

## 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 : Chiffelle		PRENOM : Damien	
<b>TITRE MEMOIRE*</b>	<b>Multi-criteria evaluation of alternative heating systems in institutional buildings in Coyhaique, Chile: Assessment of environmental and health aspects, levelized costs and external costs</b>			
<b>NUMERO MEMOIRE</b>	250			
<b>DATE SOUTENANCE</b>	25.01.2017	Salle: B003	Heure: 16h00	
<b>THEMATIQUE* (AFFILIATION)</b>	Energie			
<b>VOLEE MUSE*</b>	2013			
<b>TITRE ACADEMIQUE* (par ex.: licencié en biologie)</b>	Bachelier en Relations Internationales			
<b>DIRECTION* / EVALUATION</b>	Directeur de mémoire* Martin Kumar Patel	Co-directeur de mémoire* -	Nom(s) du ou des juré(s)* Franco Romerio	
<b>STAGE (éventuel)</b>	Organisme d'accueil		Maître de stage	
<b>Projet de l'ISE (éventuel) auquel le mémoire est rattaché</b>				
<b>Bourse (éventuelle) reçue par l'étudiant</b>	Bourse Schmidheiny Bourse Boninchi			
<b>COLLATION*</b>	Nb de pages* 56	Nb de figures* 15	Nb de tableaux* 20	
<b>TERRAIN D'ETUDE OU D'APPLICATION</b>				
<b>MOTS-CLES* (entre 5 et 10)</b>	Chile, multi-criteria approach, Heating system technologies, greenhouse gases emissions (GHG), levelized costs, life-cycle analysis, Particulate matter 2.5 emissions (PM2.5), external costs, health impact			
<b>RESUME* (max 1500 car)</b>	<p>Près d'un tiers de la consommation de l'énergie finale globale est liée au bâtiment. Dans le Sud du Chili, la plupart des bâtiments sont chauffés au bois. Bien que cette énergie soit considérée comme neutre au niveau de l'émission de carbone, sa combustion intensive et inefficace crée un enjeu de santé majeur en zones urbaines. La combustion incomplète du bois émet des quantités de particules fines considérables qui provoquent des maladies cardio-vasculaires et des morts prématurées. Coyhaique est considérée comme la ville la plus polluée du Chili. Le gouvernement du Chili recherche des solutions afin de réduire les émissions de particules fines. Ainsi, il souhaite changer les systèmes de chauffage des bâtiments publics qui sont encore chauffés principalement au bois et au diesel. Dans ce contexte, ce rapport a évalué la technologie la plus efficace au niveau des coûts afin de chauffer séparément trois bâtiments institutionnels à Coyhaique en comparant trois technologies alternatives à la situation actuelle. Les technologies considérées sont : copeaux de bois, gaz naturel, pompe à chaleur. Nous avons utilisé une approche multicritère afin d'évaluer ces technologies à travers quatre indicateurs représentant les piliers du développement durable : social, environnemental, et économique. Un indicateur est l'émission de gaz à effets de serre, l'émission de particules fines (PM2.5), coûts uniformisés, localisation de l'énergie primaire. L'indicateur qui a influencé le plus l'évaluation des technologies est l'émission de PM2.5 et donné que ses impacts sur la santé sont considérables.</p>			

	<p>Etant donné que le Chili est pauvre en ressources naturelles, les résultats montrent que le gaz naturel n'est pas recommandé car ses coûts d'approvisionnement et d'émissions de gaz à effet de serre sont trop hauts au vu des bénéfices. En comparaison, la technologie des pompes à chaleur est la plus intéressante, même si les coûts de la chaleur sont similaires à ceux du gaz naturel. De plus, la technologie des pompes à chaleur a l'avantage de produire aucune émission de PM2.5 dans la ville de Coyhaique et a le potentiel de voir ses émissions de gaz à effet de serre réduites si le pourcentage d'énergie renouvelables dans la production d'électricité augmente. Une autre technologie intéressante est celle à copeaux de bois, car elle est basée sur une source d'énergie locale et disponible. Si cette technologie devait être choisie, nous recommandons l'application d'un filtre à particule fine PM2.5 sans lequel les émissions de PM2.5 resteront considérables.</p>
<p><b>SUMMARY*</b> (en anglais)</p>	<p>About one third of the global final energy use is related to buildings. In the South of Chile, most of the buildings are heated by firewood. While this energy source is considered carbon-neutral, its wide-spread and inefficient use creates a health issue in urban areas. The incomplete combustion of firewood produce large emissions of particulate matter which are responsible for cardio-vascular diseases and premature deaths. Coyhaique is considered the most polluted city in Chile. The government of Chile is looking for solutions to reduce particulate matter emissions. Therefore it wishes to change the heating systems of public buildings which are mostly heated by firewood and diesel. In this context, this report has evaluated the most cost-effective technology to heat separately three institutional buildings located in Coyhaique by comparing three alternative technologies to the current situation. The alternative technologies considered in this study are: woodchips, natural gas, and ground-sourced heat pump. A multi-criteria approach has been used to evaluate these technologies in the light of four indicators reflecting the three pillars of sustainable development: social, environmental, and economic. One indicator is the Greenhouse gases emissions, the PM2.5 emissions, the levelized costs and the location of the primary energy source. The indicator that has mostly influenced the evaluation of the alternative heating systems is the PM2.5 emissions as its impacts on the local health are considerable. Since Chile is poor in natural resources, results show that natural gas technology is not recommended for Coyhaique as its delivery costs and the related greenhouse gases emissions are high. In comparison, the heat pump technology is the most interesting alternative although the cost of heat is similar to the natural gas technology. Moreover, the heat pump technology has the advantage to produce zero PM2.5 emissions in the city of Coyhaique and has the potential to reduce its greenhouse gases emissions should the percentage of renewable energies increase in the electricity production mix. Another interesting alternative is the woodchip technology as it relies entirely on a local and available energy source. Should this technology be chosen, we recommend the implementation of an electrostatic filter to mitigate the particulate matter emissions which will otherwise be considerable.</p>
<p><b>REMARQUES</b></p>	