

ÉTUDE DE POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE

**ÉTUDE PRÉLIMINAIRE POUR L'IMPLANTATION D'UN
SYSTÈME URBAIN DE CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION
(SUCC) DANS LE SECTEUR NAMUR-DE LA SAVANE**



PRÉPARÉ POUR :

VILLE DE MONTRÉAL DIRECTION DE L'URBANISME

N/D: L10244-00

Le 8 janvier 2016

Document réalisé avec la collaboration du comité de suivi de la Ville de Montréal :
Andres Beltran, Service de l'environnement, Ville de Montréal
Karim Charef, Direction de l'urbanisme, Ville de Montréal
Nicolas Lavoie, Arrondissement de Côte-des-Neiges--Notre-Dame-de-Grâce, Ville de Montréal
Yvan Rheault, Service de l'environnement, Ville de Montréal
Isabel Tardif, Ville de Mont-Royal

Note : Les informations et conclusions présentées dans le présent rapport proviennent de données colligées durant la période de décembre 2014 à juillet 2015 et ne prennent pas en considération les développements et projets ultérieurs.

VILLE DE MONTRÉAL

Direction de l'urbanisme

***ÉTUDE PRÉLIMINAIRE POUR L'IMPLANTATION D'UN
SYSTÈME URBAIN DE CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION
(SUCC) DANS LE SECTEUR NAMUR-DE LA SAVANE***

ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE

**ÉTUDE PRÉLIMINAIRE POUR IMPLANTATION D'UN SYSTÈME URBAIN DE
CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION (SUCC) DANS LE SECTEUR NAMUR-DE
LA SAVANE**

Préparée par :

MAXIME BOISCLAIR, ing. (136902) LEED AP BD+C

Ainsi que par :



SERGE BEAUDOIN, ing. senior (38352)

En collaboration avec :

BLAIR McCARRY, consultant en chauffage urbain

Le 8 janvier 2016

TABLE DES MATIERES

1. SOMMAIRE EXÉCUTIF.....	4
2. INTRODUCTION ET DESCRIPTION DU MANDAT	6
3. SUCC EXISTANTS	8
A. CCUM (Montréal)	8
B. Blatchford (Edmonton)	9
C. Lac Ontario (Toronto)	10
D. Oslo	12
E. Manhattan (New York)	13
F. Cinq municipalités conjointes (Copenhague).....	15
G. Technopole Angus (Montréal)	16
Autres SUCC	17
4. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS D'UN SUCC	19
Avantages	19
DÉFIS.....	20
5. PRÉSENTATION DU SECTEUR.....	21
Territoires du secteur Namur-De la Savane	23
6. DÉFINITION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DES SECTEURS	25
Potentiel des secteurs pour un SUCC	25
Hypothèses de calculs des besoins Énergétiques.....	26
Demandes et consommations Énergétiques des secteurs.....	27

7. DESCRIPTION DES OPTIONS – RÉSEAU DE DISTRIBUTION HYDRAULIQUE	29
A. Tuyauterie d'eau tempérÉE non-isolÉE : 1 tuyau (centralisé)	29
B. Tuyauterie d'eau basse température isolÉE : 1 tuyau (centralisé)	31
C. Tuyauterie d'eau tempérÉE Non-IsolÉE: 1 tuyau (Centrales multiples)	32
D. Tuyauterie d'eau glacÉE et d'eau de chauffage : 4 tuyaux (centralisés)	33
Caractéristiques spécifiques des différents types de réseaux.....	34
Galeries multi-réseaux.....	35
8. DESCRIPTION DES OPTIONS – CENTRALE THERMIQUE.....	37
A. Équipements primaires de chauffage et de refroidissement	37
B. Sources d'énergies renouvelables	41
C. Sommaire des Équipements de la centrale	48
D. Dimensions de la centrale	49
E. Localisation de la centrale.....	51
F. Critères pour le raccord de bâtiments existants	54
9. COÛTS DES OPTIONS.....	58
A.Coûts d'implantation	58
B.Coûts d'Énergie.....	61
10. HYPOTHÈSES DE GOUVERNANCE	64
Propriété municipale	64
Partenariats	65
11. COMPARAISON DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE	67
Chauffage.....	67
Refroidissement	68

MarchÉ des crÉdits du carbone	68
12. ÉTUDES SUPPLÉMENTAIRES NÉCESSAIRES.....	69
Études principales	69
Étude sur les options	70
13. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	71
Conclusion	71
Recommandations	72
Prochaines Étapes	73
14. BIBLIOGRAPHIE ET LIENS UTILES.....	75
Sources	75
RÉfÉrences et liens utiles	76
ANNEXE 1 – PLAN D'AMÉNAGEMENT DE LA CENTRALE DU SUCC.....	78
ANNEXE 2 – 4 OPTIONS DE TUYAUTERIE DU SUCC	79
ANNEXE 3 – SCHÉMA D'ÉCOULEMENT DU SUCC	80
ANNEXE 4 – CHARGES ÉLECTRIQUES ESTIMÉES	81
ANNEXE 5 – TRACÉS DE TUYAUTERIE POUR CHAQUE OPTION.....	82
ANNEXE 6 – RÉCUPÉRATION DE CHALEUR DES ÉGOUTS	83

1. SOMMAIRE EXÉCUTIF

Cette étude vise à faire une évaluation technique et financière préliminaire pour l'implantation et l'utilisation d'un système urbain de chauffage et de climatisation (SUCC) pour le secteur Namur-De la Savane. Ce territoire a été découpé en 7 sous-secteurs dont le site de l'ancien hippodrome de Montréal. Les besoins énergétiques prévus pour ce dernier, selon une hypothèse de 2 500 logements et 150 000 m² de bâtiments commerciaux et bureaux, sont de 36 600 kW en chauffage et de 9500 tonnes de réfrigération en besoin de refroidissement (et 5 fois plus pour l'ensemble du secteur Namur-De la Savane). Ces besoins élevés, couplés avec l'installation future des infrastructures souterraines requises pour la mise en valeur du secteur, notamment du site de l'ancien hippodrome, offrent toutes les conditions idéales justifiant l'intérêt pour l'implantation d'un SUCC.

Différentes options sont possibles pour le réseau de tuyauterie de distribution du SUCC. Les options qui présentent un intérêt sont un tuyau unique d'eau tempérée (avec ou sans isolant thermique) ou des réseaux parallèles; l'un pour le chauffage et l'autre pour le refroidissement. Ces options ont un impact relatif sur les coûts de construction du réseau et des équipements chez les clients, et sont toutes envisageables pour un SUCC.

Pour ce qui est de la centrale de production du SUCC, 2 possibilités sont intéressantes. La première consiste en une centrale unique, où des chaudières au gaz naturel et des refroidisseurs de grande capacité répondent aux besoins de chauffage et de refroidissement selon les saisons. La seconde consiste en plusieurs centrales raccordées sur un réseau unique, où des chaudières à condensation peuvent opérer avec une meilleure efficacité, et le dégagement de chaleur en période estivale est effectué directement via des tours d'eau. Cette dernière option a l'avantage de diminuer la quantité d'équipements requis à la centrale et d'avoir une tuyauterie de distribution plus petite grâce à l'apport d'énergie en plusieurs points sur le réseau. La surface totale pour les centrales est de 2000 m² pour le site de l'ancien hippodrome et 10 000 m² pour l'ensemble du secteur, répartis en une ou plusieurs centrales.

L'estimé préliminaire des coûts de la centrale et de la tuyauterie de distribution est de l'ordre de 30M\$ à 45M\$ selon les options. Ces coûts sont amortis à moyen et long termes et remboursés par la vente de l'énergie produite aux bâtiments raccordés. À titre de comparaison, on peut estimer des coûts récurrents de systèmes de chauffage et de refroidissement traditionnels à environ 35M\$. Le surcoût pour le SUCC est compensé par des possibilités de subventions et des tarifs d'énergie avantageux qui permettent d'amortir et de rentabiliser l'investissement de départ par la vente de l'énergie produite à un meilleur tarif.

Comme le réseau de distribution d'un SUCC est commun à tous les bâtiments, les équipements permettant d'utiliser des sources d'énergie renouvelables peuvent être installés à n'importe quel endroit, selon la disponibilité de l'espace et des ressources. Les sources d'énergie ayant le plus fort potentiel pour le secteur visé sont :

- La géothermie;
- Le chauffage électrique hors-pointe;
- La récupération de chaleur des égouts et des fumées de combustions;
- Le chauffage solaire;
- L'aérothermie.

L'implantation d'un SUCC a l'avantage d'avoir une meilleure efficacité de production d'énergie. Cependant, un SUCC a besoin d'une grande densité de bâtiments raccordés pour que son opération soit rentable, d'où l'intérêt du secteur étudié. On retrouve aussi des avantages importants du côté des clients raccordés, qui peuvent augmenter la surface utile du bâtiment (moins de salles mécaniques) et simplifier la gestion de l'entretien (tout est centralisé et géré par le SUCC).

Afin de permettre d'exploiter l'opportunité d'un SUCC dans le secteur Namur-De la Savane, d'autres études sont nécessaires, principalement afin de préciser le cadre financier et valider l'intérêt des clients potentiels à ce type d'offre. La centralisation de la production de chaleur et de refroidissement ouvre aussi sur différentes options d'énergies renouvelables, qui pourront être étudiées plus en détails et s'adjoindre à la création du SUCC. Finalement, une étude de coût détaillée est à prévoir et permettrait d'identifier le potentiel d'un SUCC pour stimuler le développement du secteur.

