande la mise en place du programme de délestage, tant que le programme est réalisé exclusivement avec des chauffe-eau électriques respectant le critère de température de 55°C durant au moins quatre heures au fond du chauffe-eau électrique. Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) appuie cette recommandation. »[7]

- Horacio Arruda , M.D., FRCPC

Lettre à Mme Lucie Dandois, Directrice, Direction santé et sécurité, Hydro-Québec
22 mai 2019

[7] Plan d'approvisionnement 2020-2029 – Réponses à la demande de renseignements no 1 du ROEÉ- R-4110-2019, page 51

Cas d'étude : Hydro Sherbrooke

Le comité scientifique de CaSA a donc fait l'analyse du bilan épidémiologique d'Hydro Sherbrooke, seule entité québécoise à pratiquer le délestage de chauffe-eau. Le distributeur municipal opéré par la ville de Sherbrooke a lancé son programme en 1994 et l'a opéré sans interruption jusqu'en 2017, date où, dans la controverse soulevée par le rapport Plate et al.[8] le programme fut abandonné et les équipements de contrôle retirés des maisons.

Comme au Québec, la légionellose est une maladie à déclaration obligatoire (MADO), nous avons l'extraordinaire opportunité de pouvoir comparer les occurrences de légionellose dans la région de Sherbrooke (Estrie) avec celles du Québec en général. Alors même qu'en santé environnementale, il est plutôt rare de pouvoir comparer une population exposée avec une population de contrôle, la comparaison entre la population de L'Estrie et le reste du Québec est une source d'information particulièrement pertinente.

Fait important : Il faut noter que, à l'instar des intentions exprimées par Hydro Québec pour son programme de contrôle de chauffe-eau résidentiel, le système de contrôle employé par Hydro Sherbrooke se faisait à l'insu des utilisateurs et ne tenait pas compte de la température du chauffe-eau. Par ailleurs, les appels de puissance effectués allaient jusqu'à 6 heures d'interruption – encore plus longues que les interruptions de 5 heures modélisées par l'étude Plante et Laperrière. Le Dr. Claude Tremblay a ainsi conclu de l'étude de ce programme que le délestage de chauffe-eau à Sherbrooke n'a aucunement contribué à une augmentation des cas de légionellose.

« La légionellose est connue comme étant une maladie estivale ; les systèmes de refroidissements sont, en effet, des milieux de vie idéaux pour la bactérie. Un très faible pourcentage des cas surviennent en hiver. Malgré le délestage « à l'aveugle » , effectué par Hydro-Sherbrooke pendant les hivers entre 1994 et 2017, on n'observe que seulement 5 cas ont été répertoriés dans le fichier des MADOs ; ce nombre représente, pour l'Estrie, 4% de toutes les légionelloses déclarées pendant ces 24 années. Pendant la même période, les cas rapportés en période hivernale, dans le reste du Québec, représentaient 11% de tous les cas.

En conséquence, en référence aux données probantes tirées du programme de surveillance épidémiologique de la Santé publique, on doit conclure que le délestage des chauffe-eau dans la région de Sherbrooke pendant toutes ces années n'a aucunement contribué à une quelconque augmentation des cas de maladies graves causées par la Legionella pneumophilia.».

- Dr. Claude Tremblay
Épidémiologiste, toxicologue

[8] R-3986-2016, B-0081, Annexe A : Michel Plante et André Laperrière, Programme de débranchement des chauffe-eau - Impact sur la santé, IREQ-2015-0169.

Exploitation du parc existant

Le but de ce rapport est de démontrer qu'il est tout à fait possible de capter le potentiel de gestion de la demande des chauffe-eau existants, sans aggraver - en fait, en diminuant - le risque de légionellose. Aux fins de cette démonstration, nous utiliserons un système avec lequel nous sommes particulièrement familier, celui de CaSA, sans perdre de vue que d'autres systèmes peuvent s'accomplir tout autant de cette tâche. Il n'est évidemment pas question ici de prouver la supériorité de notre solution commerciale mais plutôt de démontrer que la solution technologique – peu importe sa provenance - peut s'appliquer dans ce contexte et ainsi permettre à la société de se bénéficier de cette ressource importante en gestion de puissance, tout en mitigeant les risques sanitaires liés à la légionnelle.

