

## Fiche analytique – Mémoire de Master MUSE

A rendre au secrétariat lors de l'inscription à la soutenance du mémoire

\* champs obligatoires

<b>AUTEUR*</b>	NOM : Montero Dominguez		PRENOM : Omar
<b>TITRE MEMOIRE*</b>	Pompe à chaleur air/eau pour bâtiments résidentiels collectifs : retour d'expérience et validation par simulation numérique		
<b>NUMERO MEMOIRE</b>	406		
<b>DATE SOUTENANCE</b>	16.09.2020	Salle: A6 annexe	Heure: 14 :15 – 16 :00
<b>THEMATIQUE* (AFFILIATION)</b>	Energie		
<b>VOLEE MUSE*</b>	2018		
<b>TITRE ACADEMIQUE* (par ex.: licencié en biologie)</b>	Licencié en génie chimique		
<b>DIRECTION* / EVALUATION</b>	Directeur de mémoire* Dr. Pierre Hollmuller	Co-directeur de mémoire* Pauline Brischoux	Nom(s) du ou des juré(s)* - Rüetschi Matthias - Pauline Brischoux - Matin Patel
<b>STAGE (éventuel)</b>	Organisme d'accueil	Maître de stage	
<b>Projet de l'ISE (éventuel) auquel le mémoire est rattaché</b>	Programme Chaleur renouvelable bâtiments - SIG-éco21		
<b>Bourse (éventuelle) reçue par l'étudiant</b>			
<b>COLLATION*</b>	Nb de pages* 93	Nb de figures* 40	Nb de tableaux* 3
<b>TERRAIN D'ETUDE OU D'APPLICATION</b>			
<b>MOTS-CLES* (entre 5 et 10)</b>	pompe à chaleur air-eau, bâtiments résidentiels collectifs, mesure in situ, bilan énergétique, régulation, performance, simulation numérique, TRNSYS, validation.		
<b>RESUME* (max 1500 car)</b>	<p>À Genève, les émissions de CO2 sont principalement liées à la fourniture de chaleur pour les bâtiments résidentiels collectifs. La plupart n'ayant pas été rénovés, ils possèdent un système fossile. Face à ce constant, une importante réduction des émissions pourrait être faite en remplaçant des chaudières fossiles par des systèmes PAC air-eau (monovalent ou bivalent), surtout dans les zones urbaines où l'air est souvent l'unique source renouvelable. Pourtant, la PAC air-eau n'a pas été utilisée dans les bâtiments résidentiels collectifs (non ou mal isolés) à cause de contraintes économiques et techniques. Certaines de ces difficultés n'ont pas été surmontées en raison d'un manque d'expérience sur la performance en situation d'usage. Dans le but de surmonter ces contraintes, SIG-éco21 a développé une série de projets pilotes en remplaçant des chaudières par des systèmes PAC air-eau dans les bâtiments résidentiels collectifs.</p> <p>Ce travail porte sur le retour d'expérience (REX) du projet pilote du bâtiment de « St. Julien », l'objectif est d'évaluer la performance et relever des obstacles liés à la conception et la régulation à partir des mesures. Le bâtiment en question n'a pas été rénové et il a été construit en 1972 (4'047 m<sup>2</sup> de surface chauffée). La chaudière à mazout existante (319 kW) a été remplacée par deux PAC industrielles air-eau (2 x 140 = 280 kW). Sur la base d'une campagne de mesure détaillée couvrant 16 mois de fonctionnement, les résultats montrent que même dans un bâtiments</p>		