2. INTRODUCTION ET DESCRIPTION DU MANDAT

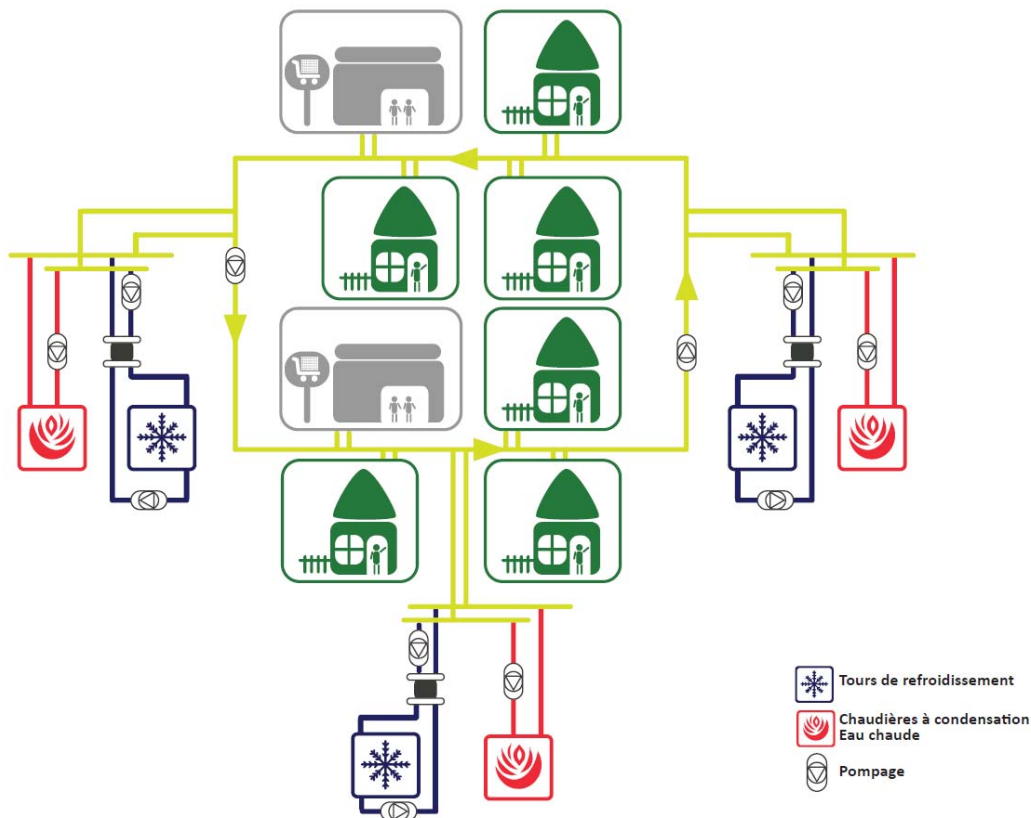
La Direction de l'urbanisme de la Ville de Montréal a mandaté BEAUDOIN HURENS pour les services professionnels d'ingénierie pour la réalisation d'une étude énergétique et l'évaluation de la faisabilité de l'insertion d'un Système Urbain de Chauffage et Climatisation (SUCC) dans le secteur Namur-La Savane. Le présent rapport présente une description des travaux et équipements nécessaires pour l'implantation d'un SUCC, une étude des coûts énergétiques ainsi que différentes options présentant un potentiel d'économie d'énergie pouvant être implantées dans le contexte d'un nouveau SUCC.

La requalification du site de l'ancien hippodrome de Montréal offre la possibilité, dans le cadre d'un nouveau développement immobilier, de profiter de la création de nouvelles infrastructures publiques (aqueduc et égouts), pour la mise en place d'un réseau de tuyauterie de distribution de chauffage et de refroidissement. Les hypothèses d'aménagement de 2010 (voir annexe 5) ont été utilisées afin de produire le présent rapport préliminaire, et les valeurs présentées seront à actualiser en concordance avec les projets de développement de ce territoire. La faisabilité d'étendre ce concept aux sous-secteurs environnants fait aussi l'objet de cette étude.

Les sous-secteurs présentant le plus de potentiel ont été ciblés afin de déterminer les besoins énergétiques de chaque secteur, autant en chauffage qu'en refroidissement, dans le but d'obtenir un estimé des capacités requises des équipements et de la tuyauterie de distribution. Les dimensions projetées pour la centrale thermique du SUCC ont été ainsi déterminées.

Le principe d'un système urbain de chauffage et de refroidissement est utilisé depuis une centaine d'années. La section suivante présente certains exemples de projet de SUCC en opération au Canada et dans le monde.

Un SUCC est une installation centralisée qui permet de fournir un territoire urbanisé en chaleur et refroidissement, plutôt que par des systèmes individuels traditionnels pour chaque bâtiment (chaudières et refroidisseurs) ou chaque logement (plinthes électriques et unités de climatisation). Il comprend généralement une centrale thermique depuis laquelle est acheminée de l'eau chaude ou froide par des conduites souterraines, jusqu'aux utilisateurs, qui n'ont alors qu'à assurer la distribution de l'énergie à l'intérieur du bâtiment. Ce concept a déjà été appliqué avec succès à Montréal (CCUM), Vancouver, Edmonton et d'autres villes au Canada et dans plusieurs centaines de projets en Europe (France, pays scandinaves, etc.). Le schéma suivant montre le principe d'un SUCC.



**Schéma général d'un SUCC typique
(distribution à 1 tuyau)**

Finalement, cette étude comporte une section concernant la consommation d'énergie projetée et un bilan énergétique montrant la répartition projetée de la consommation, en comparaison avec des systèmes de chauffage et de refroidissement traditionnels dans chaque bâtiment.

3. SUCC EXISTANTS

Le concept d'un système urbain de chauffage et de refroidissement est déjà éprouvé et reconnu dans de nombreuses villes à travers le monde. Il y en a 150 au Canada, 5000 aux États-Unis, 450 en France et plusieurs milliers ailleurs en Europe.

A. CCUM (MONTREAL)

Chauffage et climatisation urbain de Montréal (CCUM) alimente plusieurs immeubles commerciaux et tours à bureaux au centre-ville de Montréal. Fondé en 1947 pour alimenter le Canadien National (CN), il a pu étendre son réseau en offrant des tarifs d'énergie avantageux aux propriétaires des bâtiments voisins.

Le réseau utilise la vapeur pour distribuer la chaleur, avec un échangeur vapeur-eau dans chaque bâtiment. Bien que moins efficace, le réseau de vapeur a été conçu car les coûts d'énergie étaient très faibles à l'époque. L'utilisation de la vapeur offre tout de même un tarif compétitif en raison des nombreux avantages obtenus par la production centralisée d'un SUCC.

La capacité de production en chauffage atteint maintenant 145 000 kW, majoritairement produits par des chaudières au gaz naturel. Il inclut aussi une petite portion de récupération de chaleur et de chauffage solaire thermique. Depuis l'année 2000, la CCUM offre aussi de l'eau glacée pour le refroidissement, pour une capacité totale de 10 000 kW.

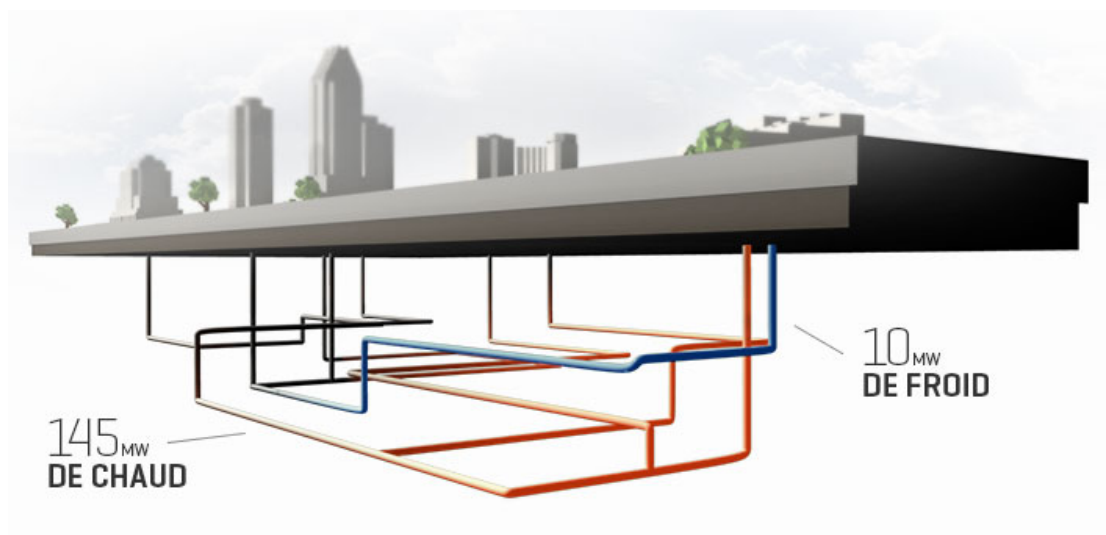


Illustration du réseau souterrain de la CCUM (vapeur et eau glacée)

Source : www.ccum.com/fr/fonctionnement

B. BLATCHFORD (EDMONTON)

Le SUCC de la ville d'Edmonton est un projet très similaire au contexte de l'ancien hippodrome à Montréal, autant dans son envergure que dans la situation initiale. Il s'agit d'un ancien aéroport en zone métropolitaine dont l'ensemble du terrain devait être réaménagé dans diverses phases de construction, sur une période de 20 à 35 ans. Le plan de développement prévoyait 2 millions de m² de bâtiments, incluant des logements pour 30 000 personnes.

C'est un projet très axé sur l'aspect environnemental du développement et de la production d'énergie. Un système à biomasse utilisant les résidus de bois d'un centre de tri permet de fournir une source d'énergie à carbone neutre. Le système produit de la vapeur qui produit en partie de l'électricité, puis du chauffage pour le SUCC. De la même manière, un système de géothermie à grande profondeur (3500 m), permet de produire à la fois de l'électricité et de la chaleur, car la température à cette profondeur atteint 80°C (en comparaison, les systèmes de géothermie traditionnels sont d'une profondeur de 150 m et doivent utiliser une pompe à chaleur pour obtenir une température utile, ce qui n'est pas le cas pour la géothermie profonde).



AERIAL VIEW OF BLATCHFORD REDEVELOPMENT [1].

