

ALUMINUM TECHNOLOGY CENTRE IN CHICOUTIMI

Analysis of the Sustainability of the Heating and Ventilation Systems in Research
Workshop-Laboratories L003 and L004

Ref. no.: 94414

Prepared by: _____
Angelo Pilote, Project Manager

Verified by: _____
Nicolas Rioux, Eng.

March 2019

Table of Contents

1. TERMS OF REFERENCE	1
2. INTRODUCTION	2
3. DESCRIPTION OF THE EXISTING HEATING AND VENTILATION SYSTEMS.....	3
3.1 HEATING	3
3.2 VENTILATION.....	3
3.2.1 <i>Workshop-Laboratory L004</i>	3
3.2.2 <i>Workshop-Laboratory L003</i>	4
3.2.3 <i>Air Conditioning</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
4. DESIGN GUIDANCE	5
5. OPTION FOR HEATING AND VENTILATION SYSTEMS.....	6
5.1 REPLACING THE NATURAL GAS HEATING COILS	6
5.2 COMPLETELY REPLACING THE HEATING AND VENTILATION SYSTEMS.....	6
6. BUDGET ASSESSMENT	9
7. CONCLUSION.....	11

Appendix 1 HVAC and Driving Force Calculation Notes

Appendix 2 Structural Load Calculation Notes

Appendix 3 Proposed HVAC Schematics

Appendix 4 Rooftop Air Handling Unit

Appendix 5 Calculations for GHG Carbon Dioxide Volume

Appendix 6 Budgetary Estimates

1. Terms of Reference

The Aluminum Technology Centre in Chicoutimi (ATC) commissioned Unigec to analyze the sustainability of the heating and ventilation systems in its two large research workshop-laboratories to partially replace the equipment in the current systems or completely replace the systems with new, better-performing systems and reduce GHG carbon dioxide gases with an energy source that is less damaging to the environment.

A budget estimate (concept) for the construction work will be included in this analysis.

2. Introduction

The aging natural gas heating coils in the ventilation/heating units of the workshop-laboratories have required more and more frequent repairs and the ATC is having difficulty obtaining replacement parts for the coils. Furthermore, the coil manufacturer has stopped making this type of coil.

Also, the original type of ventilation, which already dates back to 2002, was designed to ensure a very high ventilation flow, which may have been needed in laboratory tests that included the large-capacity release of heat. However, since the building was constructed, the ventilation systems have always operated at low air ventilation flows without creating discomfort or problems with the accumulation of pollutants in these two workshop-laboratories, according to information obtained from ATC.

3. Description of the Existing Heating and Ventilation Systems

First, the two workshop-laboratories have the same floor surface area of 6,500 square feet; the physical height of the rooms is 45 feet for L004 and 30 feet for L003. The two workshop-laboratories have walls to the outside, and only workshop-laboratory L004 has an exposed roof, whereas the other workshop-laboratory has a floor above its ceiling.

Each workshop-laboratory has a large garage door and a few doors for pedestrians exiting to the outside. There are no windows to the outside in these facilities.

The two laboratories have laid out their testing and research laboratory units differently, and they can be reorganized in various ways when the laboratory units are replaced with new ones.

3.1 Heating

The two workshop-laboratories are heated using natural gas heating coils, which are installed on the ceiling at the outlet for the ventilation systems. These heating coils have a net heating capacity of 1200 MBH (350 kW), and there are six (6) coils totalling a capacity of 7200 MBH (2100 kW).

These heating coils serve two functions: heating the ventilated air or the heat losses from the envelope exposed to the exterior. In ventilation mode, the temperature of the supply air is maintained at 70 degrees F, and when the heating coils are activated to make up for the envelope heat losses, the temperature of the supply air in the ventilation systems is increased substantially above 70 degrees F. However, the controls for the natural gas heating coils do not serve to maintain a constant supply air temperature. It is done in steps with significant gaps in the supply air temperature.

Access to the components of these natural gas heating coils is obtained on platforms installed in the trusses of the steel roof structure, and the only way to get there is with a crane, which involves rigorous and limiting safety precautions for maintenance work.

3.2 Ventilation

The ventilation in the two workshop-laboratories is as follows:

3.2.1 Workshop-laboratory L004

The current installation includes four (4) ventilation units installed through the trusses of the ceiling structure. They are configured in an H-pattern, and for each unit, there is a supply fan of 17,000 CFMs, a non-functional return fan (capacity of 17,000 CFMs) and a set of motorized shutters that ensure a mixing of air to maintain a slight positive pressure of 0.10 in. of water in the workshop-laboratories in relation to the neighbouring rooms in this sector.

Generally, when the exterior temperature is above +13 degrees F (-10 degrees C), only two of the ventilation units are working. The four units operate together only when the exterior temperature is below the temperature indicated above.

To exhaust air from the workshop-laboratory, there are eight (8) fans on the roof pushing 4500 CFMs each, and they have a total of 36,000 CFMs of exhaust. For the process, the foul air is exhausted using four (4) centrifugal fans installed on the roof. The discharge of exhausted air from each exhaust fan is directed up a vertical flue on the roof. The exhaust air flow corresponds to 5000 CFMs for each fan, and they total 20,000 CFMs of exhaust.

Two (2) of the four (4) process exhaust fans are connected to the laboratory unit process. One other is non-functional since it is not connected to a process, and another is connected to a laboratory unit on the side of workshop-laboratory L003.

In operation, the exhaust fans in workshop-laboratory L004 have a total exhaust flow of 19,000 CFMs, distributed as follows:

- Two (2) process fans totalling 10,000 CFMs
- Two (2) roof fans totalling 9000 CFMs

Usually, these fans run approximately 50 hours per week.

3.2.2 Workshop-laboratory L003

For this workshop-laboratory, the current installation includes two (2) ventilation units installed through the trusses of the ceiling structure. They are configured in an H-pattern and for each unit there is a supply fan of 17,000 CFMs, a non-functional return fan (capacity of 17,000 CFMs) and a set of motorized shutters that ensure a mixing of air to maintain a slight positive pressure of 0.10 in. of water in the workshop-laboratories in relation to the neighbouring rooms in this sector.

Generally, when the exterior temperature is above +13 degrees F (-10 degrees C), only one of the ventilation units is working. They operate like the units in workshop-laboratory L004 described above.

To exhaust air from this workshop-laboratory, there are four (4) fans on the roof pushing 6,000 CFMs and they have a total of 24,000 CFMs of exhaust. There is another exhaust fan of 7500 CFMs and a process exhaust fan of 5000 CFMs located on the side of workshop-laboratory L004.

When both of the fans are operating, they have a total exhaust flow of 12,500 CFMs, distributed as follows:

- One (1) exhaust fan totalling 7,500 CFMs
- One (1) process fan totalling 5,000 CFMs

Usually, these fans run approximately 50 hours per week like the ones in workshop-laboratory L004.

3.2.3 Air-conditioning

The two workshop-laboratories are not air-conditioned.

4. Design guidance

The base assumptions that were used to guide the new design for the heating and ventilation systems in workshops/laboratories L003 and L004 are as follows:

- Ensure greater equipment sustainability.
- Facilitate equipment access and maintenance.
- Reduce frequent equipment replacement and secure a supplier for parts that are still on the market.
- Recover the energy from the exhausted ventilation air.
- Provide air-conditioning in the laboratories.
- Ensure a minimum ventilation rate of four (4) fresh air changes per hour, i.e., 5200 CFMs.
- Pressurize the workshop-laboratories.

5. Option for heating and ventilation systems

For this project, we have analyzed and developed two possible options for replacing the equipment or all of the heating and ventilation systems in workshop-laboratories L003 and L004. The proposed options are as follows:

5.1 Replacing the natural gas heating coils

This option consists of replacing the natural gas heating coils with new natural gas heating coils in each of the six (6) heating and ventilation units in the two workshop-laboratories. This option was not selected since it does not allow for achieving the base assumptions set at the beginning, such as easier access for maintenance, extended equipment sustainability, potential for recovering the energy from the exhausted air, and providing air-conditioning in the workshop-laboratories, etc.

However, the six (6) natural gas heating coils could potentially be replaced with electric heating coils. The necessary heating capacity for the new electric heating coils would be 2100 kW. This option could be an advantageous solution if the ATC were to reconsider some of the assumptions listed previously.

We did not develop this option any further, nor did we evaluate the costs for the work, since it does not allow for achieving the base assumptions mentioned above.

5.2 Completely replacing the heating and ventilation systems

This option consists of replacing the heating and ventilation systems with new systems that can meet all the criteria of the base assumptions. The description of the new systems is as follows:

- A custom-made air handling unit installed on the roof that would include two ventilation and air-conditioning systems located on either side of a service corridor. For each of the ventilation systems, the characteristics and performance levels would be as follows:
 - Minimum fresh air flow of 5200 CFMs
 - Ventilation airflow of 20,000 CFMs required to ensure air-conditioning in each of the workshop-laboratories, taking into consideration a release of process heat corresponding to 100 kW
 - Compensating fresh air flow at the exhaust corresponding to 18,000 CFMs
 - Preheating coil (glycol/water) for fresh air that can reach approximately 540 MBH (158 kW) from the recovered exhaust air from the exhaust systems.
 - Cooling coils with 60 tons of cooling, each capable of cooling 20,000 CFMs of fresh air and the heat released from the workshop laboratories.
 - MERV 8 ventilation air prefiltration
 - MERV 13 ventilation air final filtration
 - Supply fan with variable airflow controlled by a variable speed controller
 - Electric heating coil with a capacity of 700 kW for heating 20,000 CFMs of fresh air in the winter months

- In laboratory L003, replace the four (4) exhaust fans on the roof with a central exhaust system of 18,000 CFMs with heat recovery coils (water-cooled with glycol), with a capacity of about 45 tons, constant flow fan and air flow control to maintain a constant flow to the fan.
- In laboratory L004, replace the eight (8) exhaust fans on the roof and the four (4) exhaust process fans with a central exhaust system of 18,000 CFMs with heat recovery coils (water-cooled with glycol), with a capacity of about 45 tons, constant flow fan and air flow control to maintain a constant flow to the fan.
- Extend the existing hot water heating network (heat recovery) with a flow of 220 USGPM, coupling it with a new water/glycol heating network, a plate heat exchanger and connect them to the new pre-heating coils on the new ventilation systems.
- Extend the existing chilled water network and couple it with a new water/glycol chilled water network with a flow of 300 USGPM, a plate heat exchanger and connect it to the new cold coils on the new exhaust systems in the workshop-laboratories.
- The workshop-laboratories are heated solely by the unit heaters running on electricity. The heating capacity required for each workshop-laboratory is 75 kW, i.e., three 25-kilowatt unit heaters.

For these base assumptions to be valid or achieved for this new design, certain electromechanical elements or systems in the building must be appropriate for this new design. Here are a few of them:

- The weight of the new air handling unit represents about 75 lb/square foot of surface area. The total weight of this system is 50,000 pounds. The structural load verifications on the building, which we have validated, would allow for the construction of the air handling unit on the roof of laboratory L004. However, the type 1 and 2 trusses should be part of a more in-depth analysis to validate whether the structure was constructed as indicated in the design engineer's plans. The shop drawings for the structure must be obtained to establish the accuracy of the current installation. Based on our initial verification of the structure, the new equipment on the roof constitutes a greater weight than what is currently in place. It will therefore be necessary to add to or strengthen some of the structural elements. The principle developed for the supports for the air handling unit would require a raised structure of about 4 ft to allow enough clearance between the roof and the bottom of the air handling unit floor to eliminate snow accumulation along the perimeter of the new air handling unit.
- The capacity of 700 kW for each electric heating coil, the new drivers of the ventilation units and the heating capacity of the electric unit heaters can be connected to the existing electrical entrance, since it is not used much (power reading can reach about 450 Amps compared with the current connection capacity of 4000A at 600 volts in 3 phases).

- For the workshop-laboratories, we have assessed the volume of GHG carbon dioxide in replacing the natural gas with electricity. The annual degree-day method was used in the calculation, and we assumed a weekly base of operations of 50 hours for ventilation. The reduction in GHG carbon dioxide is around 130 tonnes per year.
- Therefore, it is necessary to consider energy savings from the recovery loops on the exhaust and air-conditioning systems in the workshop-laboratories via our current chillers. We have not assessed the savings in this report.
- Access to the service corridor for the new air handling unit will be on the roof, with a pedestrian walkway on the building's roof accessible from the exterior doors at the top of the existing stairwells. One inconvenience will be the need to clear snow from the pedestrian walkway.

6. Budget Assessment

The budget assessment for constructing the new air handling unit on the roof represents work costs of **\$1,836,236**. These costs include the administration costs and contractor profits, contingencies and applicable taxes. In Appendix 6, you will find the details broken down as follows:

- **Selective demolition... \$70,600**

Selective demolition of mechanical components includes the rooftop air intake boxes, air supply, return and exhaust systems, supply, return and exhaust ductwork, heating coil housings, maintenance walkways, etc.

Selective demolition of the electrical components includes the electrical feeds to supply air, return and exhaust fan motors and electrical feeds to the natural gas heating coils.

- **Structure... \$79,800**

The new structural construction will include:

- Supports and reinforcement for the base of the ventilation unit on the roof
- The closing of the openings left by the removed air-intake boxes for the ventilation systems
- The closing of the bases for the removed fans on the roof
- The sealing of the base for the legs of the rooftop ventilation unit

- **Mechanical... \$795,600**

The new mechanical construction will include:

- New hot water heating network with pump and heat exchanger
- Water/glycol heating network with pump
- Chilled water network with pump and heat exchanger
- Water/glycol network with pump
- Air handling unit on the roof enclosing the two ventilation systems and a common corridor for maintenance purposes. The air handling unit is complete and pre-wired, pre-heating coils, cooling coils, heating coils, fan, air-filtration batteries, electric disconnect switches, variable speed controls, etc.
- Exhaust systems with cold coils used for energy recovery
- Ventilation duct networks for air supply and exhaust
- HVAC controls

- **Electricity... \$211,300**

The new electrical construction will include:

- Main circuit breaker: 2000 A, 65 kA

- Electrical connection to the air handling unit
- Disconnect switches
- Bypass cables
- Power supply to the exhaust fans and electric unit heaters
- Electric unit heaters
- **Incidentals, fees, profits and taxes... \$678,936**

These costs include design incidentals, administration costs, contractor profits and provincial/federal taxes.

7. Conclusion

As mentioned above, the option of just replacing the equipment, such as the natural gas heating coils and keeping the original ventilation systems, was not selected, since this option does not achieve the base assumptions set for increasing the sustainability of the equipment, nor does it improve accessibility, recover energy, reduce GHG carbon dioxide emissions, or provide air-conditioning in the workshop-laboratories.

However, in the event that some of the base assumptions are reviewed and reduced, the possibility of replacing the natural gas heating coils with electric heating coils could be an interesting option. It would at least make it possible to reduce GHG carbon dioxide emissions and replace equipment that has become outdated and hard to repair.

The option of replacing the current ventilation and heating systems with a rooftop air handling unit, adding air-conditioning and combining the heating of the envelope of the rooms with unit heaters makes it possible to achieve the base assumptions set in this report. Furthermore, replacing the exhaust systems with new systems and centralizing it all in a single exhaust unit for each workshop-laboratory will make recovery of energy from the exhaust air possible and reduce the amount of maintenance by cutting down the number of exhaust fans from sixteen (16) to two (2). These new ventilation, air-conditioning and heating systems will have a guaranteed lifespan of twenty-five years, and the reduction of GHG carbon dioxide emissions will be cumulative during all the years of use of these new systems.

**Appendix 1 — HVAC and Driving Forces Calculation
Notes**

Appendix 2 — Sketch of the Base Support for the Rooftop Ventilation Unit

Appendix 3 — Proposed HVAC Schematics

Appendix 4 — Rooftop Air Handling Unit

Appendix 5 — Calculations for GHG Carbon Dioxide Volume

Appendix 6 Budgetary Estimates

**ALUMINUM TECHNOLOGY CENTRE
CARBON NEUTRAL ANALYSIS STUDY**

Ref. No: 94415



Prepared by _____
Angelo Pilote, Sr. Tech.

Verified by _____
Benoit Tremblay, Electrical Eng.

Verified by _____
Nicolas Rioux, Mechanical Eng.

June 2019

TABLE OF CONTENTS

TABLE OF CONTENTS.....	2
1. TERMS OF REFERENCE	4
2. INTRODUCTION	5
3. GENERAL NOTES AND ASSUMPTIONS.....	6
4. ENERGY SOURCES.....	7
4.1 ENERGY SOURCES USED	7
5. DESCRIPTION OF THE ELECTROMECHANICAL SYSTEMS.....	8
5.1 PLUMBING	8
5.2 HEATING	8
5.3 AIR CONDITIONING/CHILLED WATER	9
5.4 VENTILATION.....	10
6. ELECTRICITY.....	17
6.1 INTERIOR LIGHTING	17
6.2 EXTERIOR LIGHTING.....	17
6.3 ELECTRIC HEATING SYSTEM.....	17
6.4 GENERATOR	17
7. OTHER CONSUMABLES	19
8. ANALYSIS OF THE BUILDING'S CURRENT ENERGY CONSUMPTION.....	20
8.1 OVERALL CONSUMPTION	20
8.2 NATURAL GAS.....	20
8.3 ELECTRICITY.....	20
8.4 OTHER (FUEL: GASOLINE AND DIESEL).....	20
8.5 CURRENT ENERGY DISTRIBUTION.....	21
9. MEANS OF REDUCING GHG EMISSIONS.....	22
9.1 CONVERTING FROM NATURAL GAS TO ELECTRICITY.....	22
9.2 RECOVERING EXHAUST HEAT FROM THE EXHAUST SYSTEMS BY GROUPING THEM TOGETHER AND ADDING ENERGY RECOVERY SYSTEMS	23
9.3 REPLACEMENT OF CURRENT LIGHTING WITH LED LIGHTING.....	24
9.4 STREAMLINING OF THE 300-KW GENERATOR OPERATIONS.....	25
9.5 ELECTRICAL POWER CONTROL.....	26
9.6 FUELS	27
9.7 OTHER GHG-REDUCING MEASURES	27
9.8 INNOVATIVE MEASURES.....	29
10. CONCLUSION.....	30
11. RECOMMENDATION.....	31
APPENDIX 1	Electrical Loads Connected to the Generator
APPENDIX 2	Consumption History, 2016–2019
APPENDIX 3	Estimate – Converting from Natural Gas to Electricity
APPENDIX 4	Estimate – Heat Recovery from Ventilation
APPENDIX 5	Estimate – LED Lighting

APPENDIX 6	Estimate – Streamlining of Generator Operations
APPENDIX 7	Overview of Planned Scenarios
APPENDIX 8	Simulation – Conversion from Natural Gas to Electricity
APPENDIX 9	Simulation – Conversion from Natural Gas to Electricity and Energy Recovery
APPENDIX 10	Simulation – Conversion from Natural Gas to Electricity, Energy Recovery and Other Measures

1. Terms of Reference

The Aluminium Technology Centre (ATC) has hired the consulting firm UNIGEC to determine and analyze the greenhouse gases (GHG) currently being emitted by the facility, and to then target the potential for reducing them through the implementation of measures (energy recovery, transformation of systems that consume energy, etc.) at the ATC facility in Chicoutimi. The ultimate goal would be to compensate for all GHG emissions and become carbon neutral.