	<p>résidentiels collectifs non rénové, une chaudière fossile peut être remplacée par un système industriel de pompe à chaleur air-eau, sans diminution du confort thermique des locataires. Grâce à l'optimisation de la régulation et l'ajustement du système, le SPF journalier est passé de 1.3, au début du projet (2018), à 3.4 pendant l'été dernier (2019). La plupart des dysfonctionnements responsables des faibles performances sont dus à l'intégration complexe des PAC dans le système, en particulier en termes de régulation. Sur la base des optimisations faites, nous avons estimé que le SPF annuel pourrait atteindre une valeur annuelle de 2.5, au lieu de la valeur mesurée de 2.0.</p> <p>En complément au REX, une simulation du projet pilote de St-Julien a été réalisée à l'aide du logiciel TRNSYS 17, ainsi que sa validation, afin de s'assurer que le modèle est capable de représenter de façon fidèle la réalité. L'objectif sera de poursuivre une analyse de sensibilité (non abordé dans cette étude), dans le but d'optimiser les paramètres les plus influents en augmentant la performance du système.</p> <p>Les composantes (ballons, échangeur, vannes trois voies, etc) de la simulation et les modes de fonctionnement ont été modélisés conformes à la régulation réelle. La période simulée s'étend de septembre 2018 à octobre 2019, avec un pas de temps de 5 min. Les résultats de la validation sur 365 jours montrent que le modèle est suffisamment robuste pour reproduire les différents flux énergétiques et de températures au niveau des profils journaliers. Les flux entrants et sortants du système sont correctement reproduits par la simulation avec une erreur inférieure à 2 %, à l'exception de l'électricité consommée par la PAC (16 % d'erreur). Les principaux écarts sont dus : i) à la difficulté de considérer dans la simulation tous les changements manuels apportés au système réel et ii) la divergence entre la performance du fabricant de la PAC et les mesures. Malgré cela, les corrélations simulation/mesure restent extrêmement satisfaisantes et forment une base solide pour poursuivre une analyse de sensibilité.</p>
<p><b>SUMMARY*</b> <b>(en anglais)</b></p>	<p>In Geneva, CO2 emissions are mainly related to the supply of heat for multi-family residential buildings. As most of them have not been renovated, they have a fossil fuel system. Given this constant, a significant reduction in emissions could be made by replacing fossil boilers with air-water heat pumps (monovalent or bivalent), especially in urban areas where air is often the only renewable source. However, air-to-water heat pumps have not been used in multi-family residential buildings due to economic and technical constraints. Some of these difficulties have not been overcome due to a lack of experience in performance in use. In order to overcome these constraints, SIG-éco21 has developed a series of pilot projects by replacing boilers with air-water heat pumps in multi-family buildings.</p> <p>This work focuses on analyzing the pilot project of "St. Julien" building, the objective is to evaluate the performance and identify obstacles related to the design and regulation based on the measurements. This building has not been renovated and was built in 1972 (4'047 m<sup>2</sup> heated area). The existing oil-fired boiler (319 kW) was replaced by two industrial air-to-water heat pumps (2 x 140 = 280 kW). On the basis of a detailed measurement campaign covering 16 months of operation, the results show that even in an unrenovated multi-family residential building, a fossil fuel boiler can be replaced by an industrial air-to-water heat pump system, without reducing the thermal comfort of the tenants. Thanks to the optimization of the regulation and the adjustment of the system, the daily SPF passed from 1.3 to 3.4 during last summer (2019). Most of the dysfunctions responsible for the low performance are due to the complex integration of the heat pumps into the system, especially in terms of regulation. Based on the optimizations made, we estimated that the annual SPF could reach an annual value of 2.5, instead of the measured value of 2.0.</p> <p>As a complement to the analysis, a simulation of the St-Julien pilot project was carried out using the TRNSYS 17 software, as well as its validation, in order to ensure that the model is able to represent reality accurately. The objective will be to pursue a sensitivity analysis (not covered in this study), with the aim of optimizing the most influential parameters by increasing the system's</p>

	<p>performance.</p> <p>The simulated period extends from September 2018 to October 2019, with a time step of 5 min. The results of the 365-day validation show that the model is sufficiently robust to reproduce the different energy and temperature flows at the level of the daily profiles. The incoming and outgoing flow system are correctly reproduced by the simulation with an error of less than 2%, as an exception of the electricity consumed by the heat pump (16% error). The main discrepancies are due to: i) the difficulty to consider in the simulation all the manual changes made to the real system and ii) the discrepancy between the performance of the heat pump manufacturer and the measurements. Despite this, the simulation/measurement correlations remain extremely satisfactory and form a solid basis for further sensitivity analysis.</p>
<b>REMARQUES</b>	