Nouveau développement de Blatchford (ancien aéroport)

Source : www.sabmagazine.com

C. LAC ONTARIO (TORONTO)

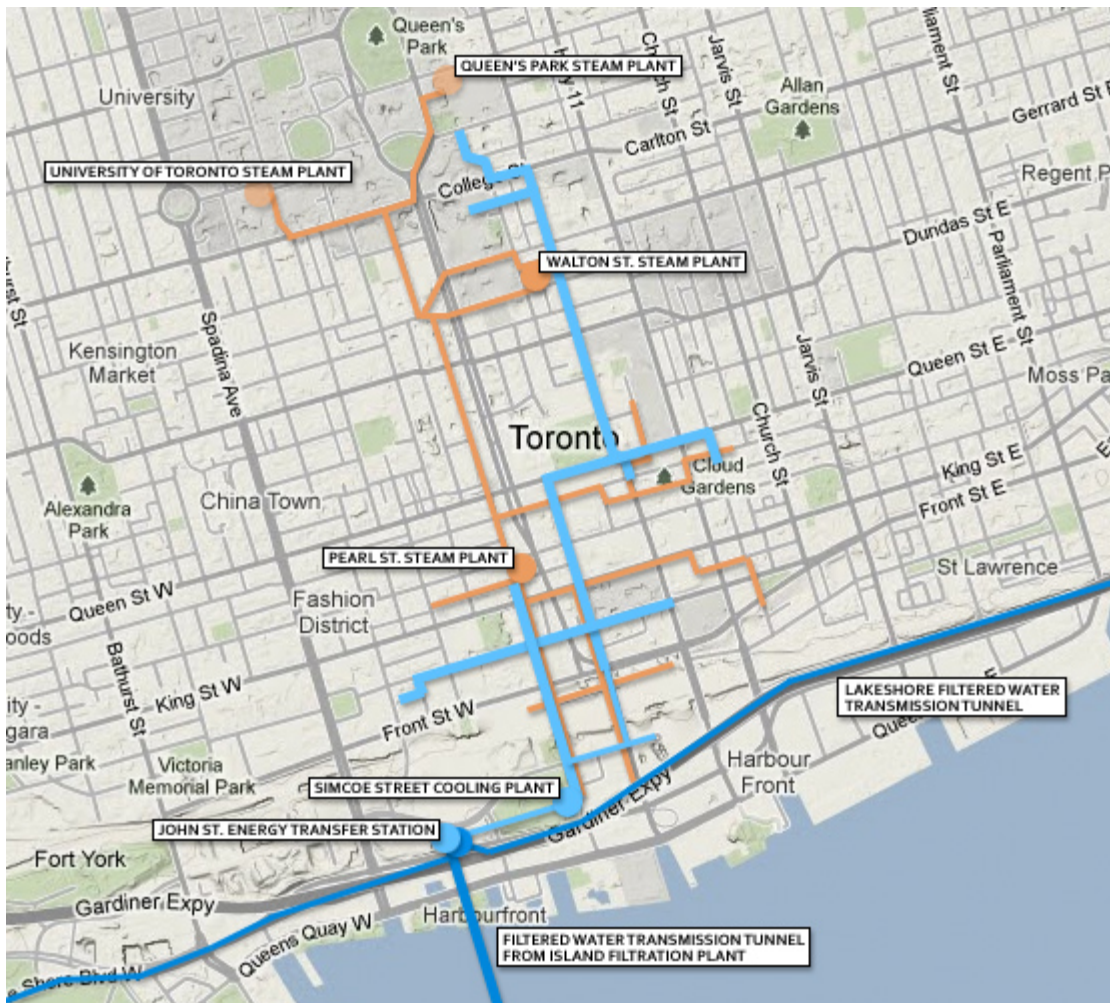
La ville de Toronto dispose d'un SUCC de grande envergure (l'un des plus grands au Canada) depuis 1997. Un réseau de vapeur distribue la chaleur pour les besoins de chauffage, et sert aussi à alimenter 2 refroidisseurs de 4700 tonnes chacun (fonctionnant avec des turbines à vapeur). Le réseau de chauffage, en parallèle avec le réseau de refroidissement, est alimenté par 8 chaudières à vapeur de 35 000 kW chacune (100,000 lb/hr de vapeur). Ces chaudières sont réparties en 4 centrales à différents points du réseau.

En 2004, le SUCC a ajouté une innovation très profitable à son réseau de refroidissement. Dans le cadre du projet "Deep Lake Water Cooling" (DLWC), la Ville de Toronto et son partenaire Enwave ont installé une tuyauterie de grande dimension pour puiser l'eau du lac Ontario à une profondeur de 84 m. À ce niveau, la température de l'eau est constante à 4°C, et permet donc d'être utilisée pour le refroidissement des bâtiments en utilisant simplement un échangeur de chaleur. Il s'agit d'un avantage majeur puisque cela évite les coûts d'installation de refroidisseur, et diminue la consommation d'énergie de manière significative, permettant de fournir du refroidissement à un tarif très avantageux.

La capacité de refroidissement est donc passée à 75000 tonnes totales, avec les refroidisseurs existants conservés pour les périodes de pointe. L'eau pompée et filtrée est ensuite envoyée dans le réseau d'aqueduc de la Ville de Toronto, ce qui permet d'agencer efficacement les 2 besoins.

La ville de Toronto était actionnaire du SUCC de sa création jusqu'en 2012, où elle a vendu ses parts à Enwave, qui est l'opérateur du SUCC.

Étude énergétique
Implantation d'un SUCC – secteur Namur-de la Savane



Tracé du réseau du SUCC de Toronto (refroidissement en bleu, chauffage en orange)

Source : www.vanishingpoint.ca/excavating-enwave

D. OSLO

Opéré par la compagnie Hafslund, le SUCC d'Oslo a la particularité d'opérer majoritairement avec de la récupération de chaleur. Jusqu'à 60% de l'énergie distribuée provient de la récupération de chaleur des égouts et de l'incinération des déchets domestiques. La centrale de gestion des déchets possède une série de systèmes de traitement des fumées permettant de retirer tous les oxydes d'azote (NO_x), les rejets acides (soufre), les particules en suspension et les dioxines, afin d'éliminer les émissions de polluants.

La capacité de récupération sur les égouts peut atteindre 12 000 kW de chauffage et est utilisée en priorité car il s'agit d'une source d'énergie continue à l'année. Les SUCC regroupent plusieurs centrales sur le même réseau afin de favoriser l'accès aux sources de récupération de chaleur, selon leur localisation. Le réseau distribue principalement de l'eau chaude pour le chauffage des bâtiments, mais aussi de la vapeur pour les procédés industriels de certains bâtiments aux environs des centrales de production du SUCC.

En 2013, la production de chauffage des centrales a atteint 1.7 TWh (milliards de kWh), ce qui correspond à environ 20% de la totalité du besoin de chauffage de la ville d'Oslo, soit l'équivalent de 170 000 logements urbains. L'*Agency for Waste Management* d'Oslo assure l'opération des installations de récupération d'énergie, sous la supervision du département des affaires environnementales de la ville d'Oslo.

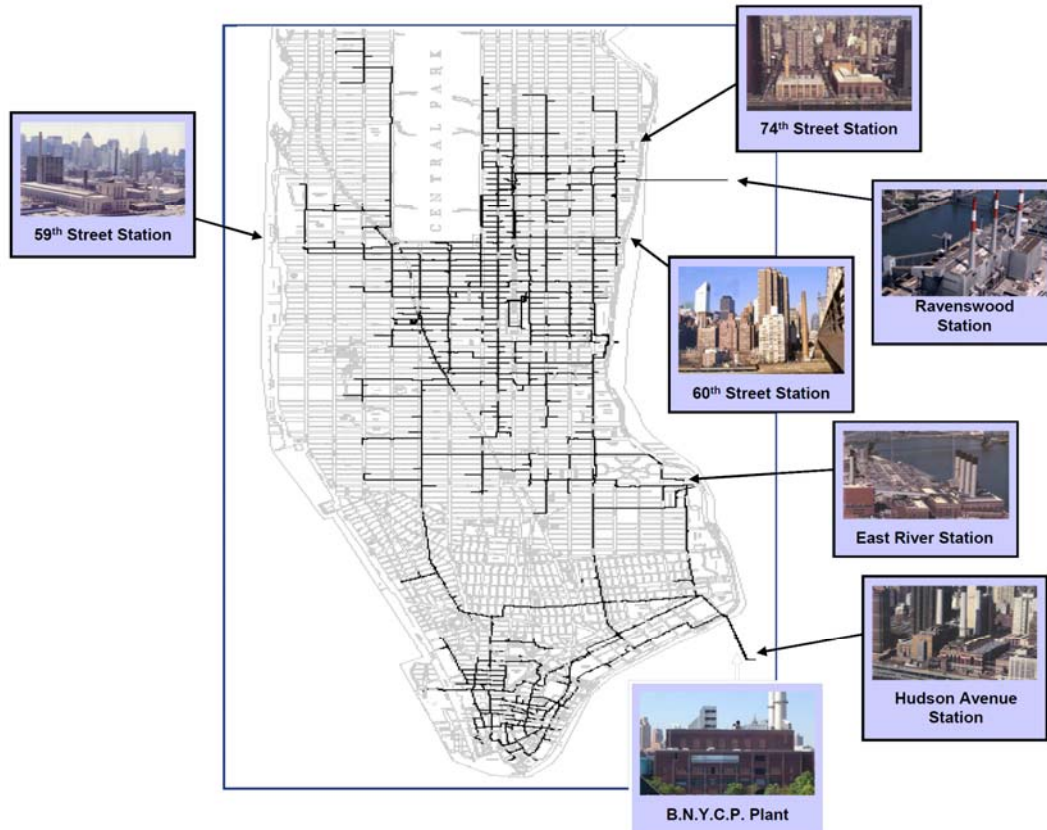
E. MANHATTAN (NEW YORK)

Le réseau de chauffage urbain de Manhattan est l'un des plus anciens, datant de 1882, où de la vapeur était produite pour le sud de l'île de Manhattan. Le réseau actuel est le résultat de plusieurs réseaux qui ont été unifiés dans un SUCC commun. La vapeur produite provient de centrale de cogénération à vapeur, où des turbines à vapeur génèrent de l'électricité, et la vapeur rejetée par les turbines est réinjectée dans le réseau de tuyauterie souterraine et distribuée aux bâtiments. La capacité totale de chauffage atteint aujourd'hui 3200 MW en vapeur. Cette capacité de production est répartie en plusieurs centrales sur le réseau de vapeur commun :

Centrale	Capacité thermique (MW [million Btu/h])	Capacité de production d'électricité (MW)
Waterside	586 [2000]	167
East River Units 6&7	524 [1787]	313
East River South	162 [553]	
Hudson Avenue	477 [1630]	66
Turbines au gaz naturel	-	81
BNYCP	246 [838]	
West 59 59th th Street	332 [1133]	
East 60 60th th Street	190 [648]	
East 74 74th th Street	539 [1840]	
Ravenswood Steam	125 [426]	
Total	3 180 MW [10 855 MMBH]	627 MW

Cette vapeur permet aussi de produire du refroidissement dans certains édifices par l'utilisation de refroidisseurs à absorption, un type d'appareil qui utilise l'énergie de la chaleur à haute température pour refroidir un réseau d'eau glacée ou l'air de ventilation. Ce type de refroidisseur permet de rendre utiles les rejets de chaleur même en période estivale, ce qui est très efficace pour Manhattan, qui a de grands besoins de climatisation.