The facility's GHG emissions currently come from the building's energy consumption (electricity and natural gas), maintenance services by motorized vehicles for site maintenance and snow removal (gasoline), staff transportation (gasoline) and the weekly operation of the generator (fuel oil).

2. Introduction

To achieve these GHG emission reductions, the first thing would be to reduce energy consumption when the facility is not being occupied by staff (lighting, temperature, etc.), use energy-efficient devices and replace as much of the gasoline-powered maintenance equipment as possible with another energy source. Then it would be a matter of neutralizing GHG emissions as much as possible by investing in renewable energy carbon reduction projects and energy efficiencies. This is what we are going to show in this report.

For reference purposes, the current price of pollution for a tonne of GHG represents \$31/tonne. In 2023, according to projections, the price will be \$52/tonne, and it might be increased to \$102/tonne in 2030.

3. General Notes and Assumptions

- The accuracy of the cost estimates (concept) is in the range of +/- 25%;
- The estimates are based on current market costs; however, the costs are variable depending on the market conditions at the time of the request for proposals and during construction (labour availability and other simultaneous contracts for the bidding contractors);
- The estimates include design contingencies, general fees, administration costs and contractor profits;
- The cost estimates exclude the applicable taxes and engineering fees.

4. Energy Sources

4.1 Energy Sources Used

The various energy sources used at the ATC include electricity, natural gas, fuel oil and gasoline. They are used for the following purposes:

Electricity is used for lighting, motive power (pumps, fans, etc.), air-conditioning, refrigeration, some space heating, domestic hot water and process equipment.

Natural gas is used to heat fresh air, heat the building's envelope and provide humidification. Domestic hot water heating was initially provided by natural gas, but has since been replaced with an electric water heater.

Fuel oil is used solely to power the generator in the event of a power outage, and it runs weekly for required testing purposes.

For research, electricity is the main source of energy used.

Gasoline is used in the lawn maintenance vehicles and parking lot snow removal equipment.

Gasoline is also used in the motorized vehicles used by the facility, such as minivans.

5. Description of the Electromechanical Systems

This section describes only the electromechanical systems that contribute to and have an impact on GHG emissions.

5.1 Plumbing

Domestic hot water heating using natural gas was replaced with a 120-gallon (US) electric hot water heater with a capacity of 54 kW.

A domestic hot water circulation pump provides domestic hot water temperature in the distribution network. The pump capacity is 0.5 HP.

A water circulation pump for the water fountain and a waterjet pump provide water filtration and functionality.

A sump pump for the elevator well is used when water overflows or infiltrates the well. However, given its nearly non-existent use, this pump is not considered to have an impact on GHG emissions.

Two fuel oil transfer pumps, including a reserve for the generator, are only used to transfer fuel oil from the underground tank to fill the daily fuel oil tank. The transfer pumps are only operated for about 20 hours annually.

A 75-HP compressor supplies compressed air to equipment in the workshops and research laboratories via a distribution network. It operates on an annual basis and varies based on activities.

5.2 Heating

5.2.1 General

With the exception of a few areas, natural gas is the main source of energy used for heating the building envelope and for heating fresh air in the various ventilation systems.

The main heating network includes two (2) hot water boilers with a capacity of 2009 MBH (600 kW) each that supply a short hot water distribution network, including two (2) heating water pumps, 7.5 HP each, and two water/glycol heat exchangers. According to maintenance staff, the two (2) boilers have never operated simultaneously.

The heating of workshops L003 and L004 is provided by indirect fire natural gas heating coils integrated into the ventilation systems supplying these rooms. They have a total heating capacity of 2100 kW (net).

Heating is provided seasonally based on exterior temperatures. In principle, heating may be used from early October to the end of May depending on the year.

5.2.2 Primary hot water heating network

From the two water/glycol heat exchangers, two (2) 10-HP pumps supply a water/glycol heating distribution network and an underground tank for the storage of heating hot water.

A connection to this primary heating network allows for the recovery of hot water from the condensers on one of the chillers used for air-conditioning. The heat recovery capacity can reach more than 600 kW (at full energy recovery power).

5.2.3 Secondary Hot Water Heating Network

From the main collectors for the primary network's heating conduits, two (2) 10-HP pumps supply a water/glycol heat distribution network for the heating coils in ventilation systems no. 01, 05, 11, 51 and 57, which are used to heat fresh air and the building envelope.

5.2.4 Natural-Gas Unit Heaters

There are only three natural gas unit heaters in the building. They heat the lobby, boiler room and generator room.

Each unit heater is controlled by a thermostat.

5.3 Air-Conditioning/Chilled Water

5.3.1 Chilled Water and Recovery Network

The building is not completely air-conditioned; the workshop/laboratory space is ventilated only.

The building's air-conditioning is provided by three chillers. There is a 175-tonne chiller used for air-conditioning, and the two others, 80 and 100 tonnes respectively, are the heat pump type. The refrigerant used for the chillers is the R134 type. Each of the chillers has a chilled water pump, which sends chilled water from the chiller's evaporator to the main collectors on the chilled water conduits of the primary network, which includes an underground tank for the collection of chilled water. The 175-tonne chiller is used occasionally during summer heat waves. The two heat pump chillers, however, are used both in summer and winter.

From the two collectors in the primary chilled water network, there are two (2) pumps, 5 HP each, that supply the secondary network of chilled water for the cooling coils in ventilation systems 01, 11 and 53, as well as the cooling coils in the fan convectors of ventilation system 04.

From the same collectors in the primary network, there are two (2) other chilled water pumps (5 HP on the water side and 10 HP on the glycol side) supplying a water/glycol heat exchanger to recover heat from the discharged air in ventilation systems 01 and 11 and two (2) other pumps (5 HP on the water side and 5 HP on the glycol side) supplying another glycol exchanger to recover heat from one of the cooling towers.

5.3.2 Water Towers and Related Networks

The three chillers are cooled by two water towers, each with a capacity of 150 tonnes.

For tower no. 1, a 30-HP pump circulates the cooling water for the heat transfer between the condenser in chiller no. 1 and the water tower through a connecting network of conduits. This network also includes the connections that supply the recovery of hot water through the condensers to the heating coils in the ventilation systems.

For tower no. 2, from the collectors for the cooling water conduits, two (2) cooling water pumps with respective capacities of 30 and 5 HP circulate the cooling water between the tower, the condenser on the 80 and 100-tonne chillers and a cooled water/glycol heat exchanger, used to recover heat before transferring it to the water tower.

For each of the water towers, a water sprinkler system using a pump cools the water tower in wet mode.

5.4 Ventilation

The building is fully ventilated. Here is a description of the ventilation and air-conditioning systems:

5.4.1 System 1 — Air-Conditioning System for the Offices

This system ventilates and air conditions the building's office sector. It is installed in two mechanical rooms located on the same floor. It has a variable airflow and consists of two supply fans, including one 38,000-CFM fan for the cold duct and one 18,840-CFM fan for the hot duct, a 7,000-CFM air intake fan and a 31,000-CFM exhaust fan. For certain rooms exposed to an outside wall, the mixing boxes control the hot air or cool air flow for maintaining the temperature. For the other interior rooms, there are units to control the cool air flow for maintaining the temperature.

The air is cooled using the building's cooled air network, and the air is heated using the building's hot water network.

The air is humidified using a humidifier that runs on natural gas with a capacity of 205 kg/h.

The operating schedule for this system is from 5:00 a.m. to 5:00 p.m., Monday to Friday.

5.4.2 System 2 (Four Systems) — Ventilation of Processing Laboratory L004, Emergency Exhaust Fans no. 32 and Process Exhaust Fan no. 35

The systems in this large room provide ventilation and heating; there is no air-conditioning in this room. The ventilation systems are composed of four air handling units hung from the ceiling, 17,000 CFMs each, four 16,500-CFM return fans, and four natural gas heating coils with a net capacity of 351 kW (1200 MBH). These

systems are connected to a set of exhaust fans, including eight emergency fans located on the roof with a capacity of 4500 CFMs each and four centrifugal process fans, 5000 CFMs each.

There is no humidification in any of these systems.

The return fans are not operational. The natural gas heating coils are in bad condition and replacement parts are no longer available, according to maintenance staff.

These four systems run based on the exterior temperature. During periods of extreme cold, the four systems can be operating at the same time.

The minimum fresh air is variable and is controlled using static pressure controls, which ensure positive pressure in the room.

The operating schedule for this system is from 6:00 a.m. to 4:30 p.m., Monday to Friday.

5.4.3 System 3 (Two Systems) — Ventilation of Forming Laboratory L003 and Emergency Exhaust Fans no. 33

The systems in this large room provide ventilation and heating; there is no air-conditioning in this room. The ventilation systems are composed of two air handling units hung from the ceiling, 17,000 CFMs each, four 17,000-CFM return fans, two natural gas heating coils with a net capacity of 351 kW (1200 MBH) and are connected to four emergency exhaust fans with a capacity of 6000 CFMs each.

There is no humidification in any of these systems.

The return fans are not operational. The natural gas heating coils are in bad condition and replacement parts are no longer available according to maintenance staff.

These two systems run based on the exterior temperature. During periods of extreme cold, the two systems can be operating at the same time.

The minimum fresh air is variable and is controlled using static pressure controls, which ensure negative pressure in the room.

The operating schedule for this system is from 6:00 a.m. to 4:30 p.m., Monday to Friday.

5.4.4 System 11 — Supply of Fresh Air to the Small Laboratories on the Second Floor, Fan Convectors no. 4, Exhaust Fans no. 31, 34 and 37

This system provides 100% fresh air at variable flows, ventilating and air-conditioning the small laboratories on this floor. It is located in the mechanical room on this floor. It is composed of a 795-CFM supply fan, a fresh-air intake, a system of two variable-flow rooftop exhaust fans and an end-of-travel box with a capacity of 2250 CFMs in emergencies and 3000 CFMs in general exhaust mode. There are also seven (7) other exhaust fans on the roof for the laboratory hoods with 850 CFMs each. This system is connected to twelve 760-CFM fan convectors each with chilled water cooling coils and 0.5-kW electric heating coils.

The air cooling in ventilation system no. 11 is provided by the building's cooled air network, and the air is heated using the building's hot water network.

The air is humidified using a 145-kg/h capacity humidifier that runs on natural gas.

The operating schedule for this system is from 6:00 a.m. to 5:00 p.m., Monday to Friday. The occupancy schedules for the small laboratories varies based on the activities taking place there.

5.4.5 System 5 (three systems) — heating of the atrium

This system includes three ventilation units for the atrium's heating. These three air recirculation ventilation systems have capacities varying between 2300, 3380 and 3540 CFMs. The system has no fresh air intake, but it does have hot water heating coils.

There is no humidification in any of these systems.

The operating schedule for this system is from 6:00 a.m. to 5:00 p.m. for most of the year; however, they do operate continuously when the exterior temperature is below -20 °C.

5.4.6 System 6 — Stairwell Heating

This system is used to heat stairwell ESC-1. It includes a supply fan with 1135 CFMs with 100% air recirculation and a hot-water heating coil.

There is no humidification in this system.

The operating schedule for this system is from 6:00 a.m. to 5:00 p.m. for most of the year; however, they do operate continuously when the exterior temperature is below -20 °C.

5.4.7 Atrium Fresh Air Supply no. 12 and General Exhaust no. 22

This ventilation system is used to control the temperature in the atrium and to control the blinds on the large windows in the building's lobby. This ventilation system is composed of a 1300-CFM intake fan, a 1300 CFM exhaust fan, an energy recovery core and a fresh air intake. A duct distribution and transfer network is connected to motorized dampers and blinds completing the system.

This system is not equipped with heating or cooling coils.

The ventilation system is operated through humidity controls and adjustments to the motorized dampers in order to maintain the temperature set point. The blinds are opened based on sunshine and the season.

5.4.8 Exhaust Air from the Toilets no. 21

This system exhausts the air from the toilets in the office area. It is composed of a rooftop fan with a capacity of 1500 CFMs.

This system operates continuously.

5.4.9 Pressurizing of the stairwells, SASs nos. 41 and 42

These two ventilation systems pressurize emergency stairwells ESC-1 and ESC-2. These ventilation systems are composed of a supply fan coupled with a fresh air intake. The capacity of each fan is 1500 CFMs. No heating or cooling is planned.

It is operated manually from the fire alarm panel. These systems are not taken into consideration in this study to reduce GHG emissions since they never operate.

5.4.10 Smoke Extractor no. 43

This system is composed of three exhaust fans on the roof. Each fan has an exhaust capacity of 22,000 CFMs.

It is operated manually from the fire alarm panel. These systems are not taken into consideration in this study to reduce GHG emissions since they never operate.

5.4.11 Central Heating Ventilation System no. 51

This system ventilates the building's central heating system. This system is a T-supply system and includes air intake and return dampers, a 2025-CFM supply fan and a hot-water heating coil. It is coupled with a T exhaust system with exhaust and return air dampers and a 1020-CFM exhaust fan.

This system functions continuously.

5.4.12 Boiler mechanical room no. 52

This system ventilates the boiler mechanical room and ensures a combustion air supply for the two natural gas boilers and for the steam humidifier in ventilation system no. 01. This T-type ventilation system is composed of return air and mixing dampers, a 2585-CFM supply fan and is coupled with fresh air dampers for combustion in the nature gas equipment.

5.4.13 Air Condition for the Elevator Mechanical Room no. 53

This system cools the elevator's mechanical room. It is composed of a fan convector with a capacity of 865 CFMs for air recirculation and a chilled water cooling coil.

This system functions continuously and a room thermostat controls the temperature in the room.

5.4.14 Generator Ventilation no. 54

This system ventilates the generator room. This system is composed of two dampers for controlling the ambient temperature of the room, the combustion air for the generator and room ventilation.

It is activated when the generator turns on and everything is modulated in accordance with the room thermostat.

5.4.15 Exhaust Air from Mechanical Room no. 55

This system ventilates the mechanical room. It is composed of an exhaust fan on the roof.

This system starts up when the temperature rises in the room in accordance with the room thermostat.

5.4.16 Air-Conditioner Room Ventilation no. 57

This system provides ventilation to the mechanical room. This is a T-supply system and includes air intake, exhaust and air recirculation dampers, a 1760-CFM supply fan and a hot water duct heating coil.

The fan operates continuously whereas the position of the motorized dampers varies based on the room thermostat.

5.4.17 Exhaust Air from Main Electrical Room no. 58

This system provides ventilation to the main electrical room. The system is composed of a fresh air intake coupled with a 1500-CFM exhaust fan and a fresh air intake.

This system starts up when the temperature rises in the room in accordance with the room thermostat.

5.4.18 Air-Conditioning for Spectrometer Room no. 59

This system cools the spectrometer room. It is composed of a recirculating air fan convector, a water cooling coil and an electric heating coil of 500 W.

This system functions continuously, and a room thermostat controls the coil for maintaining the temperature in the room.

5.4.19 Hydroforming Mechanical Room no. 60

This room ventilates the mechanical room for the hydraulic press unit in the forming laboratory. This mechanical room is a small room located south of the building. This ventilation system is composed of a fan on the roof coupled with a fresh air intake.

The ventilation system is controlled by a room thermostat.

5.4.20 Air Condition for Telecom Room no. 61

This system provides air-conditioning for the building's telecom room. It is composed of a fan convector with a chilled water cooling coil.

This system functions continuously and is controlled by a room thermostat.

5.4.21 Air-conditioning for the S-107 Server Room no. 62

This system provides air-conditioning for the building's telecom room. It is composed of a fan convector with a chilled water cooling coil.

This system functions continuously and is controlled by a room thermostat.

5.4.22 Air-Conditioning for the S-107 Microscopy Room no. 63

This system provides air-conditioning for the room. It is composed of a fan convector with a chilled water cooling coil.

This system functions continuously and is controlled by a room thermostat.

5.4.23 Air Exhaust in the Kitchenette no. 71

This system exhausts foul air from the kitchenette. It is composed of an exhaust fan on the roof connected to an air return grille in the kitchenette. Its capacity is 350 CFMs.

The ventilation system operates manually, but it can also be controlled by the central air handling unit based on occupancy hours.

5.4.24 Exhaust of Chemical Products no. 81

This system ventilates the chemical products room on the second floor. It is composed of an exhaust fan on the roof with a capacity of 370 CFMs.

This system functions continuously.

5.4.25 Exhaust Air in Machining Room no. 82

This system ventilates the machining room. It is composed of an exhaust fan on the roof connected to an exhaust duct. Its capacity is 1150 CFMs.

The ventilation system operates manually, but it can also be controlled by the central air handling unit based on occupancy hours.