Technologies

Un des paramètres critiques pour le contrôle sécuritaire des chauffe-eaux est la lecture de température. Non seulement l'acceptabilité sociale de la solution nécessite qu'elle ne fasse jamais prendre de douche froide à qui que ce soit, mais pour qu'un contrôleur communiquant puisse contrôler efficacement les cycles de fonctionnement du chauffe-eau ainsi que son état de fonctionnement, le contrôleur doit pouvoir lire la température de l'eau à plusieurs points sur le réservoir. En exploitant les panneaux d'accès aux éléments chauffants, un contrôleur peut prendre lecture de la température au bas et au sommet du réservoir. La lecture différentielle permet d'établir le potentiel de stockage du chauffe-eau, mais ces sondes permettent surtout de s'assurer que la température de l'eau demeure dans une plage sécuritaire en tout temps. Ainsi, à l'instar des demandes de la Santé Publique publiées en preuve devant la Régie, CaSA a intégré des règles de qualification sur ses contrôleurs, s'assurant ainsi de n'utiliser que ceux ayant atteint la bonne température.

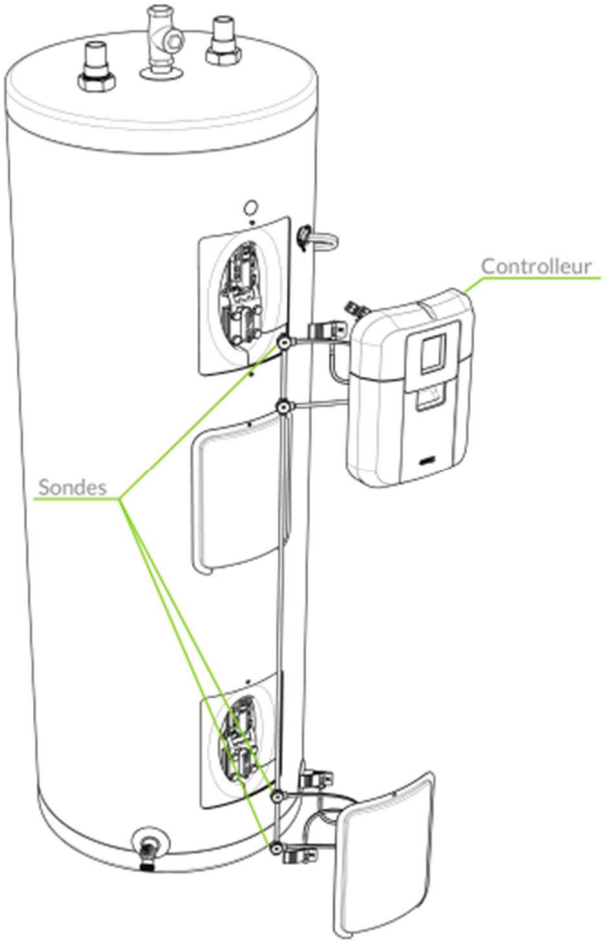


Illustration 3 – Un système de rétro-installation Triton de CaSA[9]

Ainsi équipé, un chauffe-eau domestique est non seulement disponible pour servir le réseau électrique, mais il protège également les occupants des risques sanitaires, puisqu'ils sont immédiatement avisés du bris d'un élément chauffant ou d'un arrêt prolongé du chauffage de l'eau, à la suite d'une panne de courant ou une interruption d'alimentation par exemple. C'est d'ailleurs là que se situe un des avantages les plus inattendus des solutions de contrôle retro-installables : toute situation qui auparavant aurait pu contribuer au risque de prolifération de la bactérie est désormais connu et mitigé grâce à la communication avec les occupants et aux alarmes possibles. Ces « alertes » représentent pour l'usager un moyen passif de prévention, particulièrement prisé par les autorités de santé publique, car elle ne nécessite aucune action de la part des usagers.

[9] https://casa.energy/wp-content/uploads/docs/triton-feuillet-technique.pdf

Le chauffe-eau haute température

Depuis l'avènement des technologies de stockage thermique abordables, les chauffe-eau haute température sont présentés comme la solution idéale à tous les enjeux liés à la réponse à la demande. Si sur le fond, il est clair que des réservoirs possédant un meilleur potentiel de stockage thermique est souhaitable, il est difficile de choisir cette voie sans tenir compte des dynamiques qui régissent l'industrie.

Cycle de remplacement

Le parc de chauffe-eau électrique québécois a un cycle de vie d'une dizaine d'année, un phénomène artificiel de remplacement provoqué par les exigences de la plupart des compagnies d'assurances qui exigent qu'un chauffe-eau soit remplacé après 10 ans de service, la date de fabrication sur l'étiquette faisant foi dans le doute. Les exploitants de parc de location eux, ont généralement un cycle plus long, 13 à 15 ans, essentiellement parce que la majorité d'entre eux s'auto-assurent et s'équipent de chauffe-eau construit selon leurs spécifications. Les propriétaires individuels qui ne sont pas motivés par la politique de leur assureur on par ailleurs tendance à entendre un bris catastrophique pour remplacer leur chauffe-eau, allongeant parfois jusqu'à 20 ans la période de remplacement.