L'intégration des systèmes de production d'électricité à la vapeur à un SUCC permet de récupérer une grande partie de la vapeur sortant de l'équipement de génération d'électricité à des fins utiles, plutôt que de l'évacuer à l'atmosphère. Seul l'excédent de vapeur, une fois les besoins de chauffage comblés, est évacué via des tours de dispersions que l'on peut voir dans les rues de Manhattan (il s'agit de vapeur d'eau pure générée dans la production d'électricité).



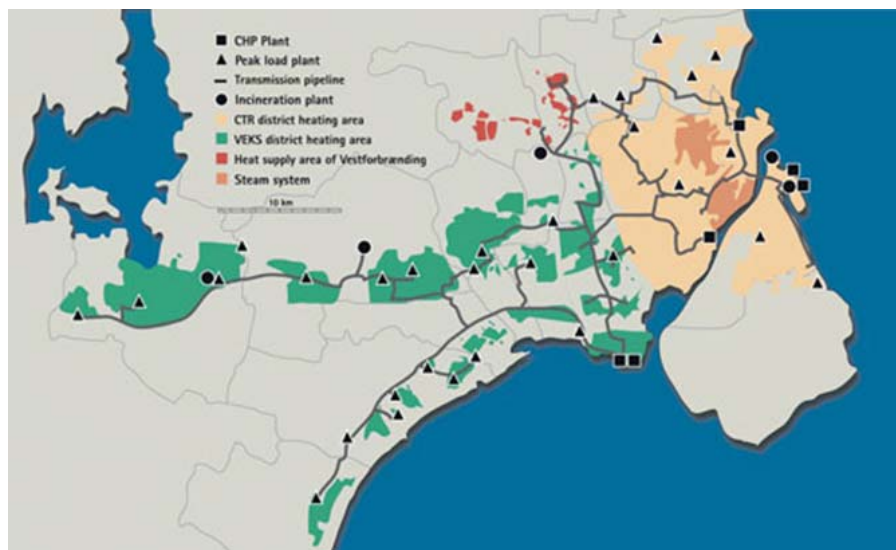
Étendue du réseau du SUCC de Manhattan (en noir) et localisation des centrales principales

F. CINQ MUNICIPALITÉS CONJOINTES (COPENHAGUE)

Environ 60% de tout le chauffage au Danemark est produit et distribué par des SUCC. La quasi-totalité de la ville de Copenhague (à la hauteur de 97% de la ville raccordée au réseau) est alimentée par un unique réseau de chauffage urbain. La majorité de l'énergie provient de 4 centrales de cogénération (production d'électricité et de chaleur simultanément) et du rejet de chaleur de 3 centrales d'incinération. Les installations utilisent majoritairement la biomasse et le gaz naturel. Des chaudières au gaz localisées à différents points du réseau assurent la demande de pointe de chauffage, totalisant 665 MW.

Il a été instauré en 1984 par les maires de 5 localités desservies (dont Copenhague) qui ont identifié une opportunité pour implanter un SUCC sur l'ensemble du territoire (plusieurs dizaines de kilomètres). Ce projet a été fait en partenariat avec l'agence de Distribution de chauffage métropolitain de Copenhague (CTR) et la compagnie VEKS, qui opèrent les installations.

Le SUCC de Copenhague sert de modèle à plusieurs autres projets de développement à travers le monde, de par son utilisation optimale des énergies renouvelables, son étendue et sa rentabilité.



Carte du réseau du SUCC de Copenhague (échelle : 50 km d'est en ouest)

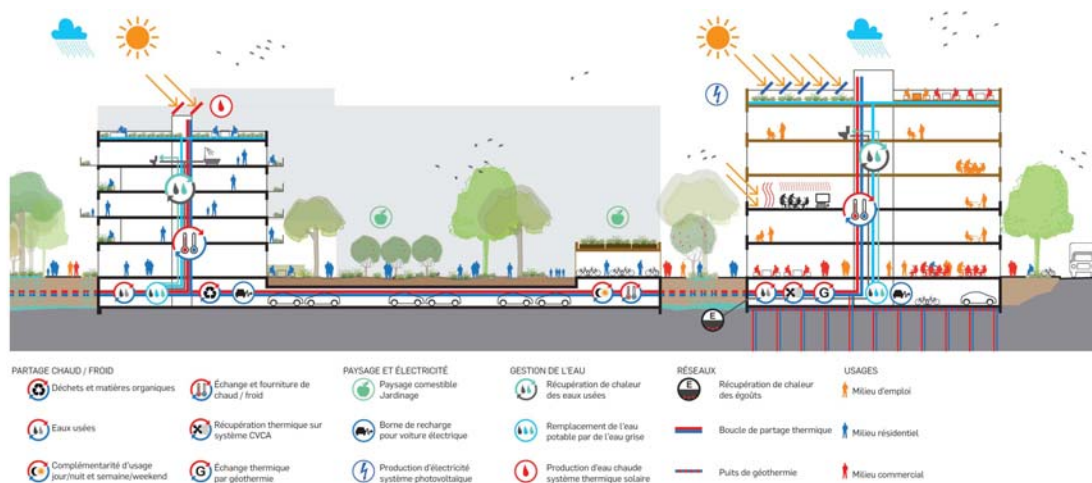
Source : www.dbdh.dk/district-heating-history

G. TECHNOPOLE ANGUS (MONTRÉAL)

Situé sur l'ancien site des ateliers ferroviaires du Canadien Pacifique, le projet de développement Angus à Montréal (secteur Rosemont) est intéressant. Il s'agit d'un projet de revitalisation du site, suite à l'arrêt des activités du CP. Il combine, en un même site, des logements résidentiels et des immeubles regroupant plus de 2000 emplois. Il s'agit d'un contexte similaire à ce que pourrait devenir le site de l'ancien hippodrome, dans l'optique d'un changement de vocations vers des activités urbaines diversifiées.

Une caractéristique marquante du SUCC Angus est l'intégration de l'efficacité énergétique dans la conception même des bâtiments (isolation thermique supérieure, récupération d'eau et de chaleur, ventilation et éclairage naturel, etc.), en plus de la production efficace de chaleur du SUCC (géothermie, énergie solaire, récupération de chaleur des égouts), atteignant des certifications LEED et BOMA BEST pour la performance énergétique des immeubles. D'autres aspects environnementaux, comme la récupération des eaux de pluies et des serres pour des cultures biologiques locales, s'adjoignent aux mesures énergétiques pour poursuivre dans l'esprit de développement durable du projet.

Le succès du projet repose sur l'intégration à une même table des architectes, urbanistes, promoteurs, ingénieurs et entrepreneurs, à toutes les étapes de projet, de manière à intégrer tous les aspects du développement dès l'étape de conception. Un projet d'expansion vise à doubler la surface de bâtiments sur le site, qui se raccorderont sur le SUCC existant. Il ajoutera à la fois des emplois et des logements, pour poursuivre l'approche de quartier intégré visée par le projet.



AUTRES SUCC

Au Québec, d'autres exemples notables en plus de la CCUM et de l'Université Laval, sont le nouveau développement Angus à Montréal, la Cité Verte à Québec, la RIO (SUCC pour les bâtiments du parc Olympique à Montréal) et le SUCC conjoint des villes d'Ottawa et de Gatineau (actuellement en développement).

Un des aspects récurrents des SUCC est leur implication environnementale, soit par l'utilisation d'énergies renouvelables (Edmonton, Toronto) ou la valorisation énergétique des déchets et des égouts (Dockside Green à Victoria CB, Oslo).