5.4.26 Exhaust in Depot nos. 83, 84, 85, 86, 87 and 88

No. 83: This system ventilates the neutralization basin room and its capacity is 150 CFMs.

No. 84: Two systems ventilate the interior powder depot and the powder depot (hazardous products). Their respective capacities are 75 CFMs and 200 CFMs. These systems are located in the storage facilities outside the ATC building. Since these facilities are not heated, they will not be taken into consideration in this study on GHGs.

No. 85: Two systems ventilate the solvents depot. Their respective capacities are 75 CFMs and 200 CFMs. These systems are located in the storage facilities outside the ATC building. Since these facilities are not heated, they will not be taken into consideration in this study on GHG.

No. 86: This system ventilates the base depot and its capacity is 75 CFMs.

No. 87: This system ventilates the acid depot and its capacity is 75 CFMs.

No. 86: This system ventilates the general depot and its capacity is 200 CFMs.
The ventilation functions continuously for all of these ventilation systems.

5.4.27 Exhaust for Corrosion Laboratory L205

This exhaust system exhausts humid air from the laboratory's soaking basins. Its capacity is 735 CFMs.

It operates for 4000 hours annually.

6. Electricity

We have only listed the electrical systems that contribute to and have an impact on GHG emissions.

The current electrical input capacity is 4000A. According to the indications on the existing single line, this capacity could plausibly be increased to 6000A.

Currently, of the 3200A allowable on this electrical input, the peak power observed over the last three years was around 706 kVA.

6.1 Interior Lighting

The building's interior lighting is provided by a wide variety of lighting fixtures. These light fixtures use the following bulb technologies:

- T8 linear fluorescent
- T8 U fluorescent
- Compact fluorescent
- Incandescent
- MR16 halogen
- Metal halogen

A low-voltage centralized lighting control system is composed of a centralized unit, relay panels and low-voltage switches. This system makes it possible to manage the interior lighting.

6.2 Exterior Lighting

The exterior lighting is composed of light fixtures installed on the exterior walls of the building, embedded in the canopies or installed on parking lot light poles. All of these light fixtures use metal halogen technology.

6.3 Electric Heating System

A network of heating cables de-ices the exterior concrete slab in front of the depot areas. This system operates when there is snow or ice on the slab. The power of the heating cable network is 30 kW.

We estimate the annual operating hours for the radiant heat at full capacity at about 300 hours.

6.4 Generator

The generator capacity is 300 kW.

Operating in standby mode and during weekly testing represents an annual consumption of 1000 litres of fuel oil.

This generator also supplies a variety of loads for which the National Building Code (NBC) does not require an emergency power source. This is the case for various ventilation systems, the glycol pumps, certain 120V-15A outlets, eyewash fountains, the elevator, etc.

To see the extent of the loads connected to the generator, refer to Appendix 1 in this report, which shows the single-line of the CCMs supplied by the latter as well as the location of the 120/208V and 347/600V emergency distribution panel registers.

Among these loads, in addition to the emergency lighting circuits, there are two (2) air-conditioning systems serving telecommunications room S104 and server room S107 (system 61 and system 62).

7. Other Consumables

7.1.1 Gasoline for Motorized Equipment

Gasoline consumption for the building's service vehicles is 100 litres annually.

Gasoline consumption for the motorized vehicles used for lawn maintenance is 600 litres annually.

Gasoline consumption for the motorized vehicles used for snow removal is 1500 litres annually.

Gasoline consumption for travel by building staff is 160 litres annually.

7.1.2 Other Equipment

We estimate the operation of the two hydraulic units for the two laboratory forming presses at 200 hours annually.

We estimate elevator operation at one hour per day during the hours of occupancy, which represents 200 hours annually. The power of the elevator's hydraulic unit is 40 HP.

8. Analysis of the Building's Current Energy Consumption

In **Appendix 2**, you will find a detailed consumption history for the years 2016 to 2019.

8.1 Overall Consumption

Based on the compilation of consumed energy over the last three years, we have observed a significant discrepancy in the consumption of natural gas for the year 2019; there was an additional consumption of more than 30,000 cubic metres in 2019 compared with a consumption of 70,000 cubic metres for the two years prior to that. We were not able to identify the source of this additional consumption. In this regard, the ATC can check to see if this discrepancy continued into the following year. In terms of electricity consumption, it has remained essentially the same.

In terms of the annual total, if we consider the average consumption over the last three (3) years, the cumulated energy represents a total consumption of **12,504 GJ**, or the equivalent of **3,473,417 kWh** producing **165.8 t** of GHG emissions (CO₂ equivalent). At a cost of \$31 per tonne, GHG emissions represent a sum of **\$5,140** annually.

Based on these compilations, here is the average energy consumed over the last three years:

8.2 Natural Gas

80,555 cubic metres of gas, at an average cost of \$8.37/GJ

We noted that the current rate of \$0.316/m³ is particularly low in relation to natural gas consumption (approximately 80,000 m³/year). This can be explained by the fact that billing from Énergi (formerly Gaz Métro) is combined with that of UQAC. For a totally independent building with a consumption of approximately **80,000 m³/year**, the rate is usually around \$0.45/m³, which is approximately 40% more than the rate currently being paid.

Produces 152.2 t of GHGs.

8.3 Electricity

2,592,067 kWh, at an average cost of \$24.27/GJ

Produces 6.2 t of GHGs.

8.4 Other (fuel: gasoline and diesel)

3,000 litres of fuel oil, 2,360 litres of gasoline, at an average of 121 GJ

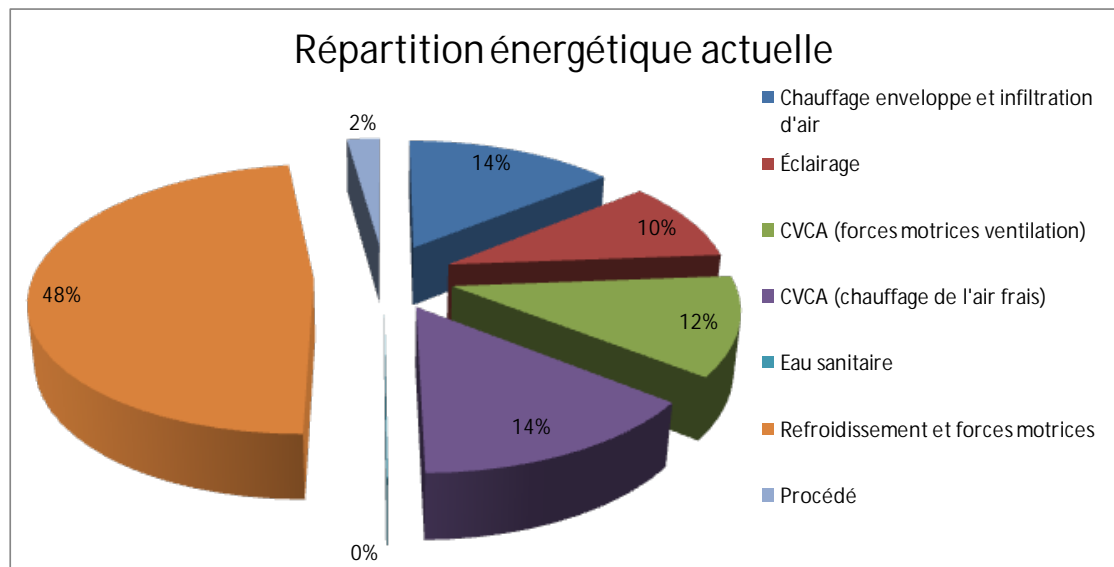
Produces 8.4 t of GHGs.

8.5 Current Energy Distribution

Based on our calculations, here is an overview of the current energy distribution. This distribution excludes the consumption of fuel (gasoline and diesel) and is based on the average consumption over the last three (3) years.

Répartition énergétique	Répartition énergétique			
	Actuelle			
	Électricité (kWh/an)	Gaz naturel (m ³ /an)	Total (kWh/an) équivalent	Répartition
Chauffage enveloppe et infiltration d'air	129 255	33 973	486 823	14,2%
Éclairage	331 362	0	331 362	9,6%
CVCA (forces motrices ventilation)	406 207	0	406 207	11,8%
CVCA (chauffage de l'air frais)	0	46 582	490 274	14,3%
Eau sanitaire	2 480	0	2 480	0,1%
Refroidissement et forces motrices	1 646 140	0	1 646 140	47,9%
Procédé	76 623	0	76 623	2,2%
Total	2 592 067	80 555	3 439 908	100%

12 384 GJ/an
2,16 GJ/m²



9. Means of Reducing GHG Emissions

Therefore, in order to achieve the objective of reducing GHG to zero, it goes without saying that in relation to annual consumption, targeting a reduction in natural gas consumption will be more important than electricity and fuel.

Here are some proposed measures for reducing energy consumption and therefore GHG emissions based on an annual energy consumption of **12,504 GJ/year**.

9.1 Converting from Natural Gas to Electricity

This measure would involve replacing all equipment operating on natural gas with equipment operating on electricity.

The scope of the work can be summarized as follows:

Replacement of Natural Gas Boilers

The removal of the 80-HP natural gas boilers with the natural gas piping, flues, electric power supply and controls;

The installation of two new electric boilers, 400 kW each, so each can provide a capacity of 2/3 of the total capacity required, i.e., the equivalent of an 80-HP natural gas boiler;

The changes to the hot-water pipes to be adapted to the new boilers, including thermal insulation;

The addition of DDC (direct digital controls) with updated graphics;

Electric power supply for the boilers.

Replacement of Natural Gas Humidifiers

The removal of the two natural gas humidifiers of 320 lb/h and 450 lb/h, with the natural gas piping, flues, steam distributors, electric power supply and controls;

The installation of two electric humidifiers (63 and 75 kW), with electric power supply, steam distributors and conduits, drainage conduits, thermal insulation, DDC, etc.;

Electric power supply for the humidifiers.

Replacement of Natural Gas Unit Heaters

The removal of the three (3) natural gas unit heaters, with respective capacities of 17, 38 and 58 kW, with the natural gas piping, flues, electric power supply and controls;

The installation of three new electric unit heaters, 20 kW, 40 kW and 60 kW respectively, with electric power supply and controls.

Electrical Work

In order to convert the boilers, humidifiers and unit heaters from natural gas to electricity, a 1600A line will need to be installed to power a new switch cabinet. This cabinet will be installed in the boiler room on the first floor.

This cabinet will be the power supply point for the two (2) new 400-kW boilers, the two (2) new humidifiers (72A and 62A) as well as the three (3) new unit heaters.

Estimated total cost for the work: **\$551,281**. See estimates in **Appendix 3**.

Reduction in GHG emissions: **150.9 t** of CO₂ equivalent.

9.2 Recovering Exhaust Heat from the Exhaust Systems by Grouping them together and Adding Energy Recovery Systems

This measure consists of replacing the building's exhaust fans with systems that can recover the heat extracted from the foul air using cold coils. A new network of chilled water will be connected to these cold coils. However, this measure is only possible if there are plans to replace the ventilation and heating systems in workshops L003 and L004. In this regard, Unigec has already drafted a report on this subject and estimated costs for this project represent **\$1,836,236** in investments (O/D 94414 dated March 2019).

The scope of the work can be summarized as follows:

The removal of the seven hood exhaust fans and the two exhaust fans no. 31 and 34;

The removal of the fan controls and power supply;

The removal of exhaust fan no. 60 and the hydraulic unit shelter (hydroforming) installed in a building connected to the current building and its electric power supply;

The removal of the foul air exhaust fans in the building's office sector:

- No. 21: Foul air exhaust from the bathrooms;
- No. 51: Central heating ventilation;
- No. 52: Boiler ventilation;
- No. 55: Electrical room ventilation;
- No. 57: Air conditioning ventilation;
- No. 58: Main electrical room ventilation;
- No. 71: Kitchenette exhaust;

- No. 81: Chemical products exhaust;
- No. 82: Machining workshop exhaust;
- No. 83: Neutralization basin exhaust;
- No. 86: Base depot exhaust;
- No. 87: Acid depot exhaust;
- No. 88: General depot exhaust;
- No.: Soaking basin L205 exhaust.

The installation of a dilution exhaust fan for the laboratory hoods and the exhausting of small laboratories (systems no. 31 and 34), with plenum for cold coils and extension of the existing exhaust ducts to the coil plenum;

Replacement of exhaust fan no. 60 by a fan convectors with cold coil;

Replacement of the fourteen (14) exhaust fans by eleven (11) fan convectors with cold coils;

Extension of the chilled water network planned for laboratories L003 and L004, insulated, with control valves and DDC;

Electric power supply for the various equipment.

Estimated cost of the work: **\$379,931 (+\$1,836,236)**. See estimates in **Appendix 4**.

Reduction in GHG emissions: **151.6 t** of CO₂ equivalent.

9.3 Replacement of Current Lighting with LED Lighting

This measure consists of replacing the fluorescent, halogen, incandescent and metal halogen lighting with new LED devices.

This conversion will generate savings in electricity consumption associated with lighting in the area of 30% by reducing the electrical power required by the lighting system from 98 kW to 69 kW, while maintaining the same level of lighting. This measure applies to all fixtures, except for the High-Bays in laboratories L003 and L004 which have already been converted to LED.

In addition to energy consumption savings, this conversion will make it possible to reduce the power required for the emergency lighting. See our recommendation for the installation of an uninterruptible power supply (UPS) for the emergency lighting.

The scope of the work can be essentially summarized as the replacement of the following lighting fixtures: 518 fluorescent light fixtures and 139 metal halogen fixtures, as well as the use of LED lights to replace the existing bulbs in light fixtures using incandescent fluorescent compact bulbs (quantity: 187 light fixtures).

Estimated cost of the work: **\$360,381**. See estimates in **Appendix 5**.

Reduction in GHG emissions: **0.2 t** of CO₂ equivalent.

9.4 Streamlining of the 300-kW Generator Operations

9.4.1 UPS — Emergency Lighting

This measure consists of reducing the operating of the current generator through the installation of a 25-kVA UPS for maintaining power for emergency lighting, allowing for 30 minutes of autonomy. In this sense, the emergency lighting circuits connected to the existing emergency panel will be transferred to the two new panels dedicated to emergency lighting. The current total emergency lighting load is approximately 20 kW. Replacement of the existing light fixtures with LED fixtures will potentially reduce this load to 16 kW.

9.4.2 UPS — Server Room

We also include another UPS, this one with 40 kVA with 10 minutes of maintaining time, in order to ensure the electric power supply of the telecommunications equipment in order to allow for the safe shutting down of the servers during power outages. The maintaining time will need to be validated with the people responsible for the servers in order to determine the time required for shutting down servers and systems in the event of a power outage.

9.4.3 Impact on Generator Use

The current generator has a capacity of 300 kW. The analysis of the connected loads corresponds to this value. The generator makes it possible to power the emergency lighting required by the Building Code as well as other diversified loads (ventilation, heat pump, hot water boilers, 120-V outlets and the eyewash fountain).

The fact that the emergency lighting is powered by the generator requires that it be maintained under standard CSA-C282. The operating time in testing mode per year is a total of 13 hours, or 15 minutes per week for a total of 1 hour per month and a two-hour test once a year.

By transferring the emergency lighting to another power source such as UPS, the generator would no longer have to be compliant with the C282 standard. The

maintenance requirements could therefore be reduced. The testing would then be limited to 15 minutes per week. The annual consumption of fuel for generator testing would be reduced from 1000 L to 500 L.

However, certain heating and ventilation equipment will not be operable using the generator since natural gas heating will be transferred to electricity. The power of the current generator will not be able to take on new electrical loads that are essentially associated with heating. For other emergency equipment, they can remain functional in the event of power outages.

To see the extent of the loads connected to the generator, refer to **Appendix 1** in this report which shows the single-line of the CCMs supplied by the latter as well as the location of the 120/208V and 347/600V emergency distribution panel registers.

We wonder about the need to keep the generator for the remaining equipment to be powered during and emergency. The ATC can confirm this need. If so, fuel consumption would then be reduced to zero.

Estimated cost of the work: **\$248,400**. See estimates in **Appendix 6**.

Reduction in GHG emissions: **1.4 t** of CO₂ equivalent. We have considered a 50% reduction in generator testing. If it becomes apparent that the generator is no longer required following the addition of UPS, the GHG emission reduction would be **2.8 t** of CO₂ equivalent.

9.5 Electrical Power Control

With the switching of equipment operating on natural gas by equipment operating on electricity, the electrical power required will increase significantly. Currently, the power billed monthly varies between 509 and 625 kW. With the switch, we have conducted energy simulations and the billed power result will be increased to between 566 and 2010 kW. The energy costs will therefore increase significantly. We propose this measure for maintaining the lowest electrical power possible by programming the current load controller to occasionally stop certain electrical equipment during peak periods. Maintaining the contract power to less than 1200 kW could be targeted as an objective; however, it is difficult to determine this value.

The scope of the work can be summarized as follows:

- Program the controls for each humidifier;
- Program the controls for each electrical unit heater;
- Program the controls for the water heater;
- Program the reduction in ventilation air flows, the capacity of the boilers and heat pump flows and energy recovery.

Estimated cost of the work: negligible, programming only.

Reduction in GHG emissions: negligible.

9.6 Fuels

This measure consists of reducing fuel consumption for the facility's service vehicle, the motorized vehicle used for mowing the lawn and the motorized vehicles used for snow removal.

The ATC has already implemented a measure for eliminating the lawn mower by using seeds for maintaining the lawn without the need for mowing. This measure could reduce GHG emissions by some **1.42 t** of CO₂ equivalent. No investment costs required other than seed.

For other fuel consumptions for the service vehicle and staff travel, it will not be possible to reduce fuel consumption unless the motorized vehicle is replaced with a battery-powered vehicle. For this study, we did not consider it.

For snow removal, the work is done by a specialized contractor. It is possible that in the near future, the motorized vehicles or snow removal methods could be adapted to further reduce GHG.

