

Analyse du potentiel de flexibilité des bâtiments résidentiels belges équipés de pompes à chaleur et stockage thermique (Demand Side Management)

Pierre GARSOUX

Travail de fin d'études présenté le 4 juin 2015 à la Faculté de Sciences Appliquées de l'Université de Liège en vue de l'obtention du grade de : Ingénieur civil en Electromécanique

Depuis plusieurs années, la prise de conscience du réchauffement climatique s'est généralisée à l'ensemble du globe menant ainsi à la nécessité et la volonté d'introduire des sources d'énergie renouvelable dans le mix énergétique. Cependant, leur caractère intermittent et variable est tel que cette modification en profondeur du réseau électrique va engendrer un autre problème : le déséquilibre entre la demande et la production électrique. Assurer la stabilité du réseau électrique va dès lors nécessiter une modification de nos habitudes : calquer la demande sur la production et non plus l'inverse.

Le présent rapport investigate une stratégie de "*Demand Side Management*" (DSM) appelée le "*Déplacement de charge*" visant à encourager le consommateur à avoir une demande flexible (cfr. consommer lorsque le réseau en a besoin). Plus précisément, ce projet analyse le potentiel de flexibilité des bâtiments équipés de pompes à chaleur et de stockage thermique et ce, dans le cadre du parc résidentiel belge à l'horizon 2030.

Premièrement, le modèle thermique du bâtiment est étudié. Deuxièmement, différents équipements destinés à déplacer la charge électrique des heures de pointes vers les heures creuses sont investigués (cfr. stockage d'énergie thermique couplé à une PAC) : plusieurs installations hydrauliques composées de *ballons d'eau chaude sanitaire* (ECS) et de *ballons d'eau chaude destinés aux besoins de chauffage* (SH) de l'habitation. Ensuite, un nouveau tarif d'électricité est suggéré pour les consommateurs résidentiels afin de renforcer le potentiel de déplacement de charge : des incitations financières s'avèrent nécessaires pour encourager la population à éviter de consommer pendant les heures critiques pour la stabilité du réseau et ainsi prendre part à cette flexibilité. Un tarif, nommé "*le tarif Dynamique Multiplicatif*", nettement plus représentatif de l'état du réseau, est introduit.

Finalement, plusieurs conclusions peuvent être mises en avant. Tout d'abord, un des modèles de ballon destiné au chauffage s'est avéré inadéquat : le "*montage parallèle à quatre connexions*" mène à une surconsommation électrique substantielle (jusqu'à 65%) qui ne peut être compensée financièrement par une réduction de la consommation pendant les heures à haut tarif de l'électricité (coût moyen annuel par maison augmenté jusqu'à 45%). A l'opposé, deux autres installations hydrauliques se démarquent : le "*montage parallèle à deux connexions*", ainsi qu'une version améliorée, permettent de déplacer efficacement la charge : une réduction significative de la consommation aux heures de pointes compensée par une augmentation de celle-ci aux heures creuses peut être observée, et ce d'autant plus que le volume du stockage thermique augmente. Par ailleurs, ces solutions s'avèrent rentables pour le consommateur (réduction des dépenses annuelles d'exploitation aux alentours de 5.8% avec un réservoir "SH" de $0.45[m^3]$ et jusqu'à 12% avec un réservoir de $1.5[m^3]$). Néanmoins, une augmentation du pic de demande ainsi que des problèmes de ramping sont observés : ils sont d'autant plus marqués que le taux de pénétration des PAC est élevé. Il est cependant démontré que ces problématiques peuvent être partiellement solutionnées en introduisant une certaine coordination entre les consommateurs en les empêchant d'activer simultanément leur PAC.

En outre, il apparait que le déplacement de charge n'est pas réalisé de la même manière tout au long de l'année : en hiver, le chargement des ballons de stockage thermique prend majoritairement place en début de matinée alors qu'en entre-saison, celui-ci se passe principalement aux alentours de midi et du début d'après-midi.