Réseau	En opération depuis	Puissance chauffage [refroidissement]	Surface de bâtiments desservie	Opéré par	Lieu géographique
CCUM	1947	145MW [10MW]	1,8 million de m ²	Gaz Métro Plus et Dalkia Canada	Montréal
Oslo	n/d	n/d	170 000 logements	Hafslund	Norvège
Manhattan	1882	3300MW	1700 gratte-ciel (168 km tuyauterie)	Con Edison	New York (États-Unis)
Copenhague	1984	663 MW [178 MW]	275 000 logements (54km de tuyauterie)	CTR et VEKS	Danemark
Lac Ontario	1997	280 MW [265 MW]	3,7 millions m ² (12km de tuyauterie)	Enwave	Toronto
Blatchford	n/d	n/d	n/d	FVB Energy	Edmonton
Dockside Green	2011	n/d	120 000 m ²	Vancity Credit Union	Victoria
Université Laval	1960	52MW	29 pavillons (40 000 étudiants)	Service des immeubles – Université Laval	Québec
Technopole Angus	2010	15MW [5MW]	80 000 m ² de bâtiments	SDA – Société de développement Angus	Montréal

4. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS D'UN SUCC

AVANTAGES

L'implantation d'un système urbain de chauffage et de refroidissement comporte plusieurs avantages par rapport aux systèmes traditionnels :

- Meilleure efficacité de production d'énergie;
- Efficacité énergétique en mi-saison : on profite du rejet de chaleur d'un bâtiment en refroidissement pour fournir le chauffage à un autre bâtiment;
- Centralise l'entretien, facilite la gestion du personnel d'entretien;
- Permet de faire appel à une expertise technique plus poussée pour l'optimisation de la production d'énergie et la sélection des équipements;
- Avantage tarifaire en raison de gros volumes
 - Électricité : tarif L (0.032 \$/kWh) vs tarif M (0.049 \$/kWh);
 - Électricité : tarif L (0.032 \$/kWh) vs tarif résidentiel (0.086 \$/kWh);
 - Gaz naturel 0.30\$/m³ vs 0.50\$ à 0.70\$/m³.
- Économie de surface : plus de surface de plancher utile chez les clients (meilleure rentabilité de l'espace);
- Diversité des formes d'énergie en chauffage, permettant une diminution de la sensibilité aux changements de tarifs et apportant une grande autonomie du système (en cas de pannes ou de conditions climatiques extrêmes comme le verglas);
- Durée de vie des équipements plus élevée que des systèmes traditionnels;
- Permet l'utilisation d'énergies renouvelables comme la récupération de chaleur, la géothermie et la biomasse;
- Absence de combustible chez les clients;
- Centralisation des rejets atmosphériques (permet un meilleur traitement des émissions atmosphériques et une meilleure qualité de l'air);
- Regroupe les dépenses d'énergie, d'entretien et d'achat d'équipements (gestion simplifiée pour les clients).

DÉFIS

Il est cependant important de prendre en compte certains aspects dans le processus de décision visant l'implantation d'un SUCC :

- Nécessite un capital d'investissement plus grand au départ, qui est amorti à mesure que les projets de développement se concrétisent;
- Besoin d'un montage financier plus élaboré pour la gestion de l'opération (plusieurs intervenants et partenaires) et l'amortissement du capital (ayant un impact sur les coûts d'énergie à défrayer par les clients);
- Nécessite la présence permanente de personnel (mécaniciens de machines fixes);
- Besoin d'études plus poussées : études environnementales, étude économique, etc.;
- Réalisation technique plus complexe (excavation, intégration urbaine, optimisation du choix d'équipement);
- Nécessite une grande densité de clients raccordés;
- Coordination accrue avec les autres services d'utilités publiques (aqueduc, égout, etc.);
- Requiert un système de tarification et mesurage plus élaboré pour chaque bâtiment.

5. PRÉSENTATION DU SECTEUR

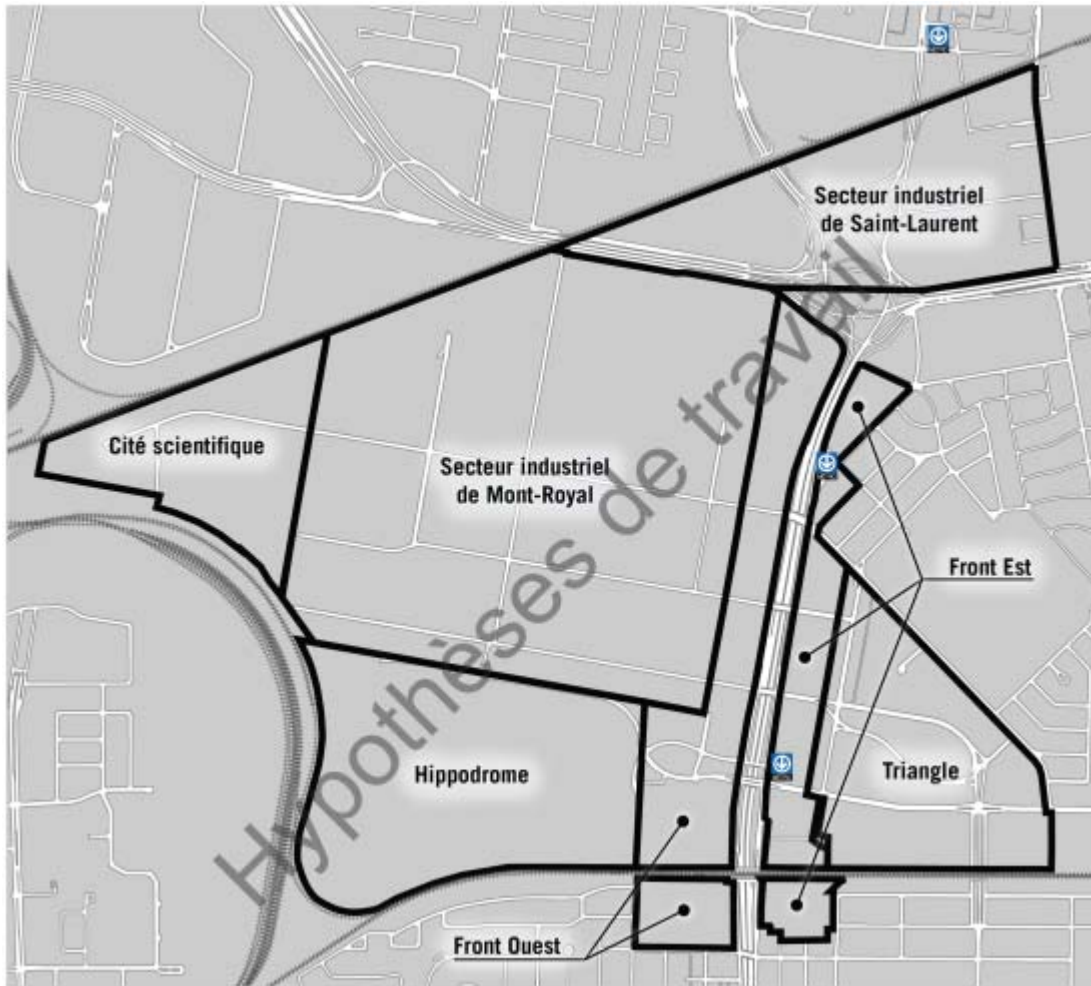
Le secteur visé par l'étude de faisabilité pour l'insertion d'un SUCC correspond au secteur Namur-De la Savane déterminé par la Ville de Montréal comme devant faire l'objet d'une planification stratégique. Au carrefour des autoroutes 15 et 40, comprenant 2 stations de métro et présentant une importante capacité d'accueil pour de nouvelles activités urbaines, le secteur est amené à se transformer. D'importants investissements (privés et publics) y sont prévus, lesquels insuffleront le renouvellement urbain souhaité pour le secteur.

Pour les fins de l'étude, le secteur a été divisé en plusieurs sous-secteurs présentant des contextes urbains contrastés. L'estimation de leur besoin énergétique s'est faite à l'horizon 2035 selon les hypothèses de développement fournies par la Ville. Le tableau suivant montre un aperçu global de prévisions utilisées pour les sous-secteurs de la zone Namur-De la Savane :

Hypothèse de développement du secteur Namur - De la Savane (d'ici 2035)

Direction de l'urbanisme, Ville de Montréal

Site	Logements (unités)	Bureaux et emplois	Commerces	Communautaires et institutionnels
Ancien hippodrome	2608	135 034 m ²	16 181 m ²	28 778 m ²
Front Ouest	1760	105 759 m ²	21 456 m ²	
Front Est	2038	86 710 m ²	37 959 m ²	
Secteur industriel de Mont-Royal		58 721 m ²		
Secteur industriel de Saint-Laurent		430 620 m ²	69 603 m ²	
Cité scientifique		20 001 m ²		
Triangle	4000		50 003 m ²	
Total	10 406	836 845 m²	195 201 m²	28 778 m²



Sous-secteurs utilisés pour les hypothèses de développement
Division de l'aménagement et du design urbain, Ville de Montréal

TERRITOIRES DU SECTEUR NAMUR-DE LA SAVANE

SITE DE L'ANCIEN HIPPODROME

Vacant depuis l'arrêt des activités hippiques en 2009, le site de 43,5 ha fera l'objet d'une mise en valeur dans les prochaines années. La vocation résidentielle y est privilégiée tout en y visant une diversification des activités urbaines. Étant à l'étape de la planification, il présente le plus fort potentiel pour évaluer l'insertion d'un SUCC. Il s'agit donc du principal sous-secteur ciblé par l'étude offrant les conditions d'une telle évaluation.

ABORDS EST ET OUEST DE DECARIE

Bordant le boulevard et l'autoroute Décarie de part et d'autre, il s'agit de franges urbaines composées d'activités de bureaux et de commerces. Ce sous-secteur présente des espaces sous utilisés, offrant des occasions de densification, notamment aux abords des 2 stations de métro.

LE TRIANGLE

Localisé à l'est du boulevard Décarie et à proximité de la station de métro Namur, le sous-secteur Le triangle amorce sa transformation. Le projet Le Triangle qui est en réalisation, dont 2 000 logements sont construits sur les 4 000 prévus, est en voie de requalifier un ancien secteur industriel en un quartier résidentiel incluant des espaces publics.

SECTEUR INDUSTRIEL DE L'ARRONDISSEMENT DE SAINT-LAURENT

Le secteur Industriel de l'arrondissement Saint-Laurent est localisé à l'intersection de l'autoroute Décarie et de l'autoroute 40, autour de la portion nord de l'échangeur. Il comporte des espaces inoccupés ou faiblement occupés présentant des occasions de construction de nouveaux bâtiments à vocation économique.

SECTEURS INDUSTRIEL DE MONT-ROYAL ET CITE SCIENTIFIQUE

Le secteur industriel de Mont-Royal, qui représente près de 40 % de la superficie de la municipalité, regroupe environ 500 entreprises et 16 000 emplois dans une centaine de bâtiments. Développé entre les années 1950 et 1970, le secteur est en voie de se réorienter au niveau régional dans le créneau de la décoration et du design. Située à l'extrémité Ouest, la Cité scientifique est un parc d'entreprises qui abrite notamment l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB). De plus, selon les informations préliminaires véhiculées par les médias, un centre commercial d'envergure est susceptible d'être construit dans le cadran sud-ouest du croisement des autoroutes 15 et 40. S'il venait à être réalisé, ce projet augmentera significativement les besoins énergétiques du secteur et pourrait aussi stimuler d'autres développements futurs, devenant un point d'intérêt pour les prochaines études du SUCC. Cependant, ce projet n'a pas été considéré compte tenu de son caractère préliminaire et du degré d'avancement de la présente étude.