9.7 Other GHG-Reducing Measures

Here are other measures that were analyzed as means of reducing GHGs or generating energy savings that were not selected as choices in this study because they offered little in the form of GHG reductions and would have a significant monetary impact in terms of implementation.

They included:

Regulating and maximizing the fresh air from the various ventilation systems in the building based on occupancy, needs and carbon dioxide control.

- This measure has already been implemented in your building.

Making it possible to transfer the energy produced by the generator during weekly testing into the building's distribution network.

- This measure would remain valid if the generator remained with the same functions.

Replacing the diesel used for the generator with natural gas.

- This measure would not provide much in terms of GHG reductions and in addition, there is the possibility that the generator will no longer be needed.

Whenever possible, producing energy for lighting in certain outdoor areas or in rooms using solar panels.

- This measure would not provide much in terms of GHG reduction within the context of conversion to electricity. Furthermore, the effectiveness of solar panels is considerably reduced during cloudy periods, and the Saguenay region has no sunny periods that would favour the use of solar panels. Also, in the winter months, the accumulation of ice and snow could further complicate the effectiveness.

Controlling lighting in the rooms based on occupancy.

- This measure has already been implemented in certain parts of the building.

Putting in place an energy production system capable of producing a mass of energy that can produce the equivalent of 175,000 kWh annually (i.e., 5% of the energy consumption if we consider current consumption).

- Although efficient for energy potential, we still analyzed this measure with a system of photovoltaic panels and with wind power. For the photovoltaic panels, the problem with energy accumulation lies in the low sunlight rates in the region and the accumulations of ice and snow. For wind energy, the installation in an urban area remains a problem from a visual and audible perspective for the neighbourhood.

Operating the condenser cooling on the water tower in dry mode.

- This measure is not recommended. The type of water tower is in evaporation mode using a sprinkler system making it possible to be operated with the wet-bulb temperature as opposed to a dry condenser operating on a dry-bulb temperature. Given that the water tower exchanger is designed to operate at a wet-bulb temperature, its surface area is therefore considerably reduced in relation to the one designed for a dry-bulb temperature. The current water tower's dry mode would not be able to eject a sufficient amount of heat from the chillers. It is also known that water tower cooling increases the heating efficiency of chillers by at least 10%.

The installation of intelligent temperature sensors and adjustments to the variable set points for occupant comfort.

- This measure was not analyzed as part of this study since it would not provide much in terms of savings or GHG reductions given that electricity will be the building's main source of energy and the monetary impact of this measure would be considerable. However, it is possible that in the near future the costs associated with this measure will become more affordable.

Use of the generator's testing period for peak electricity use periods.

- This measure was not chosen since we are proposing to control the contract power and reduce generator operations. Operating the generator during peak periods would only increase GHG emissions, which would be counterproductive in terms of this study.

Recovery of the building's excess energy

- This measure was not considered for this study since the potential output of surplus heat happens mostly in the summer months. It would have been considered if the surplus heat was being produced during the heating months. The idea of a common greenhouse could have been considered as a project or heated sidewalks for melting snow.

9.8 Innovative Measures

The measures listed below were not analyzed since some would require structural studies (roof green space). Some measures are mostly related to the use of the building or applicable to new constructions. These measures also represent very small GHG reductions. They included:

- Potential for roof green spaces;
- Potential for energy savings on electrical maintenance equipment;
- Establishing a list of products to be prohibited for construction work;
- Paints and coatings that contain volatile organic compounds;
- Source and durability of materials;
- Management and disposal of construction waste materials.

10. Conclusion

In terms of various sources of energy used in the overall annual energy consumption of the building, natural gas represents 24%, electricity represents 75% and fuel for motorized equipment represents only 1% of consumption.

However, if you look at the GHG emissions for each type of energy, the resulting percentages for GHG emissions are quite different. Natural gas alone represents 92%, the fuel for motorized equipment represents 5% and electricity, which represents the largest portion of energy consumption, accounts for only 4% of the emissions.

We can therefore conclude that the measures proposed will make it possible to reduce to zero the GHG emissions produced by natural gas and to reduce to one third and even zero under certain conditions the GHG emitted by the fuel used in motorized equipment. You will find in **Appendix 7** an overview of the scenarios analyzed. However, to reach these objectives the ATC will need to invest significant sums in the area of \$3M to implement these new measures.

The future overview of energy consumption will no longer be comparable to what currently combines three forms of energy; electricity would become the sole source of energy used in the building. Consequently, if the conversion only addressed the conversion of natural gas equipment completely to electricity, without adding any other measures, the annual energy consumption would go from **12,504 GJ** to nearly **11,741 GJ**. However, the energy consumption would be around **9,990 GJ/year** if all proposed measures were implemented and made operational. However, the energy costs would go from **\$256,000/year** currently to more than **\$321,00/year** if the proposed measures were implemented or to more than **\$413,000/year** if the proposed measures were not implemented (the conversion from natural gas to electricity only). This difference in costs is due to the fact that the energy costs of electricity is much higher than those of natural gas, especially within the current context where the current natural gas rates are very low due to combined billing with UQAC.

As for fuels, the ideal situation would be to remove the generator from the building, if the needs for an emergency power source for the remaining equipment would no longer be required, given that we looked at operating safety equipment using UPS. As for the other equipment operating on fuel, it would be possible to use hybrid or completely electric vehicles. This way, GHG emissions would be reduced to zero or at the very least reduced by 3 tonnes of GHG if the generator and gasoline-fuelled service vehicle remained in service.

11.Recommendation

We recommend proceeding with simulation 3, i.e., converting the equipment running on natural gas to electricity, to implement the proposed energy recovery measures, to replace the light fixtures with LED bulbs and streamline the operating of the generator. We also recommend controlling the electrical power which would involve negligible costs. It should be noted that in simulation 3, we did not consider electrical power control since it is difficult to evaluate and remain conservative, but this measure would have a non-negligible impact on projected electrical power and on electricity costs.

The recommended work would generate a GHG reduction of 154.7 t of CO₂ equivalent, representing a savings of 93%, i.e., a residual consumption of 11.2 t/year compared to 165.8 currently. Energy costs will go from \$256,210/year to \$321,195/year, i.e., an increase of \$64,985/year. The required investment cost would be \$3,376,229.

This scenario would meet the objective of achieving a considerable reduction in GHG, i.e., around **93%**.

For residual GHG emissions (11.2 t/year, i.e., 7% compared to current emissions), we recommend that the ATC first implement the proposed measures before undertaking the additional measures for achieving the zero GHG emissions target. Overall, the potential additional measures will only generate electricity savings, and therefore a nearly negligible GHG reduction. These investments would also be more costly than those recommended in this study.

Appendix 1

Electrical Loads Connected to the Generator

Appendix 2

Consumption History, 2016–2019

Appendix 3

Estimate — Conversion from Natural Gas to Electricity

Appendix 4

Estimate — Heat Recovery from Ventilation

Appendix 5

Estimate — LED Lighting

Appendix 6

Estimate — Streamlining of Generator Operations

Appendix 7

Overview of Planned Scenarios

Appendix 8

Simulation — Conversion from Natural Gas to Electricity

Appendix 9

Simulation — Conversion from Natural Gas to Electricity and Energy Recovery

Appendix 10
Simulation — Conversion from Natural Gas to Electricity,
Energy Recovery and Other Measures

CENTRE DES TECHNOLOGIES DE L'ALUMINIUM DE CHICOUTIMI

Analyse de la pérennité des systèmes de chauffage et de la ventilation des
Ateliers laboratoires de recherche L003 et L004

N/réf. :94414

Rédigé par : _____
Angelo Pilote, chargé de projet.

Vérifié par : _____
Nicolas Rioux, ing.

Mars 2019

Table des matières

1. MANDAT	1
2. INTRODUCTION	2
3. DESCRIPTION DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION EXISTANTS	3
3.1 CHAUFFAGE	3
3.2 VENTILATION	3
3.2.1 <i>Atelier laboratoire L004</i>	4
3.2.2 <i>Atelier laboratoire L003</i>	4
3.2.3 <i>Climatisation</i>	5
4. ORIENTATION DE LA CONCEPTION	6
5. OPTION DE SYSTÈMES DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION	7
5.1 OPTION REMPLACEMENT DES SERPENTINS DE CHAUFFAGE AU GAZ NATUREL	7
5.2 OPTION REMPLACEMENT COMPLET DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION	7
6. ÉVALUATION BUDGÉTAIRE	10
7. CONCLUSION	12

Annexe 1	Notes de calculs de CVCA et forces motrices
Annexe 2	Notes de calculs de charge de la structure
Annexe 3	Schémas proposés de CVCA
Annexe 4	Centrale d'air en toiture
Annexe 5	Calcul volume de bioxyde de carbone-GES
Annexe 6	Estimation budgétaire

1. Mandat

Le centre des technologies de l'aluminium de Chicoutimi (CTA) a confié à Unigec un mandat d'analyse de la pérennité des systèmes de chauffage et de ventilation de ses deux grands Ateliers laboratoires de recherche pour remplacer en partie des équipements des systèmes actuels ou bien les remplacer par de nouveaux systèmes plus performants et pouvant aussi réduire les gaz de bioxyde de carbone GES avec une source d'énergie moins dommageable envers l'environnement.

Une estimation budgétaire (concept) pour les travaux de construction accompagnera la présente analyse.

2. Introduction

L'âge avancé des serpentins de chauffage au gaz naturel des unités de ventilation/chauffage des Ateliers laboratoires rend les interventions de réparation de plus en plus fréquentes et le CTA éprouve des problèmes d'approvisionnement pour obtenir les pièces de rechange des serpentins. De plus, le fabricant des serpentins a cessé la production de ce type de serpent.

Également, le type de ventilation d'origine qui date déjà de 2002 était conçu pour assurer un très grand débit de ventilation qui possiblement, servait à des essais de laboratoire pouvant comporter des dégagements de chaleur de très grande capacité. Or depuis la construction du bâtiment, les systèmes de ventilation ont toujours opéré à de faibles débits d'air de ventilation, et ce sans pour autant créer, selon les informations obtenues par le CTA, des inconforts ni causer des problèmes d'accumulation de polluants dans ces deux Ateliers laboratoires.

3. Description des systèmes de chauffage et de ventilation existants

Avant tout, les deux Ateliers laboratoires comportent les mêmes dimensions de surface de plancher de 6 500 pieds carrés, sauf pour la hauteur physique des locaux qui correspond à 45 pieds pour le L004 et à 30 pi pour le L003. Les deux Ateliers laboratoires ont deux pans de murs exposés à l'extérieur et seul l'Atelier laboratoire L004 comporte un toit exposé tandis que l'autre Atelier laboratoire possède un étage au-dessus de son plafond.

Pour chacun des Ateliers laboratoires, on retrouve une grande porte de garage et avec quelques portes de piétons donnant sur l'extérieur. Aucune fenestration extérieure n'est présente dans ces locaux.

Les deux laboratoires ont réparti de façon différente les espaces des unités de laboratoires d'essais et de recherche et ils peuvent être réaménagés de façon différente lorsque les unités de laboratoires sont remplacées par de nouvelles unités.

3.1 Chauffage

Le chauffage des deux Ateliers laboratoires est assuré par des serpentins de chauffage au gaz naturel et ils sont tous installés au plafond des Ateliers laboratoires à la décharge des systèmes de ventilation. Ces serpentins de chauffage ont une capacité calorifique nette de 1 200 MBH (350 kW) et ils sont au nombre de six (6) serpentins totalisant une puissance de 7 200 MBH (2 100 kW).

Ces serpentins de chauffage assurent deux fonctions ; soit le chauffage de l'air de ventilation et/ou les déperditions de chaleur de l'enveloppe exposée à l'extérieur. En mode de ventilation la température de l'air d'alimentation est maintenue à 70 degrés F et lorsque les serpentins de chauffage sont activés pour combler les déperditions de chaleur de l'enveloppe, la température de l'air d'alimentation des systèmes de ventilation est rehaussée de façon substantielle au-dessus de 70 degrés F. Cependant le type de contrôle des serpentins de chauffage au gaz naturel ne permet pas de maintenir une température d'air d'alimentation constante, elle se fait par steps avec des écarts importants de la température d'air d'alimentation.

L'accessibilité aux composantes de ces serpentins de chauffage au gaz naturel se fait sur des plates-formes au niveau des fermes de structure d'acier du toit et la seule manière d'y arriver est avec l'usage du pont roulant ce qui implique alors des mesures de sécurité rigoureuses et contraignantes pour les manœuvres d'entretien.

3.2 Ventilation

La ventilation des deux Ateliers laboratoires est comme suit :

3.2.1 Atelier laboratoire L004

L'installation actuelle comporte quatre (4) unités de ventilation installées au travers les fermes de structure au plafond. Elles sont de configuration en H avec pour chacune des unités un ventilateur d'alimentation de 17 000 PCM, un ventilateur de retour inopérant (capacité de 17 000PCM) et d'un jeu de volets motorisés qui assure le mélange de l'air afin de maintenir une légère pression positive de 0,10 pouce d'eau dans les Ateliers laboratoire par rapport aux locaux voisins de ce secteur.

De façon générale et lorsque la température extérieure est au-dessus de +13 degrés F (-10 degrés C) il n'y a que deux unités de ventilation en marche, les quatre unités opèrent seulement lorsque la température extérieure est inférieure à celle indiquée plus haut.

Pour l'évacuation de l'air de l'Atelier laboratoire, on retrouve huit (8) ventilateurs de toiture de 4 500 PCM chacun et ils totaliseraient 36 000 PCM d'évacuation. Pour le procédé, l'évacuation de l'air viciée est assurée par quatre (4) ventilateurs centrifuges installés sur le toit. La décharge de l'air d'évacuation de chacun des ventilateurs d'évacuation est dirigée dans une cheminée verticale sur le toit. Le débit d'air d'évacuation correspond à 5 000 PCM pour chacun des ventilateurs et ils totalisent 20 000 PCM d'évacuation.

Pour les quatre (4) ventilateurs d'évacuation du procédé, deux (2) de ces ventilateurs sont raccordés au procédé des unités de laboratoires, un autre n'est pas fonctionnel car il n'est pas branché au procédé et un autre est branché à une unité de laboratoire du coté de l'atelier laboratoire L003

L'opération des ventilateurs d'évacuation de l'Atelier laboratoire L004 totaliserait un débit d'air d'évacuation de 19 000 PCM et il serait réparti comme suit :

- Deux (2) ventilateurs de procédé totalisant 10 000 PCM
- Deux (2) ventilateurs de toiture totalisant 9 000PCM

Habituellement ces ventilateurs opèrent environ 50 heures semaines.

3.2.2 Atelier laboratoire L003

Pour cet Atelier laboratoire, l'installation actuelle comporte deux (2) unités de ventilation installées au travers les fermes de structure au plafond. Elles sont aussi de configuration en H avec pour chacune des unités un ventilateur d'alimentation de 17 000 PCM, un ventilateur de retour inopérant (capacité de 17 000 PCM), et d'un jeu de volets motorisés qui assure le mélange de l'air afin de maintenir une légère pression positive de 0,10 pouce d'eau dans les Ateliers laboratoire par rapport aux locaux voisins de ce secteur.

De façon générale et lorsque la température extérieure est au-dessus de +13 degrés F (-10 degrés C) il n'y a qu'une seule unité de ventilation en marche, elles opèrent comme celles des unités de l'Atelier laboratoire L004 décrites plus haut.

Pour l'évacuation de l'air de cet Atelier laboratoire, on retrouve quatre (4) ventilateurs de toiture de 6 000 PCM et ils totalisent 24 000PCM d'évacuation. Un autre ventilateur d'évacuation de 7 500 PCM et aussi le ventilateur d'évacuation de procédé de 5 000 PCM localisé du coté de l'Atelier laboratoire L004.

L'opération de ces ventilateurs totaliserait un débit d'air d'évacuation de 12 500 PCM et il serait réparti comme suit :

- Un (1) ventilateur d'évacuation de 7 500 PCM
- Un (1) ventilateur de procédé de 5 000 PCM

Habituellement ces ventilateurs opèrent environ 50 heures semaines tout comme ceux de l'Atelier laboratoire L004.

3.2.3 Climatisation

Les deux Ateliers laboratoires ne sont pas climatisés.

4. Orientation de la conception

Les hypothèses de base qui ont permis d'orienter la nouvelle conception des systèmes de chauffage et de ventilation des Ateliers laboratoires L003 et L004 seraient comme suit :

- Assurer une pérennité accrue des équipements
- Faciliter l'accès et à l'entretien des équipements
- Réduire les remplacements fréquents des équipements et obtenir un fournisseur de pièces encore sur le marché
- Récupérer l'énergie provenant de l'évacuation d'air de la ventilation.
- Climatiser les Ateliers laboratoires.
- Assurer un taux de ventilation minimal de quatre (4) changements d'air frais par heure, soit 5 200 PCM.
- Pressuriser les Ateliers laboratoires.

5. Option de systèmes de chauffage et de ventilation

Nous avons analysé et développé pour ce présent mandat, deux options possibles pour remplacer des équipements et/ou l'ensemble des systèmes de chauffage et de ventilation des Ateliers laboratoires L003 et L004. Ces options proposées sont les suivantes :

5.1 Option remplacement des serpentins de chauffage au gaz naturel

Cette option consiste à remplacer les serpentins de chauffage au gaz naturel par des nouveaux serpentins au gaz naturel de chacune des six (6) unités de chauffage et de ventilation des deux Ateliers laboratoires. Or cette option n'est pas retenue puisqu'elle ne permet pas d'atteindre les hypothèses de base fixées au départ comme l'accès à l'entretien, le prolongement de la pérennité des équipements conservés, l'impossibilité de récupérer l'énergie de l'évacuation des l'air et de climatiser les Ateliers laboratoires, etc.

Cependant, il y aurait une possibilité de remplacer les six (6) serpentins de chauffage au gaz naturel par des serpentins de chauffage électrique. La capacité calorifique nécessaire pour les nouveaux serpentins de chauffage électrique serait de 2 100 kW. Cette option pourrait demeurer une solution avantageuse si le CTA reconsidérerait certaines hypothèses énumérées précédemment.