Comme il n'existe pas sur le marché actuellement de chauffe-eau haute température tels ceux demandés par Hydro-Québec, il faudrait donc ajouter à ce cycle de vie le temps nécessaire à développer les solutions techniques demandées. On pourrait donc envisager devoir patienter 15 à 20 ans avant de profiter du plein potentiel du parc de chauffe-eau québécois.

Coûts

Au-delà des délais, il convient également de parler des coûts engendrés par la nécessité de remplacer l'entièreté du parc de chauffe-eau. La course aux bas prix dans le chauffe-eau électrique est menée par les détaillants de grande surface, qui vendent à des particuliers désireux de faire eux-mêmes leur installation. On estime que près de la moitié des chauffe-eau remplacés dans une année au Québec le sont par les propriétaires eux-mêmes. Il convient donc de questionner également sur l'ampleur de l'obstacle posé par le coût d'un chauffe-eau haute température. Parce que leur fabrication nécessite des composants supplémentaires et surtout parce que les procédés sont différents, les chauffe-eau haute température actuellement disponible sur le marché européen se détaillent plus du double, un peu plus de 1000$ pour un réservoir de 40 gallons US (l'équivalent en service d'eau chaude de 60 gallons US à température régulière). Si cette question demeure subjective, il apparaît néanmoins nécessaire d'en tenir compte comme facteur limitatif de l'adoption grand-public d'un chauffe-eau haute température.

Adoption et tendances

Finalement, il est capital de reconnaitre que dans la course aux ressources énergétiques décentralisées, l'acceptabilité sociale des solutions joue un rôle clé. La perception de valeur ajoutée pour les utilisateurs a maintes fois été identifié comme pivotal dans les décisions de consommateurs pour acheter des équipements, adhérer à un service ou participer à un programme proposé par un distributeur électrique. En éliminant d'entrée de jeu la capacité installée chez la quasi-totalité des consommateurs québécois, CaSA est d'avis que le Québec passe à côté d'un rendez-vous historique avec ses citoyens et le renouvellement de leur engagement dans le futur énergétique propre du Québec. La maison connectée est en pleine expansion, l'opportunité de la rendre intelligente et écologique pourrait faire école partout au Canada et ailleurs dans le monde.

CaSA est d'avis que l'exclusion du parc existant des programmes de réponse à la demande constitue une grave erreur. Le Québec a l'opportunité de se positionner en leader et cette décision serait particulièrement difficile à justifier au su des données les plus récentes provenant des nombreux programmes de contrôle de chauffe-eau domestiques américains et canadiens.

Conclusions

La dynamique de chauffage de l'eau est certainement plus complexe qu'il n'y paraît. Les phénomènes biologiques et thermodynamiques qui entrent en jeu sont connus mais sont souvent mal interprétés. Les nombreux échanges des dernières années semblent avoir rendu le sujet plus opaque encore, le mélange des expertises ayant contribué à changer l'équilibre des points en discussion. Il semble même, en fait, que la majorité des intervenants, incluant ceux qui semble en opposition, tiennent un discours semblable: Les chauffe-eau domestiques posent un certain risque pour la santé en raison de la légionelle. Ce risque est inhérent au système de plomberie, qu'il soit résidentiel, commercial ou institutionnel. L'utilisation d'une solution de contrôle dictée par la température est donc essentielle pour mitiger ce risque, peu importe s'il est également utilisé pour réduire les besoins en puissance du réseau électrique.

Avec des stratégies de contrôle utilisant temps et température comme paramètre, les contrôleurs intelligents peuvent contribuer à mitiger les risques de légionellose dans la population, donner accès à l'opérateur à un gigantesque potentiel de stockage et limiter de façon substantielle la transition vers des équipements à haute température ou ayant de propriétés anti-légionelle. Cette conclusion est d'ailleurs soutenue par celle exprimée par le MSSS à la page 15 du document B-0047 :

«En bref, l'INSPQ recommande la mise en place du programme de délestage, tant que le programme est réalisé exclusivement avec des chauffe-eau électriques respectant le critère de température de 55°C durant au moins quatre heures au fond du chauffe-eau électrique. »

Si les chercheurs démontrent sans équivoque l'intérêt pour le chauffe-eau haute température dans le contexte de la lutte à la légionelle, leur conclusion sur la corrélation temps/température pointe vers les mêmes solutions décrites ici. Si le stockage à haute température est une solution clairement supérieure du point de vue de la légionellose, son succès commercial n'est aucunement garanti. Grâce aux solutions technologiques qui permettent de rencontrer les critères cités ici, comme celles développées par CaSA, rien ne permet de conclure qu'il soit nécessaire d'abandonner le potentiel de gestion de pointe des millions de chauffe-eau électriques déjà présents au Québec.