6. DÉFINITION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DES SECTEURS

POTENTIEL DES SECTEURS POUR UN SUCC

SOUS-SECTEUR PRINCIPAL : SITE DE L'ANCIEN HIPPODROME

Le site de l'ancien hippodrome de Montréal est le premier sous-secteur visé par la présente étude. Comme il s'agit d'un site vacant devant faire l'objet d'un développement futur, il représente les conditions idéales pour l'implantation d'un système urbain de chauffage et de climatisation (SUCC). En effet, la tuyauterie de distribution, l'un des coûts majeurs d'un SUCC, peut profiter des travaux d'excavation et de pavage requis pour la mise en place des nouveaux réseaux d'aqueduc et d'égouts. Cela permet une économie significative des coûts d'installation de la tuyauterie de distribution en éliminant la majeure partie des travaux civils requis.

SOUS-SECTEURS SECONDAIRES – LE TRIANGLE, LES ABORDS EST ET OUEST DE DÉCARIE

Les abords est et ouest de Décarie, de par leur proximité avec le site de l'ancien hippodrome et avec les réaménagements prévus, présentent un potentiel intéressant pour l'expansion d'un éventuel SUCC.

Le secteur du Triangle fait déjà l'objet d'une requalification qui se poursuivra dans les prochaines années. Ceci pourrait lui permettre d'être raccordé au SUCC, notamment en raison de travaux d'aqueduc qui devront y être effectués.

Ces 3 secteurs ont été ciblés afin d'évaluer l'impact d'éventuelles phases d'expansion de la centrale, puisqu'ils combinent la proximité avec le secteur de l'ancien hippodrome et des besoins énergétiques importants.

SOUS-SECTEUR INDUSTRIEL DE SAINT-LAURENT

Le sous-secteur industriel de l'arrondissement Saint-Laurent est localisé à l'extrémité nord du secteur étudié, ce qui rend difficile sa mise en commun avec le même SUCC que le sous-secteur de l'ancien hippodrome, en raison de la distance et des obstacles des infrastructures autoroutières à franchir. Cependant, les charges importantes prévues pour ce secteur, autant en refroidissement qu'en chauffage, font qu'il présente un bon potentiel au niveau de la densité des besoins énergétiques.

Si les hypothèses de développement de ce secteur se concrétisent, l'implantation d'une seconde centrale indépendante, dédiée pour le secteur Industriel de Saint-Laurent, peut être une avenue intéressante.

Selon le développement d'un éventuel SUCC pour les abords Est et Ouest de Décarie, une étude subséquente serait nécessaire pour comparer le raccord de tous les secteurs sur un même SUCC ou sur 2 réseaux indépendants.

SOUS-SECTEUR INDUSTRIEL DE MONT-ROYAL ET CITÉ SCIENTIFIQUE

Les informations disponibles à ce jour nous permettent de conclure que les charges potentielles à raccorder dans ce secteur sont trop faibles et réparties sur une trop grande distance, ce qui n'apporte pas de rentabilité potentielle pour un SUCC. Si de nouveaux développements avec une grande densité d'occupation ou des zones spécifiques ayant une charge élevée, soit en chauffage ou en refroidissement, étaient en vue, une étude subséquente pourra être réalisée pour évaluer la rentabilité du raccord de ces zones au SUCC.

HYPOTHÈSES DE CALCULS DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES

Les calculs des besoins de chauffage et de refroidissement ont été basés sur des valeurs standards de l'industrie, présentés dans le tableau suivant. Des calculs détaillés seront requis lorsque plus d'informations seront disponibles sur les bâtiments desservis par le SUCC. Les calculs actuels sont donnés à titre indicatif seulement et permettent d'évaluer l'ordre de grandeur des besoins en chauffage et refroidissement.

Type de bâtiment	Chauffage enveloppe	Chauffage air neuf	Refroidissement (m ² /tonne)
Bureaux	54 W/m ²	54 W/m ²	46 m ²
Commerces	54 W/m ²	54 W/m ²	40 m ²
Institutionnel	54 W/m ²	54 W/m ²	46 m ²
Logement	71 W/m ²	n/a	56 m ²

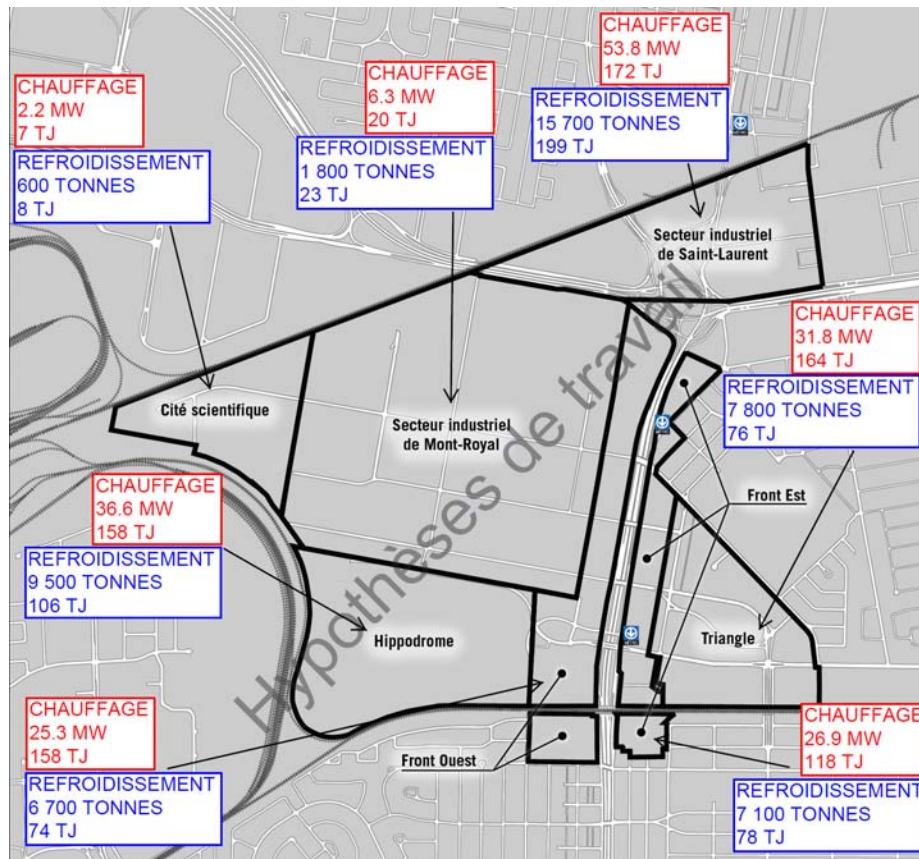
À partir de ces valeurs, les charges de pointe de chauffage et de refroidissement ont pu être déterminées. Des données de température extérieure à chaque heure pour une année typique pour la région de Montréal ont permis, avec les charges de pointe calculées, de déterminer un profil de consommation annuelle et une consommation totale annuelle prévue. Le besoin d'air frais des bâtiments a été considéré seulement durant la journée pour tous les types de bâtiments, à l'exception des logements résidentiels, où les besoins ont été considérés 24 heures par jour.

DEMANDES ET CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DES SECTEURS

Le tableau suivant présente le sommaire du besoin énergétique de pointe de chaque secteur et la consommation annuelle prévue.

Sous-secteur	Chauffage		Refroidissement	
	Pointe (kW)	Besoin énergétique annuel (kWh)	Pointe (tonne ref.)*	Besoin énergétique annuel (kWh)
Ancien hippodrome	36 600	84 400 000	9 500	30 100 000
Abords Ouest de Décarie	25 300	58 100 000	6 700	21 300 000
Abords Est de Décarie	26 900	62 800 000	7 100	22 500 000
Triangle	31 800	83 800 000	7 800	24 700 000
Secteur industriel de Saint-Laurent	53 800	97 000 000	15 700	49 800 000
Cité scientifique	2 200	3 960 000	600	1 900 000
Secteur industriel de Mont-Royal	6 300	11 400 000	1 800	5 700 000

*Note : 1 tonne de réfrigération correspond à 3.51 kW d'énergie thermique



7. DESCRIPTION DES OPTIONS – RÉSEAU DE DISTRIBUTION HYDRAULIQUE

Un système urbain de chauffage et climatisation (SUCC) nécessite la mise en place d'un réseau de tuyauterie enfouie, en parallèle avec les conduites d'aqueduc et d'égout. Ces tuyauteries en réseau fermé permettent d'acheminer, via ce réseau d'eau, l'énergie thermique à chaque bâtiment, pour ensuite être retournée à la centrale, afin d'être chauffée ou refroidie selon les besoins.

L'annexe 2 présente les schémas des configurations des 4 options de tuyauterie de distribution proposées.

A. TUYAUTERIE D'EAU TEMPÉRÉE NON-ISOLÉE : 1 TUYAU (CENTRALISÉ)

Il s'agit de l'option permettant le plus faible coût de tuyauterie de distribution. Il consiste à l'installation d'un seul tuyau principal qui parcourt tout le secteur, et sur lequel chaque client pompe une partie du débit puis le rejette en aval, dans le même tuyau. Ainsi, la température du réseau augmente ou diminue légèrement d'un client à l'autre, et le débit nécessaire est choisi de manière à ce que cet écart de température soit suffisamment faible pour desservir adéquatement tous les clients.

Cependant, comme la température du réseau est tempérée (10 à 24°C), un réseau à un tuyau ne peut servir directement en chauffage ou en refroidissement. Il faut prévoir, chez chaque client, 2 thermopompes; l'une pour puiser la chaleur dans le réseau et produire l'eau de chauffage du bâtiment, et l'autre pour produire l'eau de refroidissement pour la climatisation du bâtiment, et dont le rejet de chaleur est dégagé dans le réseau du SUCC.