Nous n'avons pas développé davantage cette option ni évalué les coûts des travaux, car elle ne permet pas d'atteindre les hypothèses de base fixées.

5.2 Option remplacement complet des systèmes de chauffage et de ventilation

Cette option consiste à remplacer les systèmes de chauffage et de ventilation par de nouveaux systèmes pouvant atteindre toutes les hypothèses de base fixées. La description des nouveaux systèmes serait comme suit :

- Centrale d'air en toiture de fabrication sur mesure regroupant deux systèmes de ventilation et de climatisation localisés de chaque côté d'un corridor de services. Pour chacun des systèmes de ventilation, les caractéristiques et les performances des systèmes seraient comme suit :
 - Débit d'air de ventilation minimal d'air frais de 5 200 PCM
 - Débit d'air de ventilation de 20 000 PCM requis pour assurer la climatisation de chacun des Ateliers laboratoire et en considérant un dégagement de chaleur du procédé correspondant à 100 kW.
 - Débit d'air frais de compensation à l'évacuation correspondant à 18 000 PCM.
 - Serpentin de préchauffage (eau glycol) de l'air frais d'une capacité pouvant atteindre environ 540 MBH (158 kW) provenant de la récupération de l'air évacué des systèmes d'évacuation.
 - Serpentin de refroidissement d'environ 60 tonnes de refroidissement chacun capable de refroidir 20 000 PCM d'air frais et aussi les dégagements de chaleur des Ateliers laboratoires.
 - Préfiltration de l'air de ventilation MERV 8

- Filtration finale de l'air de ventilation MERV 13
- Ventilateur d'alimentation à débit d'air variable commandé par un contrôleur de vitesse variable.
- Serpentin de chauffage électrique de capacité de 700 kW pour chauffer 20 000 PCM d'air frais en période hivernale.
- Pour le laboratoire L003, remplacer les quatre (4) ventilateurs d'évacuation de toiture par un système central d'évacuation de 18 000 PCM avec serpentins de récupération de chaleur (eau refroidie au glycol) d'une capacité d'environ 45 tonnes, ventilateur à débit constant et avec un contrôle de débit d'air pour le maintien du débit constant au ventilateur.
- Pour le laboratoire L004, remplacer les huit (8) ventilateurs d'évacuation de toiture et les quatre (4) ventilateurs d'évacuation du procédé par un système central d'évacuation de 18 000 PCM avec serpentins de récupération de chaleur (eau refroidie au glycol) d'une capacité d'environ 45 tonnes, ventilateur à débit constant et contrôle de débit d'air pour le maintien du débit constant au ventilateur.
- Prolonger le réseau de chauffage à l'eau chaude existant (récupération de chaleur) avec un débit de 220 USGPM pour le jumeler à un nouveau réseau de chauffage eau/glycol, un échangeur de chaleur à plaques et le relier aux nouveaux serpentins de préchauffage des nouveaux systèmes de ventilation.
- Prolonger le réseau d'eau refroidie existant pour le jumeler à un nouveau réseau d'eau refroidie eau/glycol avec un débit de 300 USGPM, un échangeur de chaleur à plaques et le relier aux nouveaux serpentins froids des nouveaux systèmes d'évacuation des Ateliers laboratoires.
- Le chauffage des Ateliers laboratoires est assuré uniquement par des aérothermes fonctionnant à l'électricité. La capacité de chauffage requise pour chacun des Ateliers laboratoire serait de 75 kW soit 3 aérothermes de 25 kW

Or pour que ces hypothèses de base soient valables ou atteintes pour cette nouvelle conception, certains éléments et/ou systèmes électromécaniques du bâtiment doivent convenir à cette nouvelle conception. Nous en énumérons quelques-unes :

- Le poids de la nouvelle centrale d'air en toiture représente environ 75 lb/pied carré de surface. Le poids total de cette centrale est de 50 000 livres. Les vérifications des charges structurales du bâtiment que nous avons validées permettraient la construction de la centrale d'air sur la toiture du laboratoire L004. Cependant les fermes de toit de types 1 et 2 devraient faire partie d'une analyse plus approfondie pour valider si la construction de la structure a été réalisée comme indiquée aux plans de l'ingénieur concepteur. Il faudra obtenir les dessins d'atelier de la structure pour être en mesure d'établir l'exactitude de l'installation actuelle. Selon notre première vérification de la structure, les nouveaux équipements en toiture constituent des poids plus importants que ceux présents en place, il serait alors nécessaire d'ajouter et/ou de renforcer certains éléments structuraux. Le principe développé du support de la centrale d'air serait fait avec une structure surélevée d'environ 4 pi pour permettre un dégagement suffisant libre entre la toiture et le dessous du plancher de la centrale d'air pour éliminer les accumulations de neige au périmètre de la nouvelle centrale d'air.
- La puissance de 700 kW de chacun de serpentins de chauffage électrique, des forces motrices nouvelles des unités de ventilation et de la capacité de chauffage des aérothermes électrique peuvent se faire sur l'entrée électrique existante, car elle est peu sollicitée (puissance lue peut atteindre environs 450 Ampères par rapport à la capacité de branchement actuelle de 4 000 Ampères à 600 volts 3 phases.
- Pour les Ateliers laboratoires, nous avons évalué le volume de gaz de bioxyde de carbone GES pour remplacer le gaz naturel pour l'électricité. La méthode de degrés/jour annuels a été utilisée pour les calculs et nous avons assumé et avec une base d'opérations hebdomadaire de 50 heures pour la ventilation. La réduction des gaz de bioxyde de carbone GES serait de l'ordre de 130 tonnes annuellement.
- Aussi, il faut considérer une économie d'énergie provenant des boucles de récupération des systèmes d'évacuation et de la climatisation des Ateliers laboratoires via vos refroidisseurs actuels. Nous n'avons pas évalué les économies dans ce présent rapport.
- Également, l'accessibilité au corridor de service de la nouvelle centrale d'air se fera par le toit et en empruntant un trottoir de circulation piétonnière sur le toit de l'édifice via les sorties extérieures au sommet des cages d'escaliers existantes. Un inconvénient; est qu'en période hivernale la circulation piétonnière doit être déneigée.

6. Évaluation budgétaire

L'évaluation budgétaire pour la construction de l'option d'une nouvelle centrale d'air en toiture représente des coûts de travaux de l'ordre de **1 836 236\$**. Ces coûts incluent les frais d'administration et des profits de l'entrepreneur général, les contingences et les taxes applicables en annexe 6, vous trouverez les détails et ils sont répartis comme suit :

- **Démolition sélective.... 70 600\$**

La démolition sélective en mécanique comprend la démolition des cabanons de prises d'air au toit, des systèmes d'alimentation, de retour et d'évacuation, des réseaux de gaines d'alimentation, de retour et d'évacuation, des caissons des serpentins de chauffage, les passerelles d'entretien, etc.

La démolition sélective en électricité comprend les alimentations électriques des moteurs des ventilateurs d'air d'alimentation, d'air de retour et d'air d'évacuation ainsi que les alimentations électriques des brûleurs des serpentins de chauffage au gaz naturel

- **Structure...79 800\$**

La nouvelle construction en structure comprend :

- Le support et le renfort de la base de l'unité de ventilation en toiture.
- La fermeture des ouvertures laissées par les cabanons des prises d'air des systèmes de ventilation.
- La fermeture des souches des ventilateurs démantelés au toit
- L'étanchéité des bases des pattes du support de la base de l'unité de ventilation en toiture.

- **Mécanique...795 600\$**

La nouvelle construction en mécanique comprend :

- Le réseau de chauffage eau chaude avec la pompe et l'échangeur de chaleur
- Le réseau de chauffage eau/glycol avec la pompe
- Le réseau d'eau refroidie avec la pompe et l'échangeur de chaleur.
- Le réseau d'eau/glycol avec la pompe
- La centrale d'air en toiture renfermant les deux systèmes de ventilation et un corridor commun pour l'entretien. La centrale d'air est complète et pré filée, serpentins de préchauffage, serpentin de refroidissement, serpentin de chauffage, ventilateur, batterie de filtration d'air, sectionneurs électriques, contrôles de vitesse variable, etc.
- Les systèmes d'évacuation avec serpentins froids servant à la récupération d'énergie.

- Les réseaux de gaines de ventilation pour l'alimentation d'air et l'évacuation d'air.
- Les contrôles de CVCA

- **Électricité...211 300\$**

La nouvelle construction en électricité comprend :

- Le disjoncteur principal de 2 000 A, 65 kA
- L'artère d'alimentation électrique à la centrale d'air
- Les sectionneurs
- Les câbles de dérivation
- L'alimentation électrique des ventilateurs d'évacuation et des aérothermes électriques
- Les aérothermes électriques

- **Éventualités, frais, profits et taxes.....678 936\$**

Ces coûts représentent les éventualités de conception, les frais d'administration et profits de l'entrepreneur général et taxes provinciales et fédérales.

7. Conclusion

Tel que cité auparavant, l'option de remplacer seulement des équipements comme les serpentins de chauffage au gaz naturel et de conserver les systèmes de ventilation d'origine n'a pas été retenue puisque cette option n'atteint pas les hypothèses de bases fixées pour l'accroissement de la pérennité des équipements, ni d'améliorer l'accessibilité, ni de récupérer l'énergie et ni de réduire les émissions de gaz de bioxyde de carbone GES et ni de climatiser les Ateliers laboratoires.

Toutefois, au cas où certaines hypothèses de bases seraient revues et réduites, la possibilité de remplacer les serpentins de chauffage au gaz naturel par des serpentins de chauffage électrique pourrait s'avérer être une option intéressante. Elle permettrait au moins de réduire les émissions de gaz de bioxyde de carbone GES et de remplacer des équipements rendus vétustes et difficilement réparables.

L'option de remplacer les systèmes de ventilation et de chauffage actuels par une centrale d'air en toiture, d'ajouter la climatisation et de combiner le chauffage de l'enveloppe des locaux avec des aérothermes permet d'atteindre les hypothèses de base fixées à ce rapport. De plus, le remplacement des systèmes d'évacuation par de nouveaux systèmes et de les centraliser vers une seule unité d'évacuation par Atelier laboratoire permettra de récupérer l'énergie de l'air évacué et de réduire en nombre l'entretien de seize (16) ventilateurs à deux unités d'évacuation. Ces nouveaux systèmes de ventilation, de climatisation et de chauffage auront une espérance de vie assurée pour les vingt-cinq prochaines années et que la réduction des émissions de gaz de bioxyde de carbone GES serait cumulative durant toutes les années d'utilisation de ces nouveaux systèmes.

Annexe 1 – Notes de calculs de CVCA et forces motrices

Annexe 2 – Croquis du support de la base de l'unité de ventilation en toiture

Annexe 3 – Schémas proposés de CVCA

Annexe 4 – Centrale d'air en toiture

Annexe 5 – Calculs volume de bioxyde de carbone GES

Annexe 6 Estimation budgétaire

**CENTRE DES TECHNOLOGIES DE L'ALUMINIUM
ÉTUDE D'ANALYSE CARBO NEUTRE**

N/Réf : 94415



Préparé par _____
Angelo Pilote tech. Sr.

Vérifié par _____
Benoit Tremblay ing. Électricité.

Vérifié par _____
Nicolas Rioux ing, Mécanique

Juin 2019

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	2
1. MANDAT	4
2. INTRODUCTION	5
3. NOTES GÉNÉRALES ET HYPOTHÈSES	6
4. SOURCES D'ÉNERGIE.....	7
4.1 SOURCES D'ÉNERGIE UTILISÉES	7
5. DESCRIPTION DES SYSTÈMES ÉLECTROMÉCANIQUES.....	8
5.1 PLOMBERIE	8
5.2 CHAUFFAGE	8
5.3 CLIMATISATION/EAU REFROIDIE.....	9
5.4 VENTILATION.....	10
6. ÉLECTRICITÉ.....	18
6.1 ÉCLAIRAGE INTÉRIEUR	18
6.2 ÉCLAIRAGE EXTÉRIEUR.....	18
6.3 SYSTÈME DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE.....	18
6.4 GÉNÉRATRICE	19
7. AUTRES CONSOMMABLES	20
8. ANALYSE DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ACTUELLE DE L'ÉDIFICE.....	21
8.1 CONSOMMATIONS GLOBALES.....	21
8.2 GAZ NATUREL :	21
8.3 ÉLECTRICITÉ :	21
8.4 AUTRES (CARBURANT : ESSENCE ET DIESEL).....	21
8.5 RÉPARTITION ÉNERGÉTIQUE ACTUELLE.....	22
9. MOYENS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DES GES	23
9.1 CONVERSION GAZ NATUREL VERS ÉLECTRICITÉ	23
9.2 RÉCUPÉRER LA CHALEUR DE L'ÉVACUATION D'AIR VICIÉE PAR LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES D'ÉVACUATION EN LES REGROUPANT ET EN AJOUTANT DES SYSTÈMES DE RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE	24
9.3 REMPLACER L'ÉCLAIRAGE ACTUEL PAR UN ÉCLAIRAGE À DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE (DEL)	26
9.4 ALLÈGEMENT DU FONCTIONNEMENT DE LA GÉNÉRATRICE DE 300 kW	26
9.5 CONTRÔLE DE LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE	28
9.6 CARBURANTS.....	28
9.7 AUTRES MESURES POUR LA RÉDUCTION DES GES	29
9.8 MESURES NOVATRICES.....	31
10. CONCLUSION.....	32
11. RECOMMANDATION.....	33

ANNEXE 1	Charges électriques raccordées à la génératrice
ANNEXE 2	Historique de consommation 2016-2019
ANNEXE 3	Estimation conversion gaz naturel vers électricité
ANNEXE 4	Estimation récupération de chaleur de la ventilation
ANNEXE 5	Estimation éclairage DEL
ANNEXE 6	Estimation allègement du fonctionnement de la génératrice

ANNEXE 7	Bilan des scénarios envisagés
ANNEXE 8	Simulation – Conversion gaz naturel électricité
ANNEXE 9	Simulation – Conversion gaz naturel électricité et récupération d'énergie
ANNEXE 10	Simulation – Conversion gaz naturel électricité, récupération d'énergie et autres mesures

1. Mandat

Le Centre des technologies de l'aluminium (CTA) a mandaté la firme UNIGEC experts conseils afin de déterminer et d'analyser les émissions de gaz à effets de serre (GES) actuelles de l'établissement, et ensuite de cibler le potentiel de réduction par le biais d'implantation de mesures (récupération d'énergie, transformation des systèmes qui consomment de l'énergie, etc.) de l'édifice du CTA à Chicoutimi. L'objectif ultime serait de compenser toutes les émissions de GES et de devenir carboneutre.

Les émissions de GES de l'établissement proviennent actuellement de la consommation énergétique du bâtiment (électricité et gaz naturel), des services d'entretien par des véhicules motorisés pour l'entretien du terrain et du déneigement (essence), des déplacements reliés aux transports du personnel (essence) et du fonctionnement hebdomadaire de la génératrice (mazout).

2. Introduction

Pour arriver à réduire les émissions de GES, il faut tout d'abord réduire les consommations d'énergie lors de l'occupation des lieux par le personnel, (éclairage, température, etc.) utiliser des appareils éco énergétiques et remplacer autant que possible certains équipements d'entretien fonctionnant à l'essence par une autre énergie. Ensuite il faut neutraliser, tout en étant possible, les émissions de GES en investissant dans des projets de réduction de carbone avec des énergies renouvelables et en efficacité énergétique. C'est ce que nous allons vous démontrer dans le présent rapport.

Juste à titre de référence, le prix actuel de la pollution d'une tonne de GES représente 31\$/tonne. En 2023, selon les projections, le prix serait de 52\$/tonne et elle serait possiblement augmentée à 102\$/tonne en 2030.

3. Notes générales et hypothèses

- La précision des estimations (concept) est de ± 25 %;
- Les estimations sont basées sur les coûts actuels du marché, cependant les coûts demeurent variables dépendant des conditions du marché ponctuel pendant la période d'appel d'offres et lors de la construction (disponibilité de la main d'œuvre et présence ou non d'autres contrats simultanés des entrepreneurs soumissionnaires);
- Les estimations incluent les contingences de conception, les frais généraux, les frais d'administration et les profits de l'entrepreneur;
- Les estimations de coûts excluent les taxes en vigueur et les frais d'ingénierie.

4. Sources d'énergie

4.1 Sources d'énergie utilisées

Les différentes sources d'énergies utilisées au CTA sont l'électricité, le gaz naturel, le mazout et l'essence. Leurs utilisations sont les suivantes :

L'électricité est utilisée pour l'éclairage, les forces motrices (pompes, ventilateurs, etc.), la climatisation, la réfrigération, le chauffage de certains locaux, le chauffage de l'eau domestique et les équipements de procédé.

Le gaz naturel est utilisé pour le chauffage de l'air frais, le chauffage de l'enveloppe du bâtiment et l'humidification. Le chauffage de l'eau chaude domestique était initialement au gaz naturel mais a été remplacé par un chauffe-eau électrique.

Le mazout est utilisé uniquement pour le fonctionnement de la génératrice en cas de panne d'électricité, qui opère de façon hebdomadaires en raison des essais requis.

Pour la recherche, l'électricité est la principale source d'énergie utilisée.

L'essence sert aux véhicules d'entretien de la pelouse et du déneigement des stationnements.

L'essence sert aussi pour les déplacements du véhicule motorisé de type fourgon de l'établissement.

5. Description des systèmes électromécaniques

Ceci est la description de seulement les systèmes électromécaniques qui contribuent et qui ont un impact sur les émissions de GES.

5.1 Plomberie

La production de l'eau chaude domestique au gaz naturel a été remplacée par un chauffe-eau électrique de 120 gallons US d'une capacité est de 54 kW.

Une pompe de circulation d'eau chaude domestique permet d'obtenir une température d'eau chaude domestique dans le réseau de distribution. La capacité de la pompe est de ½ hp.

Une pompe de circulation d'eau de la fontaine d'eau et une pompe de jets d'eau assurent la filtration de l'eau et de sa fonctionnalité.

Une pompe de drainage du puits de l'ascenseur sert en cas de débordement ou d'infiltration d'eau dans le puits. Cependant, compte tenu de son opération presque inexistante, cette pompe n'est pas considérée comme ayant impact sur les émissions de GES.

Deux pompes de transfert de mazout dont une de réserve pour la génératrice servent seulement à transférer le mazout à partir du réservoir souterrain pour remplir le réservoir de mazout journalier. Le fonctionnement des pompes de transfert se limite à environ 20 heures annuellement.

Un compresseur de 75 hp dessert l'alimentation en air comprimé des équipements des ateliers et des laboratoires de recherches, via un réseau de distribution. L'opération est sur une base annuelle et varie selon les activités.

5.2 Chauffage

5.2.1 Généralités

Le gaz naturel est, à l'exception de quelques endroits, la source principale d'énergie utilisée pour le chauffage de l'enveloppe du bâtiment et pour chauffer l'air frais des différents systèmes de ventilation.

Le réseau principal de chauffage est constitué de deux (2) chaudières à l'eau chaude de 2 009 MBH (600 kW) de capacité nette chacune qui alimentent un court réseau de distribution d'eau chaude incluant deux (2) pompes d'eau de chauffage de 7,5 hp chacune et de deux (2) échangeurs de chaleur eau/glycol. Selon le personnel d'entretien, les deux (2) chaudières n'auraient jamais fonctionné simultanément.

Le chauffage des ateliers L003 et L004 est assuré par des serpentins de chauffage au gaz naturel à feu indirect intégrés aux systèmes de ventilation qui desservent ces locaux. Ils représentent une capacité calorifique totale de 2 100 kW (nette).

Le fonctionnement du chauffage est saisonnier selon les températures extérieures. En principe, l'usage du chauffage peut s'étaler de début octobre jusqu'à la fin mai dépendant des années.

5.2.2 Réseau primaire de chauffage eau chaude

À partir des deux échangeurs de chaleur eau/glycol, deux (2) pompes de 10 hp chacune alimentent un réseau de distribution de chauffage eau/glycol et un réservoir souterrain pour l'accumulation d'eau chaude de chauffage.

Un branchement à ce réseau primaire de chauffage permet la récupération d'eau chaude à partir des condenseurs d'un des refroidisseurs servant à la climatisation. La capacité de récupération de chaleur pourrait atteindre plus de 600 kW (à pleine puissance de récupération d'énergie).

5.2.3 Réseau secondaire de chauffage eau chaude

À partir des collecteurs principaux des conduites de chauffage du réseau primaire, deux (2) pompes de 10 hp chacune alimentent un réseau de distribution de chauffage eau/glycol pour les serpentins de chauffage des systèmes de ventilation nos 01, 05, 11, 51 et 57 qui servent au chauffage de l'air frais et au chauffage de l'enveloppe du bâtiment.

5.2.4 Aérothermes au gaz naturel

Seulement trois aérothermes au gaz naturel sont présents dans l'édifice. Ceux-ci chauffent la réception, la chaufferie et le local de la génératrice.

Pour chaque aérotherme, le fonctionnement est contrôlé par un thermostat de pièce.

5.3 Climatisation/eau refroidie

5.3.1 Réseau d'eau refroidie et de récupération

L'édifice n'est pas entièrement climatisé; l'espace des ateliers laboratoires est seulement ventilé.

La climatisation de l'édifice est assurée par 3 refroidisseurs. Il y a un refroidisseur de 175 tonnes servant à la climatisation et les deux autres, d'une capacité respective de 80 et 100 tonnes, sont de type thermopompe. Le réfrigérant utilisé pour les refroidisseurs est de type R134. Chacun des refroidisseurs possède une pompe d'eau refroidie, laquelle achemine l'eau refroidie entre l'évaporateur du refroidisseur et les collecteurs principaux des conduites d'eau refroidie du réseau primaire qui inclut un réservoir souterrain pour l'accumulation d'eau refroidie. Le fonctionnement du refroidisseur de 175 tonnes peut s'avérer occasionnel lors des canicules estivales. Toutefois, les deux refroidisseurs de type thermopompe sont sollicités autant en été qu'en hiver.

À partir des collecteurs du réseau primaire d'eau refroidie, il y a deux (2) pompes de 5 hp chacune qui alimentent un réseau secondaire d'eau refroidie pour les serpentins de refroidissement des systèmes de ventilation nos 01, 11 et 53 ainsi que les serpentins de refroidissements des ventilo-convecteurs du système de ventilation no 04.

À partir des mêmes collecteurs du réseau primaire, deux (2) autres pompes d'eau refroidie (5 hp côté eau et 10 hp côté glycol) desservant un échangeur de chaleur eau/glycol pour récupérer la chaleur de l'évacuation de l'air des systèmes de ventilation nos 01 et 11 et deux (2) autres pompes (5 hp côté eau et 5 hp côté glycol) desservant au autre échangeur au glycol pour la récupération de chaleur d'une des tours d'eau de refroidissement.

5.3.2 Tours d'eau et réseaux associés

Le refroidissement des 3 refroidisseurs est assuré par deux tour d'eau d'une capacité de 150 tonnes chacune.

Pour la tour no 1, une pompe de 30 hp assure la circulation d'eau de refroidissement pour le transfert de chaleur entre le condenseur du refroidisseur no 1 et la tour d'eau par un réseau de conduites les reliant. De plus, sur ce réseau, on trouve les branchements qui alimentent la récupération d'eau chaude à partir des condenseurs vers les serpentins de chauffage des systèmes de ventilation.

Pour la tour no 2, à partir des collecteurs des conduites d'eau de refroidissement, deux (2) pompes d'eau de refroidissement d'une capacité respective de 30 et de 5 hp, assurent la circulation de l'eau de refroidissement entre la tour, le condenseur des refroidisseurs de 80 et 100 tonnes et un échangeur de chaleur eau refroidie/glycol servant à récupérer l'énergie avant de la transférer à la tour d'eau.

Pour chacune des tours d'eau, un système d'eau giclée à l'aide d'une pompe assure un refroidissement en mode humide à la tour d'eau.

5.4 Ventilation

L'édifice est entièrement ventilé. Voici une description des systèmes de ventilation et de climatisation :

5.4.1 Système 1 – Système de conditionnement de l'air des bureaux

Ce système ventile et climatise le secteur des bureaux de l'édifice. Il est installé dans deux salles de mécanique localisées à l'étage. Il est à débit d'air variable et il est constitué de deux ventilateurs d'alimentation, dont un de 38 000 PCM pour la gaine froide et l'autre de 18 840 PCM pour la gaine chaude, d'un ventilateur de prise d'air neuf de 7 000 PCM et d'un ventilateur d'évacuation de 31 000 PCM. Pour certains locaux exposés aux murs extérieurs, des boîtes de mélange contrôlent le débit d'air chaud et/ou d'air froid pour le maintien de la température. Pour d'autres locaux intérieurs, des unités contrôlent le débit d'air froid pour le maintien de la température.

Le refroidissement de l'air est réalisé via le réseau d'eau refroidie de l'établissement et le chauffage de l'air est réalisé via le réseau d'eau de chauffage de l'établissement.

L'humidification de l'air est produite par un humidificateur fonctionnant au gaz naturel, dont la capacité est de 205 kg/h.

L'horaire de fonctionnement de ce système est de 5h à 17h, du lundi au vendredi.

5.4.2 Système 2 (quatre systèmes) – Ventilation laboratoire de transformation L004, ventilateurs d'évacuation d'urgence No 32 et ventilateur d'évacuation Procédé No 35

Les systèmes de ce grand local ventilent et chauffent le local; ils ne climatisent pas le local. L'ensemble des systèmes de ventilation est composé de 4 centrales d'air accrochées au plafond du local de 17 000 PCM chacune, de 4 ventilateurs de retour de 16 500 PCM chacun, de 4 serpentins de chauffage au gaz naturel de capacité nette de 351 kW (1 200 MBH). Le tout est jumelé à des ensembles de ventilateurs d'évacuation dont 8 ventilateurs d'urgence localisés au toit d'une capacité de 4 500 PCM chacun et de 4 ventilateurs centrifuges de procédé de 5 000 PCM chacun.

Ces systèmes ne possèdent aucune humidification.

Les ventilateurs de retour ne sont plus opérationnels. Les serpentins de chauffage au gaz naturel sont en mauvais état et les pièces de remplacement ne seraient plus disponibles selon le personnel d'entretien.

La mise en fonction de ces 4 systèmes dépend de la température extérieure. Par temps froids extrêmes, les 4 systèmes peuvent opérer.

L'air frais minimum est variable et se fait en fonction d'un contrôle de pression statique qui assure un maintien de pression positive dans le local.

L'horaire de fonctionnement de ce système est de 6h à 16h30, du lundi au vendredi.

5.4.3 Système 3 (2 systèmes) – Ventilation laboratoire de formage L003 et ventilateurs d'évacuation d'urgence No 33

Les systèmes de ce grand local ventilent et chauffent le local; ils ne climatisent pas le local. L'ensemble des systèmes de ventilation est composé de 2 centrales d'air accrochées au plafond du local de 17 000 PCM chacune, de 4 ventilateurs de retour de 17 000 PCM chacun, de 2 serpentins de chauffage au gaz naturel d'une capacité nette de 351 kW (1 200 MBH) et il est jumelé à 4 ventilateurs d'évacuation d'urgence d'une capacité de 6 000 PCM chacun.

Ces systèmes ne possèdent aucune humidification.

Les ventilateurs de retour ne sont plus opérationnels. Les serpentins de chauffage au gaz naturel sont en mauvais état et les pièces de remplacement ne seraient plus disponibles selon le personnel d'entretien.

La mise en fonction de ces 2 systèmes dépend de la température extérieure. Par temps froids extrêmes, les 2 systèmes peuvent opérer.

L'air frais minimum est variable et se fait en fonction d'un contrôle de pression statique pour assurer un maintien de pression négative dans le local.

L'horaire de fonctionnement de ce système est de 6h à 16h30, du lundi au vendredi.

5.4.4 Système 11 – Alimentation d'air neuf petits laboratoires au 2^{ème} étage, ventilo convecteurs No 4, ventilateurs d'évacuation Nos 31, 34 et 37

Ce système 100 % air frais à débit variable ventile et climatise le secteur des petits laboratoires de l'étage. Il est localisé dans la salle de mécanique de l'étage. Il est constitué d'un ventilateur d'alimentation de 7 950 PCM, d'une prise d'air neuf, d'un ensemble de 2 ventilateurs d'évacuation en toiture à débit variable avec boîte de fin de course dont les capacités sont de 2 250 PCM en urgence et de 3 000 PCM en mode d'évacuation générale. Il y a également sept (7) autres ventilateurs d'évacuation en toiture pour les hottes de laboratoire de 850 PCM chacun. Ce système est jumelé à 12 ventilo convecteurs de 760 PCM chacun avec serpentins de refroidissement à l'eau refroidie et serpentins de réchauffage électriques de 0,5 kW chacun.

Le refroidissement de l'air du système de ventilation No 11 est réalisé via le réseau d'eau refroidie de l'établissement et le chauffage de l'air est réalisé via le réseau d'eau de chauffage de l'établissement.

L'humidification de l'air est produite par un humidificateur qui fonctionne au gaz naturel, dont la capacité est de 145 kg/h.

L'horaire de fonctionnement de ce système est de 6h à 17h du lundi au vendredi. Les horaires d'occupation des petits laboratoires varient en fonction des activités de chacun.

5.4.5 Système 5 (3 systèmes) – Chauffage de l'atrium

Ce système comprend 3 unités de ventilation pour le chauffage de l'atrium. Ce sont 3 systèmes de ventilation à recirculation d'air dont les capacités varient pour chacun d'eux entre 2 300, 3 380 et 3 540 PCM. Il n'y a pas de prise d'air frais mais il y a des serpentins de chauffage à l'eau chaude.

Ces systèmes ne possèdent aucune humidification.

L'horaire de fonctionnement de ces systèmes est de 6h à 17h pour la majeure partie de l'année, cependant ceux-ci fonctionnent en continu lorsque la température extérieure est en-dessous de -20°C.

5.4.6 Système 6 – Chauffage de l'escalier

Ce système sert au chauffage de l'escalier ESC-1. Il se compose d'un ventilateur d'alimentation de 1 135 PCM avec une recirculation d'air à 100% et avec serpentin de chauffage à l'eau chaude.

Ce système ne possède aucune humidification.

L'horaire de fonctionnement de ces systèmes est de 6h à 17h pour la majeure partie de l'année, cependant ceux-ci fonctionnent en continu lorsque la température extérieure est en-dessous de -20°C.

5.4.7 Alimentation air neuf atrium No 12 et évacuation générale No22

Ce système de ventilation sert au contrôle de la température de l'atrium et au contrôle des stores des grandes fenêtres du hall d'entrée principal de l'édifice. Ce système de ventilation se compose d'un ventilateur d'alimentation de 1 300 PCM, d'un ventilateur d'évacuation de 1 300 PCM, d'un noyau de récupération d'énergie et d'une prise d'air frais. Un réseau de distribution de gaine et de transferts est jumelé à des volets et des stores motorisés complètent le système.

Ce système ne possède pas de serpentin de chauffage ni de refroidissement.

Le fonctionnement du système de ventilation se fait par contrôle d'humidité et par l'ajustement des volets motorisés pour le maintien du point de consigne de la température. L'ouverture des stores se fait en fonction de l'ensoleillement et en fonction des saisons.

5.4.8 Évacuation de l'air vicié des toilettes No 21

Ce système évacue l'air vicié des blocs sanitaires du secteur des bureaux. Il est constitué d'un ventilateur en toiture et sa capacité est de 1 500 PCM.

Ce système fonctionne en continu.

5.4.9 Pressurisation des SAS No 41 et No 42.

Ces deux systèmes de ventilation pressurisent les cages d'escalier d'issues ESC-1 et ESC-2. Ces systèmes de ventilation se composent d'un ventilateur d'alimentation en ligne jumelé à une prise d'air frais. La capacité de chacun des ventilateurs est de 1 500 PCM. Aucun chauffage ni refroidissement n'est prévu.

Le fonctionnement se fait manuellement à partir du panneau d'alarme incendie. Ces systèmes ne sont pas à considérer dans la présente étude pouvant produire des émissions de GES, car ils ne fonctionnent jamais.

5.4.10 Désenfumage No 43

Ce système se compose de 3 ventilateurs d'évacuation en toiture. La capacité d'évacuation est de 22 000 PCM pour chacun des ventilateurs.

Le fonctionnement se fait manuellement à partir du panneau d'alarme incendie. Ces systèmes ne sont pas à considérer dans la présente étude pouvant produire des émissions de GES, car ils ne fonctionnent jamais.

5.4.11 Ventilation centrale thermique No 51

Ce système ventile la centrale thermique de l'édifice. Ce système est un système d'alimentation en T et comprend des volets de prise d'air et de retour, un ventilateur d'alimentation de 2 025 PCM et un serpentín de chauffage à l'eau chaude. Il est jumelé à un système d'évacuation en T avec volets d'évacuation et de reprise d'air et d'un ventilateur d'évacuation de 1 020 PCM.

Ce système fonctionne en continu.

5.4.12 Salle de mécanique de la chaufferie No 52

Ce système ventile la salle de mécanique de la chaufferie et assure l'approvisionnement en air de combustion pour les 2 chaudières au gaz naturel et pour l'humidificateur de vapeur du système de ventilation no 01. Ce système de ventilation de type en T est constitué de volets de retour d'air et de mélange, d'un ventilateur d'alimentation de 2 585 PCM et il est jumelé à des volets d'air frais pour la combustion des appareils fonctionnant au gaz naturel.

5.4.13 Climatisation salle de mécanique ascenseur No 53

Ce système refroidit la salle de mécanique de l'ascenseur. Il est constitué d'un ventilo convecteur de capacité de 865 PCM à recirculation d'air et d'un serpentín de refroidissement à l'eau refroidie.

Ce système fonctionne en continu et un thermostat de pièce contrôle la température du local.

5.4.14 Ventilation génératrice No 54

Ce système ventile la salle de la génératrice. Ce système est constitué d'un ensemble de jeux de volets pour contrôler la température ambiante de la salle, l'air de combustion de la génératrice et la ventilation de la salle.

Le fonctionnement se fait lors de la mise en marche de la génératrice et le tout module en fonction d'un thermostat de pièce.

5.4.15 Évacuation de l'air vicié de la salle électrique No 55

Ce système ventile la salle électrique. Il est constitué d'un ventilateur d'évacuation de toiture.

Ce système démarre sur hausse de température dans le local en fonction d'un thermostat de pièce.

5.4.16 Ventilation salle de conditionnement de l'air No 57

Ce système assure la ventilation de la salle de mécanique. C'est un système de type en T avec volets de prise d'air, d'évacuation et de recirculation, d'un ventilateur d'alimentation de 1 760 PCM et d'un serpentin de chauffage de gaine à l'eau chaude.

Le ventilateur opère en continu, alors que la position des volets motorisés varie en fonction d'un thermostat de pièce.

5.4.17 Évacuation de l'air vicié de la salle électrique principale No 58

Ce système assure la ventilation de la salle électrique principale. Le système se compose d'une prise d'air frais jumelée à un ventilateur d'évacuation de 1 500 PCM et à une prise d'air frais.

Ce système démarre sur hausse de température dans le local en fonction d'un thermostat de pièce.

5.4.18 Climatisation local du spectromètre No 59

Ce système refroidit le local du spectromètre. Il est constitué d'un ventilo convecteur à recirculation d'air, d'un serpentin de refroidissement à l'eau et d'un serpentin de réchauffage électrique de 500 W.

Ce système opère en continu et un thermostat de pièce contrôle les serpentins pour le maintien de la température du local.