Un avantage du système à un tuyau est qu'en mi-saison, alors que simultanément certains bâtiments ont un besoin de chauffage et d'autres ont un besoin de refroidissement, seule l'énergie nette doit être produite par la centrale, même si chaque transfert d'énergie est facturé au client. C'est une forme de récupération de chaleur gratuite qui est intrinsèque à ce concept. Il s'agit d'un avantage pour le gestionnaire de la centrale.

Il est possible de choisir une température de réseau de manière à être suffisamment proche de la température du sol, ce qui fait que les pertes thermiques vers le sol ne sont pas significatives. Cela permet d'enfouir le tuyau directement dans le sol, à la manière d'une tuyauterie d'aqueduc, sans avoir besoin d'isolation thermique.

Sommaire pour un réseau à 1 tuyau à basse température :

- Peut servir simultanément au chauffage et au refroidissement;
- Ne nécessite pas d'isolation;
- Les utilisateurs (clients) doivent prévoir plus d'équipements : pompes, thermopompe et refroidisseur;
- Permet des expansions facilement, autant près de la centrale qu'en bout de réseau;
- Consommation d'énergie supplémentaire chez le client pour l'opération des thermopompes;
- Nécessite un espace (superficie de plancher) chez les clients afin d'installer les thermopompes et les pompes.

B. TUYAUTERIE D'EAU BASSE TEMPÉRATURE ISOLÉE : 1 TUYAU (CENTRALISÉ)

Cette option reprend le même concept que le réseau à un tuyau de la section précédente (6.A), mais utilise un plus grand différentiel de température du réseau entre l'alimentation (35°C) à partir de la centrale et le retour (10°C) après avoir desservi tous les clients. Cette caractéristique permet de réduire le débit et par le fait même le diamètre de la tuyauterie du réseau de distribution. Cela nécessite toutefois l'ajout d'isolant thermique sur la tuyauterie enfouie, afin de limiter les pertes de chaleur vers le sol.

Cette option a l'avantage de permettre une plus grande flexibilité en chauffage, car la capacité maximale du réseau dépend seulement de la température d'alimentation, qui peut être ajustée en temps réel. Les caractéristiques de cette option sont semblables à celles d'un réseau à basse température.

Sommaire pour un réseau à 1 tuyau à basse température :

- Tuyauterie de diamètre plus petit;
- Besoin d'isolation thermique;
- Possibilité d'augmenter la capacité de chauffage du réseau en chauffage sans modification de la tuyauterie;
- Peut servir simultanément au chauffage et au refroidissement;
- Les utilisateurs (clients) doivent prévoir plus d'équipements : pompes, thermopompe et refroidisseur;
- Permet des expansions facilement, autant près de la centrale qu'en bout de réseau;
- Consommation d'énergie supplémentaire chez le client pour l'opération des thermopompes;
- Nécessite un espace (superficie de plancher) chez les clients, afin d'installer les thermopompes et les pompes.

C. TUYAUTERIE D'EAU TEMPÉRÉE NON-ISOLÉE: 1 TUYAU (CENTRALES MULTIPLES)

Cette option reprend le même concept de tuyauterie d'eau tempérée des options 6.A et 6.B (un seul tuyau), mais propose une décentralisation de la production et du dégagement de chaleur, selon les saisons. Pour ce faire, entre 3 et 5 centrales satellites sont réparties sur le secteur desservi par le SUCC. Chacune de ces centrales comprend des chaudières pour l'injection de chaleur (10 à 24°C) dans le réseau en hiver, et des tours d'eau pour le dégagement de chaleur en été (30 à 40°C). Ces centrales sont reliées sur le même réseau de distribution, ce qui permet l'intégration d'équipements à n'importe laquelle des centrales, selon la disponibilité des sources d'énergie et l'intégration architecturale.

Un avantage majeur de cette solution est l'élimination des refroidisseurs à la centrale thermique. En effet, les thermopompes chez les clients dégagent, en été, leur rejet de chaleur dans le réseau du bâtiment, qui, via un échangeur de chaleur, rejette la chaleur directement dans les tours de refroidissement des centrales (tours d'eau). L'absence de refroidisseurs et la décentralisation des chaudières permettent d'éviter la nécessité d'une présence constante de Mécaniciens de Machine Fixe (MMF) requis par les normes québécoises pour l'opération des centrales thermiques (voir bibliographie [2]), tel que présenté à la section 9.B.

Sommaire pour un réseau à 1 tuyau avec centrales multiples :

- Tuyauterie de diamètre plus petit que toutes les autres options, en raison de la décentralisation des chaudières et des tours d'eau;
- Possibilité d'augmenter la capacité de chauffage du réseau en chauffage sans modification de la tuyauterie;
- Peut servir simultanément au chauffage et à la climatisation;
- Élimine les refroidisseurs à la centrale thermique, ce qui diminue les coûts de capital et diminue le besoin de mécaniciens de machine fixe (diminution significative des coûts d'opération);
- Permet des expansions majeures par l'ajout de centrales supplémentaires. Facilite le phasage de l'implantation en ajoutant des centrales au fur et à mesure des développements;

- Consommation d'énergie chez le client pour l'opération des thermopompes;
- Les thermopompes des clients doivent fonctionner à plus haute température en été en raison des 2 échangeurs de chaleur (le premier entre le client et le réseau du SUCC, et le second entre le réseau du SUCC et les tours d'eau de la centrale).
- Facilite aussi l'intégration des centrales au plan d'urbanisation, de par leur empreinte réduite.

D. TUYAUTERIE D'EAU GLACÉE ET D'EAU DE CHAUFFAGE : 4 TUYAUX (CENTRALISÉS)

Cette option sépare les besoins de chauffage (60 à 88°C) et de refroidissement (4 à 13°C) en 2 réseaux distincts en parallèle. Chacun de ces réseaux a besoin de 2 tuyaux, pour l'alimentation et le retour. Les réseaux opèrent à des températures permettant d'alimenter directement les besoins des clients, ce qui évite l'ajout d'équipements mécaniques chez les clients.

Cela permet, comme il n'y a pas de consommation d'énergie chez les clients, d'obtenir la meilleure efficacité globale (centrale + client) pour la production d'énergie. Il centralise aussi l'entretien, ce qui en diminue les coûts et facilite la mise en place de programmes d'entretien préventif. Il s'agit de la configuration traditionnelle pour un système de chauffage et de climatisation urbain.

Sommaire pour un réseau à 4 tuyaux :

- Besoin d'isolation thermique;
- Les clients peuvent être alimentés par les pompes de la centrale. Seuls des échangeurs de chaleur sont requis;
- La dimension de la tuyauterie est réduite à mesure que des clients sont alimentés;
- Limitation pour raccord des clients supplémentaires en bout de réseau;
- Présence constante de mécaniciens de machine fixe (MMF) requise.

CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DES DIFFÉRENTS TYPES DE RÉSEAUX

	A. Option à un seul tuyau non-isolé d'eau tempérée (centralisé)	B. Option à un tuyau isolé basse température (centralisé)	C. Option à un tuyau non-isolé d'eau tempérée (centrales multiples)	D. Option à quatre tuyaux - eau chaude et eau glacée distincts (centralisé)
Production énergétique	Nécessite des thermopompes chez chaque client, pour la production de chauffage et de refroidissement			Aucune production énergétique chez les clients
	Refroidissement gratuit en mi-saison avec les tours d'eau, sans l'utilisation des refroidisseurs	Consommation inférieure des pompes centrales (plus faible débit total)	Plus grande efficacité des chaudières à condensation	L'eau glacée et l'eau de chauffage sont acheminées directement chez les clients
Équipements	Maximise l'utilisation des chaudières à condensation	Capacité inférieure requise pour les refroidisseurs centraux	Dégagement de chaleur directement par les tours d'eau (absence des refroidisseurs)	Nécessite plus d'espace dans la centrale (bâtiment de plus grande dimension)
Distribution énergétique	1 tuyau non isolé (PVC)	1 tuyau isolé (Acier)	1 tuyau non isolé (PVC)	4 tuyaux isolés (Acier)
Coûts	Aucune isolation de tuyauterie requise	Tuyauterie de plus petit diamètre	Élimine le besoin de refroidisseurs à la centrale (coûts capital et entretien)	Minimise les coûts d'installation chez les clients
	Capital d'investissement réparti à mesure que les clients s'ajoutent (moins de capital requis pour la centrale et le réseau)		Facilite l'implantation du SUCC en plusieurs phases	Diminue les frais d'entretien globaux chez le client
Température d'opération	Alim.: 24 °C [75 °F] Ret.: 10 °C [50 °F]	Alim.: 35 °C [95 °F] Ret.: 10 °C [50 °F]	Hiver : Alim.: 24°C [75 °F] Ret.: 10°C [50 °F] Été Alim.: 30°C [85 °F] Ret.: 40°C [105 °F]	Eau glacée Alim.: 4 °C [40 °F] Ret.: 13 °C [55 °F] Eau chauffage : Alim.: 88 °C [190 °F] Ret.: 60 °C [140 °F]

GALERIES MULTI-RÉSEAUX

Une option à évaluer pour le réseau de tuyauterie souterraine du SUCC est l'utilisation de galerie multi-réseau. Il s'agit, plutôt que d'enfouir la tuyauterie directement dans le sol, d'installer la tuyauterie dans des tunnels de béton. Ces tunnels peuvent alors contenir, en plus du réseau du SUCC, les services d'aqueduc, les lignes électriques, les réseaux de télécommunication (fibre optique et câble numérique). Ces tunnels facilitent l'installation de ces différents services et conservent un accès technique pour l'entretien des réseaux.

Les galeries multi-réseaux ont l'avantage d'augmenter la durée de vie de la tuyauterie et particulièrement de la performance à long terme de l'isolation thermique de la tuyauterie. Elles éliminent aussi le risque d'endommager les conduites lors de travaux routiers ou de travaux d'excavation.