5.4.19 Salle mécanique hydroformage No 60

Ce système ventile la salle de mécanique de l'unité hydraulique de la presse du laboratoire de formage. Cette salle de mécanique constitue un petit bâtiment localisé au sud de l'édifice. Le système de ventilation se compose d'un ventilateur en toiture et il est jumelé à une prise d'air frais.

Le fonctionnement du système de ventilation est commandé par un thermostat de pièce.

5.4.20 Conditionnement de l'air du local de télécom No 61

Ce système conditionne l'air de la salle de télécom de l'édifice. Il est constitué d'un ventilo-convecteur avec serpentin de refroidissement à l'eau refroidie.

Ce système opère en continu et le refroidissement est contrôlé par un thermostat de pièce.

5.4.21 Conditionnement de l'air de la salle des serveurs S-107 No 62

Ce système conditionne l'air de la salle de télécom de l'édifice. Il est constitué d'un ventilo-convecteur avec serpentin de refroidissement à l'eau refroidie.

Ce système opère en continu et le refroidissement est contrôlé par un thermostat de pièce.

5.4.22 Conditionnement de l'air de la salle de microscopie No 63

Ce système conditionne l'air de la salle. Il est constitué d'un ventilateur-convecteur avec serpentin de refroidissement à l'eau refroidie.

Ce système opère en continu et le refroidissement est contrôlé par un thermostat de pièce.

5.4.23 Évacuation de l'air de la cuisinette No 71

Ce système évacue l'air vicié de la cuisinette. Il est constitué d'un ventilateur d'évacuation en toiture relié à une grille de reprise d'air dans la cuisinette. Sa capacité est de 350 PCM.

Le système de ventilation opère de façon manuelle, mais il est aussi contrôlé par la centralisation en fonction des horaires d'occupation.

5.4.24 Évacuation produits chimiques No 81

Ce système ventile le local de produits chimiques au deuxième étage. Il se compose d'un ventilateur d'évacuation en toiture et sa capacité est de 370 PCM.

Ce système opère en continu.

5.4.25 Évacuation air vicié local usinage No 82

Ce système ventile le local d'usinage. Il est constitué d'un ventilateur d'évacuation en toiture relié à une gaine d'évacuation. Sa capacité est de 1150 PCM.

Le système de ventilation opère de façon manuelle, mais il est aussi contrôlé par la centralisation en fonction des horaires d'occupation.

5.4.26 Évacuation des dépôts Nos 83, 84, 85, 86, 87 et 88

No 83 : Ce système ventile la salle du bassin de neutralisation; sa capacité est de 150 PCM.

No 84 : Deux systèmes ventilent le dépôt de poudres intérieur et le dépôt de poudres (produits dangereux). Les capacités sont de 75 PCM et de 200 PCM. Ces systèmes se trouvent dans des locaux de remisage extérieurs à l'édifice du CTA. Puisque ces locaux ne sont pas chauffés, ils ne seront pas considérés dans la présente étude pour les GES.

No 85 : Deux systèmes ventilent le dépôt des solvants. Les capacités sont de 75 PCM et de 200 PCM. Ces systèmes se trouvent dans des locaux de remisage extérieurs à l'édifice du CTA. Puisque les locaux ne sont pas chauffés, ils ne seront pas considérés dans la présente étude pour les GES.

No 86 : Ce système ventile le dépôt des bases; sa capacité est de 75 PCM.

No 87 : Ce système ventile le dépôt des acides; sa capacité est de 75 PCM.

No 86 : Ce système ventile le dépôt général; sa capacité est de 200 PCM.

Le fonctionnement de la ventilation est en continu pour l'ensemble de ces systèmes de ventilation.

5.4.27 Évacuation laboratoire de corrosion L205

Ce système d'évacuation évacue l'air humide des bassins de trempage du laboratoire. La capacité est de 735 PCM.

Le fonctionnement est évalué à 4 000 heures annuellement.

6. Électricité

Nous énumérons seulement les systèmes électrique qui contribuent et ont un impact sur les émissions de GES.

La capacité de l'entrée électrique actuelle est de 4000A. Selon les indications de l'unifilaire existant, il serait plausible d'augmenter cette capacité à 6000A.

Actuellement, sur les 3200A admissibles sur cette entrée électrique, la pointe de puissance observée lors des 3 dernières années s'élevait à environ 706 kVA.

6.1 Éclairage intérieur

L'éclairage intérieur du bâtiment est réalisé par une grande variété de types de luminaires. À l'intérieur de ces luminaires, on retrouve les technologies de lampes suivantes :

- Fluorescent linéaire T8
- Fluorescent en U T8
- Fluorescent compacte
- Incandescent
- Halogène MR16
- Halogénure métallique

Un système de contrôle d'éclairage centralisé à basse tension se compose d'une centralisation, de panneaux à relais et d'interrupteur bas voltage. Ce système permet la gestion de l'éclairage intérieur.

6.2 Éclairage extérieur

L'éclairage extérieur est quant à lui constitué de luminaires installés sur les murs extérieurs du bâtiment, encastrés dans les marquises ou installés sur les fûts d'éclairage du stationnement. Tous ces luminaires utilisent la technologie halogénure métallique.

6.3 Système de chauffage électrique

Un réseau de câble chauffant déglace la dalle de béton extérieure devant les aires de dépôts. Ce système opère lorsque la neige ou la glace se forme sur la dalle. La puissance du réseau de câble chauffant est de 30 kW.

Nous estimons les heures d'opération annuelle du chauffage radiant à pleine capacité à 300 heures.

6.4 Génératrice

La capacité de la génératrice est de 300 kW.

Le fonctionnement en mode attente et lors des essais hebdomadaires représente une consommation annuelle de 1 000 litres de mazout.

Cette génératrice alimente aussi une variété de charges pour lesquelles le code national du bâtiment (CNB) n'exige pas une source d'alimentation de secours. C'est le cas pour divers systèmes de ventilation, pour des pompes de glycol, certaines prises de courant 120V-15A, des lave-yeux, l'ascenseur, etc.

Il est possible de voir l'étendu des charges raccordées à la génératrice en **Annexe 1** au présent rapport, où l'on retrouve les unifilaires des CCM alimentés par cette dernière ainsi que les registres des panneaux de distributions d'urgence 120/208V et 347/600V.

Parmi ces charges, en plus des circuits d'éclairage de secours, on retrouve deux (2) systèmes de climatisation desservant les salles de télécommunications S104 et de serveurs S107 (système 61 et système 62).

7. Autres consommables

7.1.1 Essence pour équipements motorisés

La consommation d'essence pour le véhicule de services de l'édifice représente 100 litres annuellement.

La consommation d'essence pour les véhicules motorisés pour l'entretien de la pelouse représente 600 litres annuellement.

La consommation d'essence pour les véhicules motorisés de déneigement représente 1 500 litres annuellement.

La consommation d'essence pour les voyages du personnel du bâtiment représente 160 litres annuellement.

7.1.2 Autres équipements

Nous estimons l'opération des deux unités hydrauliques des 2 presses du laboratoire de formage à 200 heures annuellement.

Nous estimons l'opération de l'ascenseur à 1 heure par jour pendant les heures d'occupation, ce qui représente 200 heures annuellement. La puissance de l'unité hydraulique de l'ascenseur est de 40 hp.

8. Analyse de la consommation énergétique actuelle de l'édifice

Vous trouverez en **Annexe 2**, l'historique de consommation détaillé pour les années 2016 à 2019.

8.1 Consommations globales

D'après les compilations des énergies consommées des trois dernières années, nous avons observé un écart important pour la consommation du gaz naturel pour la dernière année de 2019; elle représente une consommation de plus de 30 000 mètres cubes par rapport à la consommation de 70 000 mètres cubes des deux années précédentes à 2019. Nous n'avons pas été en mesure d'identifier la source de cette consommation supplémentaire. À cet égard, le CTA pourra vérifier si cet écart se poursuit pour l'année suivante. Pour la consommation électrique, elle demeure essentiellement la même.

Au total annuellement si nous considérons les consommations moyennes des trois (3) dernières années, les énergies cumulées représentent une consommation totale de **12 504 GJ**, soit l'équivalent de **3 473 417 kWh** produisant **165,8 tonnes** d'émissions de GES (CO₂ équivalent). À un coût de 31\$ la tonne de GES, les émissions des GES représente **5 140 \$** annuellement.

À partir de ces compilations, voici les consommations moyennes des énergies consommées des 3 dernières années :

8.2 Gaz naturel :

80 555 mètres cubes de gaz, à un coût moyen de 8.37 \$/GJ

Nous constatons que le tarif actuel de 0.316 \$/m³ est particulièrement bas par rapport à la consommation de gaz naturel (environ 80 000 m³/an). Ceci est explicable car la facturation d'Énergir (anciennement Gaz Métro) est combinée à celle de l'UQAC. Pour un bâtiment totalement indépendant avec une consommation d'environ **80 000 m³/an**, le tarif est habituellement d'environ 0.45 \$/m³, soit environ 40 % supérieur par rapport au tarif payé actuellement.

Produit 152,2 Tonnes de GES

8.3 Électricité :

2 592 067 kWh, à un coût moyen de 24.27\$/GJ

Produit 6,2 Tonnes de GES

8.4 Autres (carburant : essence et diesel)

3 000 litres de mazout, 2 360 litres d'essence, à une moyenne de 121GJ

Produit 8,4 Tonnes de GES

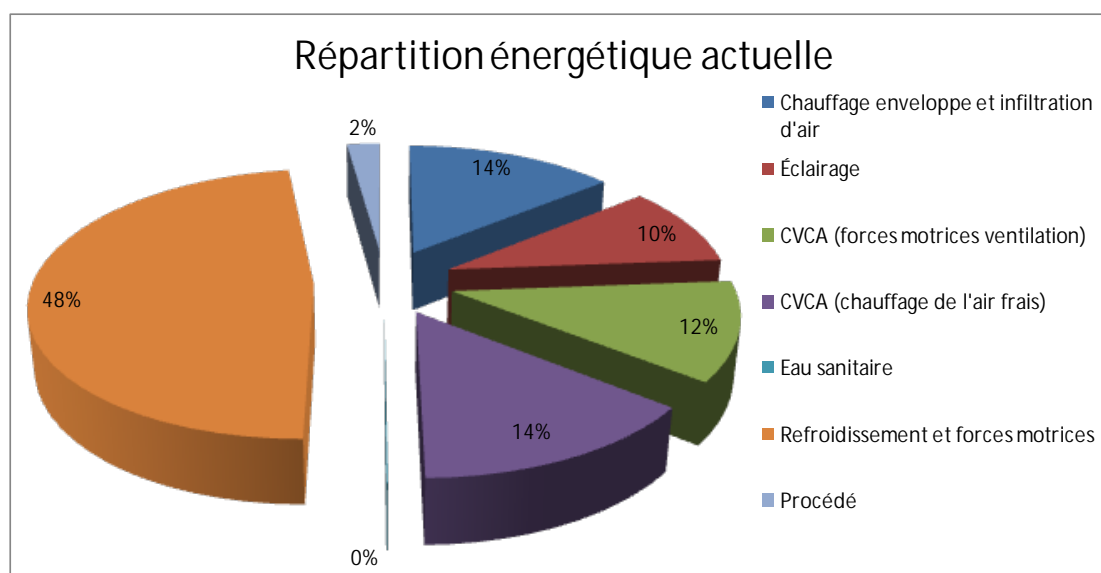
8.5 Répartition énergétique actuelle

Selon nos calculs, voici un aperçu de la répartition énergétique actuelle. Cette répartition exclue les consommations de carburant (essence et diesel) et est basée sur la consommation moyenne des trois (3) dernières années.

Répartition énergétique	Répartition énergétique			
	Actuelle			
	Électricité (kWh/an)	Gaz naturel (m ³ /an)	Total (kWh/an) équivalent	Répartition
Chauffage enveloppe et infiltration d'air	129 255	33 973	486 823	14,2%
Éclairage	331 362	0	331 362	9,6%
CVCA (forces motrices ventilation)	406 207	0	406 207	11,8%
CVCA (chauffage de l'air frais)	0	46 582	490 274	14,3%
Eau sanitaire	2 480	0	2 480	0,1%
Refroidissement et forces motrices	1 646 140	0	1 646 140	47,9%
Procédé	76 623	0	76 623	2,2%
Total	2 592 067	80 555	3 439 908	100%

12 384 GJ/an

2,16 GJ/m²



9. Moyens de réduction des émissions des GES

Ainsi, pour atteindre le but fixé de réduire les émissions de GES vers zéro, il va de soit que par rapport à la consommation annuelle, la réduction de la consommation du gaz naturel sera d'avantage ciblée que celle de l'électricité et du carburant.

Voici des mesures proposées pour réduire la consommation d'énergie et ainsi les émissions de GES en fonction de la consommation d'énergie annuelle de **12 504 GJ/an**.

9.1 Conversion gaz naturel vers électricité

Cette mesure consiste à remplacer tous les équipements opérant au gaz naturel par des équipements opérant tout à l'électricité.

La portée des travaux se résume à ce qui suit :

Remplacement des chaudières au gaz naturel

La démolition des chaudières au gaz de 80 hp de puissance, avec les trains de gaz naturel, les cheminées, les alimentations électriques et les contrôles;

L'installation de deux nouvelles chaudières électriques de 400 kW chacune pour que chacune soit en mesure de fournir une puissance de 2/3 de la capacité totale requise, soit l'équivalent d'une chaudière de 80 hp au gaz naturel;

La modification des branchements des tuyauteries d'eau chaude de chauffage aux nouvelles chaudières incluant l'isolation thermique;

L'ajout des contrôles DDC avec la mise à jour des graphiques;

L'alimentation électrique des chaudières.

Remplacement des humidificateurs au gaz naturel

La démolition des 2 humidificateurs au gaz naturel de 320 lb/h et de 450 lb/h, avec les trains de gaz naturel, les cheminées, les distributeurs de vapeurs, les alimentations électriques et les contrôles;

L'installation de 2 humidificateurs électriques de (63 et 75 kW), avec alimentation électrique, distributeurs et conduits de vapeur, conduits de drainage, l'isolation thermique, contrôles DDC, etc.;

L'alimentation électrique des deux humidificateurs.

Remplacement des aérothermes au gaz naturel

La démolition des trois (3) aérothermes au gaz naturel de capacités respectives de 17, 38 et de 58 kW, avec les tuyauteries de gaz

naturel, les cheminées, les alimentations électriques et les contrôles;

L'installation de trois nouveaux aérothermes électriques de 20 kW, 40 kW et de 60kW avec l'alimentation électrique et les contrôles.

Travaux en l'électricité

Pour la conversion de la source d'énergie du gaz naturel à l'électricité pour les chaudières, les humidificateurs et les aérothermes, ceci sera possible en installant une armoire de 1600A alimentant une nouvelle armoire de commutation. Cette armoire sera installée dans la chaufferie du 1er étage.

Cette armoire sera le point d'alimentation des deux (2) nouvelles chaudières de 400kW, des deux (2) nouveaux humidificateurs (72A et 62A) ainsi que des trois nouveaux (3) aérothermes.

Coûts estimés des travaux pour l'ensemble de ces travaux : **551 281 \$**. Voir l'estimation en **Annexe 3**.

Réduction émission gaz GES : **150.9 tonnes** de CO₂ équivalent.

9.2 Récupérer la chaleur de l'évacuation d'air viciée par les différents systèmes d'évacuation en les regroupant et en ajoutant des systèmes de récupération d'énergie

Cette mesure consiste à remplacer les ventilateurs d'évacuation de l'édifice par des systèmes pouvant récupérer la chaleur extraite de l'air évacué à l'aide de serpentins froids. Un nouveau réseau d'eau refroidie se connectera à ces serpentins froids. Toutefois, il est à considérer que cette mesure est possible seulement si le remplacement des systèmes de ventilation et de chauffage des ateliers L003 et L004 est envisagé. À cet égard, Unigec a déjà produit un rapport traitant de ce sujet et les coûts estimés à ce projet représentent **1 836 236\$** d'investissement (N/D 94414 datant de mars 2019).

La portée des travaux se résume à ce qui suit :

Le démantèlement des 7 ventilateurs d'évacuation des hottes et des deux ventilateurs d'évacuation nos 31 et 34;

Le démantèlement des contrôles des ventilateurs et des alimentations électriques;

La démolition du ventilateur d'évacuation no 60 de l'abri de l'unité hydraulique (hydroformage) installée dans un bâtiment connexe à l'édifice actuel et de son alimentation électrique;

La démolition des ventilateurs d'évacuation d'air vicié du secteur des bureaux de l'édifice suivants :

- No 21 Évacuation bloc sanitaire air vicié;
- No 51 Ventilation centrale thermique;
- No 52 Ventilation de la chaufferie;
- No 55 Ventilation salle électrique;
- No 57 Ventilation de conditionnement de l'air
- No 58 Ventilation de la salle électrique principale;
- No 71 Évacuation cuisinette;
- No81 Évacuation produits chimiques;
- No 82 Évacuation atelier usinage;
- No 83 Évacuation bassin de neutralisation;
- No 86 Évacuation dépôt des bases;
- No87 Évacuation dépôt des acides;
- No 88 Évacuation dépôt général;
- No Évacuation bassin trempage L205.

L'installation d'un ventilateur d'évacuation à dilution pour les hottes de laboratoires et pour l'évacuation des petits laboratoires (systèmes nos 31 et 34), avec plénum pour serpentins froids et du prolongement des gaines d'évacuation existantes jusqu'au plénum du serpentins;

Le remplacement du ventilateur d'évacuation No 60 par un ventilo-convecteur avec serpentins froids;

Le remplacement des quatorze (14) ventilateurs d'évacuation par onze (11) ventilo-convecteurs avec serpentins froids;

Le prolongement du réseau d'eau refroidie prévu pour le projet des laboratoires L003 et L004, isolé, avec soupapes de contrôle et les contrôles DDC;

L'alimentation électrique aux différents équipements.

Coûts estimés des travaux : **379 931 \$ (+1 836 236\$)**. Voir l'estimation en **Annexe 4**.

Réduction émission gaz GES : **151.6 tonnes** de CO₂ équivalent.

9.3 Remplacer l'éclairage actuel par un éclairage à diode électroluminescente (DEL)

Cette mesure consiste à remplacer l'éclairage de type fluorescent, halogènes, incandescent et aux halogénures métalliques par de nouveaux appareils à diode électroluminescente.

Cette conversion entraînerait une économie de consommation de l'énergie électrique associée à l'éclairage de l'ordre de 30 % en réduisant la puissance électrique demandée par le système d'éclairage de 98 kW à 69 kW tout en maintenant la puissance lumineuse. Cette mesure s'appliquerait à tous luminaires, sauf les "High-Bay" des laboratoires L003 et L004 qui ont déjà été convertis pour des luminaires du type DEL.

En plus de l'économie de consommation d'énergie, cette conversion permettrait de réduire la puissance requise pour la source d'éclairage de secours. Voir notre recommandation sur l'installation d'une alimentation statique sans coupure ASSC d'éclairage de secours.

La portée des travaux se résume essentiellement au remplacement des luminaires suivant soit : 518 Luminaires fluorescents et 139 Luminaire aux halogénures métalliques, ainsi que l'utilisation des lampes DEL en remplacement des lampes existantes dans les luminaires utilisant les lampes de incandescentes fluocompact (quantités 187 luminaires).

Coûts estimés des travaux : **360 381 \$**. Voir l'estimation en **Annexe 5**.

Réduction émission gaz GES : **0.2 tonnes** de CO₂ équivalent.

9.4 Allègement du fonctionnement de la génératrice de 300 kW

9.4.1 Alimentation statique sans coupure ASSC (UPS) – Éclairage de secours

Cette mesure consiste à réduire l'opération de la génératrice actuelle par l'implantation d'une unité d'alimentation statique sans coupure de 25 kVA pour maintenir seulement opérationnel l'alimentation électrique de l'éclairage de secours permettant une autonomie de 30 minutes. En ce sens, les circuits d'éclairage de secours raccordés dans les panneaux d'urgence existants seront à transférer dans deux nouveaux panneaux dédiés à l'éclairage de secours. Le total de la charge d'éclairage de secours actuel est d'environ 20 kW. Il est à considérer que le remplacement des luminaires existants par des luminaires DEL réduirait potentiellement cette charge à 16 kW.

9.4.2 Alimentation statique sans coupure ASSC (UPS) – Salle des serveurs

Nous prévoyons également une autre unité alimentation statique sans coupure, cette fois-ci de 40kVA avec 10 minutes de temps de maintien, afin d'assurer

l'alimentation électrique des équipements de télécommunication pour permettre la fermeture sécurisée des serveurs lors de pannes électriques. Le temps de maintien devra être validé avec les responsables des serveurs, afin de déterminer le temps requis pour la mise à l'arrêt des serveurs et systèmes en cas de pannes d'alimentation électrique.

9.4.3 Impact sur l'utilisation de la génératrice

La génératrice existante est de capacité de 300kW. L'analyse des charges qui y sont raccordées correspond à cette valeur. La génératrice permet d'alimenter l'éclairage de secours exigé par le code du bâtiment ainsi que d'autres charges diversifiées (ventilation, pompe de chauffage, chaudières à eau chaude, prises de courant 120V et lave-yeux).

Le fait que l'éclairage de secours soit alimenté par la génératrice impose que la maintenance de cette dernière soit conforme à la norme CSA-C282. Ainsi, le temps de fonctionnement en mode essai pour l'année est d'un total de 13h, soit 15min. par semaine pour un total de 1h par mois et un essai annuel de 2h une fois par an.

En transférant l'éclairage de secours sur une autre source d'alimentation comme une alimentation statique sans coupure (ASSC), la génératrice n'aurait plus à être conforme à la norme C282. Les exigences de maintenance pourraient alors être réduites. Les essais seraient alors être limités à 15min. de manière bihebdomadaire. Ainsi, la consommation de carburant annuel pour les essais de la génératrice serait réduite de 1000L à 500L.

Cependant, certains des équipements de chauffage et de ventilation ne pourront plus être mis opérationnels par la génératrice puisque le chauffage au gaz naturel sera transformé à l'électricité. La puissance de la génératrice actuelle ne sera pas en mesure de prendre les nouvelles charges électriques essentiellement associées au chauffage. Pour d'autres équipements alimentés en urgence, ils pourront demeurer fonctionnels en cas de pannes électriques.

Voir l'étendu des charges raccordées à la génératrice en **Annexe 1** au présent rapport, où l'on retrouve les unifilaires des CCM alimentés par cette dernière ainsi que les registres des panneaux de distribution d'urgence 120/208V et 347/600V.

Toutefois, nous nous interrogeons sur la nécessité de conserver la génératrice pour les équipements restants alimentés en urgence, le CTA pourra confirmer de cette nécessité. Dans l'affirmative, la consommation de carburant serait alors réduite à zéro.

Coûts estimés des travaux : **248 400 \$**. Voir l'estimation en **Annexe 6**.

Réduction émission gaz GES : **1.4 tonnes** de CO₂ équivalent. Nous avons considéré une diminution de la moitié les essais sur la génératrice. S'il s'avère que la génératrice n'est plus requise suite à l'ajout des ASSC, la réduction d'émission des GES représenterait **2.8 tonnes** de CO₂ équivalent.

9.5 Contrôle de la puissance électrique

Avec la transformation des équipements fonctionnant au gaz naturel par des équipements fonctionnant tout à l'électricité, la puissance souscrite électrique sera grandement augmentée. Actuellement la puissance facturée mensuellement varie entre 509 et 625 kW. Or avec la transformation, nous avons effectué des simulations énergétiques et le résultat de la puissance facturée s'est accentuée entre 566 et 2010 kW. Les coûts d'énergie se trouvent alors augmenté de façon considérable. Nous proposons cette mesure pour maintenir la puissance électrique la plus basse possible en programmant le contrôleur de charge actuel pour arrêter le fonctionnement momentané de certains équipements électriques lors des périodes de pointe. Le maintien de la puissance souscrite à moins de 1200 kW pourrait alors être ciblé comme objectif, cependant il est difficile de statuer sur cette valeur.

La portée des travaux se résume à ce qui suit :

Programmer le contrôle de chacun des humidificateurs;

Programmer le contrôle de chacun des aérothermes électriques;

Programmer le contrôle du chauffe-eau;

Programmer la réduction des débits d'air de ventilation, de la capacité des chaudières et des débits des pompes de chauffage et de la récupération d'énergie.

Coûts estimés des travaux : Négligeable, programmation seulement.

Réduction émission gaz GES : Négligeable.

9.6 Carburants

Cette mesure consiste à réduire la consommation de carburant pour le véhicule de services de l'établissement, le véhicule motorisé servant à la tonte de pelouse et les véhicules motorisés pour le déneigement.

Le CTA a déjà mise en œuvre une mesure pour éliminer la tonte de pelouse en utilisant une semence pour maintenir les pousses végétales sans qu'elles nécessitent de tonte. Cette mesure est susceptible de réduire les émissions de gaz à effet de serre de quelques **1.42 tonnes** de CO₂ équivalent. Aucun coût d'investissement requis mis à part la semence.

Pour les autres consommations pour le véhicule de services et les voyage du personnel, il ne sera pas possible de réduire les consommations de carburant à moins que le véhicule motorisé soit remplacé par un véhicule à batterie. Pour la présente étude nous ne l'avons pas considéré.

Pour le déneigement, Les travaux sont réalisés par un entrepreneur spécialisé. Il est possible que dans un avenir rapproché que les véhicules motorisés ou que les méthodes de déneigement soient adaptés pour réduire d'avantage les GES.

9.7 Autres mesures pour la réduction des GES

Voici d'autres mesures qui ont été analysées comme moyens à réduire les GES ou à des économies d'énergie mais qui n'ont pas été retenue comme choix dans la présente étude car elles ne représentent que très peu de réduction de GES et elles ont aussi un impact monétaire important à leurs mises en œuvre.

Ces mesures sont entre autres les suivantes :

Régulariser et maximiser l'air frais des différents systèmes de ventilation du bâtiment en fonction de l'occupation, des besoins et par contrôle de bioxyde de carbone.

- Actuellement cette mesure est déjà implantée dans votre bâtiment.

Permettre de transférer l'énergie produite par la génératrice lors des essais de fonctionnement hebdomadaire sur le réseau de distribution de l'édifice.

- Cette mesure demeure valable si la génératrice demeurait dans les mêmes fonctions.

Remplacer le carburant diesel de la génératrice par le gaz naturel

- Cette mesure n'apporterait que très peu de réduction des gaz à effet de serre et en plus il y aurait possibilité que la génératrice ne soit plus utilisée.

Lorsque possible, produire l'énergie pour l'éclairage de certaines aires extérieures ou des locaux avec des panneaux solaires.

- Cette mesure n'apporterait pas de réduction significative des gaz à effet de serre dans un contexte de conversion à l'électricité. De plus, l'efficacité des panneaux solaire est considérablement réduite lors des périodes nuageuses et la région du Saguenay n'a pas de période d'ensoleillement favorisant l'emploi de panneaux solaires. Également, en période hivernale, l'accumulation de givre et de neige complique d'avantage l'efficacité.

Contrôler l'éclairage des locaux en fonction de l'occupation

- Cette mesure est déjà en place dans certaines parties de l'édifice.

Mettre en place un système de production d'énergie capable de produire une masse d'énergie pouvant produire l'équivalent de 175 000 kWh annuellement (soit 5% de la consommation d'énergie si nous considérons la consommation actuelle).

- Quoique efficace pour le potentiel énergétique, nous avons tout de même analysé cette mesure avec un système à panneaux voltaïques et avec l'éolienne. Pour les panneaux voltaïques, la problématique à l'efficacité d'accumulation d'énergie se situe aux faibles taux d'ensoleillement de la région et aux accumulations de givre et de neige. Pour l'éolienne, l'installation dans un milieu urbain demeure problématique au point de vue visuel et audible pour le voisinage.

Faire opérer le refroidissement des condenseurs de la tour d'eau en mode à sec.

- Cette mesure n'est pas recommandée. Le type de tour d'eau est un fonctionnement évaporatif par un système de gicleur permettant d'opérer avec la température à bulbe humide par rapport à un condenseur à sec qui opère à bulbe sec. Comme l'échangeur de la tour d'eau est conçu pour opérer avec une température à bulbe humide, sa superficie est donc réduite considérablement par rapport à celui conçu pour une température à bulbe sec. Le fonctionnement en mode à sec de la tour d'eau actuelle ne sera pas en mesure de rejeter suffisamment la chaleur des refroidisseurs. De plus il est reconnu que le refroidissement avec tour d'eau augmente l'efficacité calorifique des refroidisseurs d'au moins de 10%.

Implantation de capteurs de température intelligents et ajustements de points de consignes variables envers le confort des occupants.

- Cette mesure n'a pas été analysée dans la présente étude, car elle n'apporte que très peu d'économie et de réduction à effet de serre car l'électricité sera la principale source d'énergie de l'édifice et que l'impact monétaire de cette mesure serait considérable. Cependant, il est possible que dans un avenir rapproché que les coûts associés à cette mesure deviennent plus abordables.

Utilisation de la période d'essai de la génératrice pour les périodes pointes de grandes consommations d'électricité

- Cette mesure n'a pas été retenue puisque nous proposons de contrôler la puissance souscrite et de réduire l'opération de la génératrice. Opérer la génératrice pour les périodes de pointes ne fera qu'augmenter les émissions de gaz à effet de serre, ce qui est à l'encontre de la présente étude.

Récupération de l'énergie en trop de l'édifice

- Cette mesure n'a pas été considérée dans la présente étude, car le rejet potentiel du surplus de chaleur se situe surtout en période estivale, elle l'aurait été si le surplus de chaleur en trop aurait été produite lors de la période de chauffe. L'idée d'une serre commune aurait pu être envisagée comme projet et/ou de trottoirs chauffants pour le fonte de neige.

9.8 Mesures novatrices

Ces mesures citées plus bas n'ont pas fait l'objet d'analyse car elles nécessitent, pour certaines, à faire des études structurales (espace vert en toiture). Certaines mesures sont surtout reliées à l'exploitation de l'édifice ou applicables à des travaux de nouvelles construction. Des plus, ces mesures représentent des réductions infimes d'émissions de gaz à effet de serre. Ces mesures sont entre autres les suivantes :

- Potentiel d'espaces verts en toiture;
- Potentiel d'économie d'énergie pour les équipements électriques d'entretien ménager;
- Établir la liste des produits à proscrire pour les travaux de construction;
- Les peintures et enduits contenant des composés organiques et volatils;
- Les provenances et la durabilité des matériaux;
- La gestion et l'élimination des déchets de construction.

10. Conclusion

Par rapport aux différentes énergies servant à la consommation énergétique globale annuelle de l'édifice, le gaz naturel représente 24 %, l'électricité représente 75 % et le carburant des équipements motorisés représente seulement 1% de la consommation.

Cependant, si l'on ramène les émissions de gaz à effet de serre pour chacun des types d'énergies, le résultat des pourcentages des émissions des GES est tout autre. Le gaz naturel représente à lui seul 92%, les carburants des équipements motorisés représentent 5 % et l'électricité qui représente la plus grande consommation énergétique constitue seulement 4% des émissions.

La présente étude permet de conclure que les mesures proposées permettront de réduire à zéro les émissions des GES produites par le gaz naturel et d'au moins de réduire au tiers et même à zéro sous certaines conditions, les émissions des GES émises par les carburants des équipements motorisés. Vous trouverez à l'**Annexe 7** le bilan des scénarios analysés. Néanmoins pour atteindre ces objectifs, le CTA devra engager des sommes monétaires importantes de l'ordre de 3 M\$ pour implanter de nouvelles mesures.

Ainsi, le portrait de la consommation énergétique future ne sera plus comparable à celle qui rallie les trois énergies actuelles; l'électricité deviendrait alors la seule source d'énergie à l'usage du bâtiment. Conséquemment, si la conversion traitait seulement de convertir les équipements au gaz naturel entièrement tout à l'électricité, sans ajouter d'autres mesures, la consommation énergétique annuelle passerait de **12 504 GJ** à près de **11 741 GJ**. Toutefois, elle serait près de **9 990 GJ/an** si toutes les mesures proposées étaient implantées et opérationnelles. Cependant, les coûts d'énergies passeraient de **256 000 \$/an** actuels à plus de **321 000 \$/an** si les mesures proposées étaient implantées ou à plus de **413 000 \$/an** si les mesures proposées n'étaient pas mises en œuvre (donc s'il y avait seulement conversion gaz naturel vers l'électricité). Cette différence de coûts est attribuable au fait que les coûts énergétiques de l'électricité est beaucoup plus dispendieux que ceux du gaz naturel, surtout dans le présent contexte où les tarifs actuels de gaz naturel sont très bas en raison de la combinaison de facturation avec l'UQAC.

Pour les carburants, l'idéal serait de retirer la génératrice de l'édifice, si les besoins d'une source d'alimentation en urgence pour les équipements restants n'étaient plus requis, car nous avons déjà considéré d'opérer les équipements de sécurité des personnes à l'aide d'unité d'alimentation statique sans coupure ASSC. Concernant les autres équipements fonctionnant avec du carburant, il serait envisageable d'utiliser des véhicules de services hybrides ou entièrement électriques. De cette façon, les émissions des GES seraient réduites à zéro ou au moins, réduites d'environ 3 tonnes de GES si la génératrice et le véhicule de services à essence demeuraient en poste..

11.Recommandation

Nous recommandons de procéder avec la simulation 3, soit la conversion des équipements fonctionnant au gaz naturel vers l'électricité, d'effectuer les mesures de récupération d'énergie proposées, de remplacer l'éclairage par des luminaires DEL et d'alléger le fonctionnement de la génératrice. Nous recommandons également de procéder au contrôle de la puissance électrique qui implique des coûts négligeables. Veuillez noter que dans la simulation 3, nous n'avons pas considéré le contrôle de la puissance électrique, car difficile à évaluer et pour demeurer conservateur, mais cette mesure aura un impact non négligeable sur les puissances électriques projetées et ainsi sur les coûts électriques.

Les travaux recommandés amèneront une réduction des GES de 154.7 tonnes de CO₂ équivalent représentant 93% d'économies, soit une consommation résiduelle de 11.2 tonnes/an par rapport à 165.8 actuellement. Les coûts énergétiques passeront de 256 210 \$/an à 321 195 \$/an, soit une augmentation de 64 985 \$/an. Les coûts d'investissement requis sont de 3 376 229 \$.

Ce scénario rencontrera l'objectif d'atteindre une réduction considérable des GES, soit de l'ordre de **93%**.

Pour les émissions de GES résiduelles (11.2 tonnes/an soit 7% par rapport à actuellement), nous conseillons au CTA d'implanter d'abord les mesures proposées avant d'entreprendre la poursuite de mesures additionnelles pour atteindre la cible visée de zéro émission de GES. Somme toutes, les mesures additionnelles potentielles apporteront des économies seulement électriques, ainsi une réduction de GES pratiquement négligeable. De plus, les investissements seront d'avantage coûteux que ceux des mesures recommandées dans la présente étude.

Annexe 1

Charges électriques raccordées à la génératrice

Annexe 2

Historique de consommation 2016-2019

Annexe 3

Estimation – Conversion gaz naturel vers électricité

Annexe 4

Estimation – Récupération de chaleur de la ventilation

Annexe 5

Estimation – Éclairage DEL

Annexe 6

Estimation – Allègement du fonctionnement de la génératrice

Annexe 7

Bilan des scénarios envisagés

Annexe 8

Simulation – Conversion gaz naturel électricité

Annexe 9

Simulation – Conversion gaz naturel électricité et récupération d'énergie

Annexe 10

Simulation – Conversion gaz naturel électricité, récupération d'énergie et autres mesures