La Commission des services électriques de Montréal (CSEM) est présentement à étudier l'implantation de ces galeries multi-réseaux, et est à la recherche d'un projet pilote pour implanter le concept. Comme la totalité des services doivent être installés sur le site de l'ancien hippodrome, il s'agit d'un site idéal pour l'implantation du projet pilote.

L'impact pour le SUCC serait positif, car il diminuerait les coûts d'installation de la tuyauterie du réseau, puisque les coûts d'installations sont moins élevés lorsque la tuyauterie n'est pas enfouie. De plus, les galeries multi-réseaux permettent d'avoir facilement accès aux branchements de chaque bâtiment et aux soupapes d'isolation.

La photo de la page suivante montre les galeries multi-réseaux du SUCC de l'Université Laval à Québec.



Galerie Multi-Réseau du campus de l'Université Laval (Québec)

8. DESCRIPTION DES OPTIONS – CENTRALE THERMIQUE

A. ÉQUIPEMENTS PRIMAIRES DE CHAUFFAGE ET DE REFROIDISSEMENT

Les équipements principaux de la centrale ont été sélectionnés de manière à produire l'énergie le plus efficacement possible et à un coût d'investissement compétitif, dans l'optique que l'opération d'un système urbain de chauffage et climatisation (SUCC) puisse générer une rentabilité d'opération.

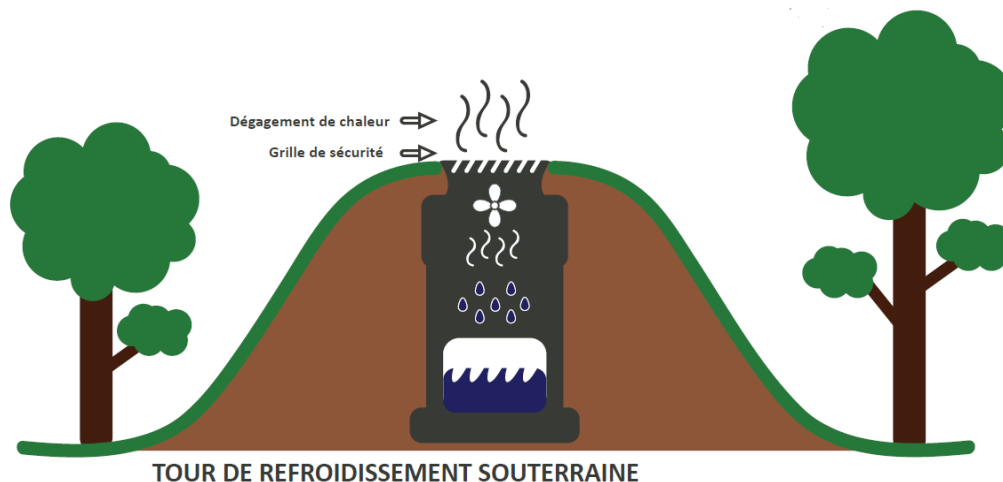
REFROIDISSEMENT

Pour des capacités de refroidissement importantes telles que pour un SUCC, des refroidisseurs à compresseurs centrifuges sont l'option à envisager. Ce type d'équipement permet d'obtenir les meilleures efficacités et, à grande capacité, offre le meilleur rapport du coût par capacité de production. Les refroidisseurs sélectionnés ont les caractéristiques suivantes :

- Capacités de 2000 à 3000 tonnes de réfrigération par unité, disponible chez plusieurs fabricants reconnus.
- Deux compresseurs en parallèle par unité, pour un meilleur contrôle et pour en faciliter l'entretien.
- Alimentés à une tension électrique de 4160 V, pour minimiser les coûts de distribution électrique.
- Rejet de chaleur par des tours d'eau extérieures, pour maximiser l'efficacité.

Pour l'option à centrales multiples (voir section 7.C), la climatisation est effectuée par des thermopompes chez les clients, et le dégagement de chaleur est fait à la centrale via des tours d'eau permettant de dégager la totalité du besoin de climatisation du SUCC.

Dans toutes les options, les tours d'eau peuvent être intégrées au paysage, afin de diminuer l'impact visuel de la centrale et le bruit.



CHAUFFAGE

Les équipements principaux pour le chauffage sont des chaudières au gaz naturel. Considérant les importants besoins de chauffage d'un SUCC, il s'agit de l'option à privilégier afin d'éviter une grande pointe électrique par grands froids, et obtenir le coût de production d'énergie le plus faible. Des options écologiques utilisant l'électricité ou d'autres sources d'énergie sont évaluées dans la section 7.B.

Il est aussi possible, avec le SUCC, d'avoir accès à un tarif avantageux de gaz naturel chez GAZ MÉTRO, par rapport au tarif standard (tarif «D1»). Ce tarif économique pour les gros consommateurs est numéroté comme tarif «D5» (Interruptible)¹. Il permet d'avoir un coût de gaz naturel plus bas durant la majorité des heures d'opération annuelles. Cependant, pour un certain nombre de jours par année, Gaz métro demande à l'opérateur de la centrale de ne pas consommer de gaz naturel pour cette journée.

¹ Le tarif interruptible de gaz métro signifie une économie de 10-15% du prix du gaz lorsqu'un client accepte d'utiliser une autre source d'énergie en période de pointe.

Pour ce faire, les chaudières peuvent être prévues pour pouvoir opérer à la fois au gaz naturel et à l'huile de chauffage no 2 (mazout) lors des jours d'interruption planifiés. L'opérateur de la centrale conserve toujours la possibilité de continuer de fonctionner au gaz naturel si nécessaire, mais doit alors payer une pénalité. De plus, l'option d'avoir les chaudières à double combustible permet d'avoir une sécurité d'approvisionnement. Ce mode d'opération au tarif interruptible est par exemple utilisé dans la majorité des grands hôpitaux québécois. Voici des scénarios possibles aux tarifs de 2015 (estimés), en comparant le tarif standard (D1) au tarif interruptible (D5) :

Prévision (estimée)	Volume annuel (m ³)	Tarif	Nombre maximal d'interruptions par année	Coût annuel	Taux unitaire
Ancien hippodrome	8 200 000	D1	aucun	2 400 000 \$	30 ¢/m ³
		D5 Interruptible B	max 20 jours/an	2 100 000 \$	25 ¢/m ³
		D5 Interruptible A	max 46 jours/an	2 000 000 \$	24 ¢/m ³
Tous les sites	41 000 000	D1	aucun	11 700 000 \$	28 ¢/m ³
		D5 Interruptible B	max 30 jours/an	10 300 000 \$	25 ¢/m ³
		D5 Interruptible A	max 45 jours/an	9 970 000 \$	24 ¢/m ³

L'utilisation du mazout en appoint (quelques jours par année), pourrait apporter d'importantes réductions tarifaires et devra être évaluée, mais cette option n'est pas incluse dans le présent rapport (les coûts des réservoirs et autres sont exclus).

CHAUDIÈRES À CONDENSATION

La majeure partie de l'énergie de chauffage est prévue d'être produite avec des chaudières à condensation au gaz naturel. Il s'agit du type de chaudières à combustible les plus efficaces (90 à 99% d'efficacité).

Leur efficacité n'est limitée que par la température de retour du réseau de chauffage, et est donc maximale en mi-saison. En période hivernale, le différentiel de température d'opération du réseau doit être le plus grand possible, afin d'en maximiser l'efficacité. Un grand différentiel de température est aussi un avantage au niveau des coûts de construction, car il permet un débit d'eau de chauffage inférieur, et donc une tuyauterie de plus petite dimension.

Dans le cas des options de tuyauterie de distribution d'eau tempérée (Section 7, options A, B et C), la proportion de chaudières à condensation est plus élevée car elles peuvent opérer à leur efficacité maximale même en période hivernale.

CHAUDIÈRES EAU CHAUDE CONVENTIONNELLES

Les chaudières à eau conventionnelles ont une efficacité maximale de 85%, mais permettent d'avoir des équipements de plus grande capacité, ce qui réduit l'empreinte physique dans la centrale. De plus, ces équipements sont moins dispendieux que les chaudières à condensation, ce qui en fait le meilleur choix pour la pointe hivernale. Ainsi, elles ont peu d'heures d'opération, donc l'impact de l'efficacité est moins grand sur leur opération. De plus, ce type de chaudière peut facilement opérer au gaz naturel ou au mazout.

POMPES

Les pompes principales du réseau de distribution sont munies d'entraînements à fréquence variable. Cela permet de diminuer la consommation électrique pour le pompage, mais surtout facilite le balancement hydraulique du réseau de tuyauterie par l'utilisation de soupapes motorisées 2-voies chez chaque client. Cela a pour impact de permettre l'ajout de nouveaux clients sur le réseau, à mesure de la réalisation des projets de développement, sans risquer de débalancer le réseau. Les pompes à débit variable ajustent automatiquement le débit requis en fonction des besoins. De 2 à 4 pompes en parallèle sur chaque réseau sont prévues, afin d'avoir une bonne modulation et une pompe supplémentaire en relève pour l'entretien.

ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

L'alimentation électrique de la centrale est prévue à 25 000 V par le réseau d'HYDRO-QUÉBEC. Des transformateurs sont prévus dans la salle électrique principale de la centrale, de manière à produire des tensions de 4160 V (pour les gros équipements) et 600 V (pour les équipements standards). La charge est prévue d'être répartie sur 2 transformateurs pour chaque tension, afin d'avoir un certain niveau de redondance.

Un système de refroidissement indépendant et un système de ventilation dédié sont prévus pour la salle électrique, afin de compenser le dégagement de chaleur des équipements et de déshumidifier l'air, pour maintenir une température adéquate et ainsi préserver le matériel électrique.

Des génératrices sont à prévoir pour assurer un minimum d'opération de la centrale en cas de panne de courant (pompes et ventilateurs des chaudières au gaz naturel, système de protection d'urgence, contrôles). Cependant, ces génératrices ne sont pas incluses dans la présente étude, puisque le niveau de redondance n'est pas connu actuellement. Les coûts et l'emplacement des génératrices devront être analysés dans une étude subséquente.

B. SOURCES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

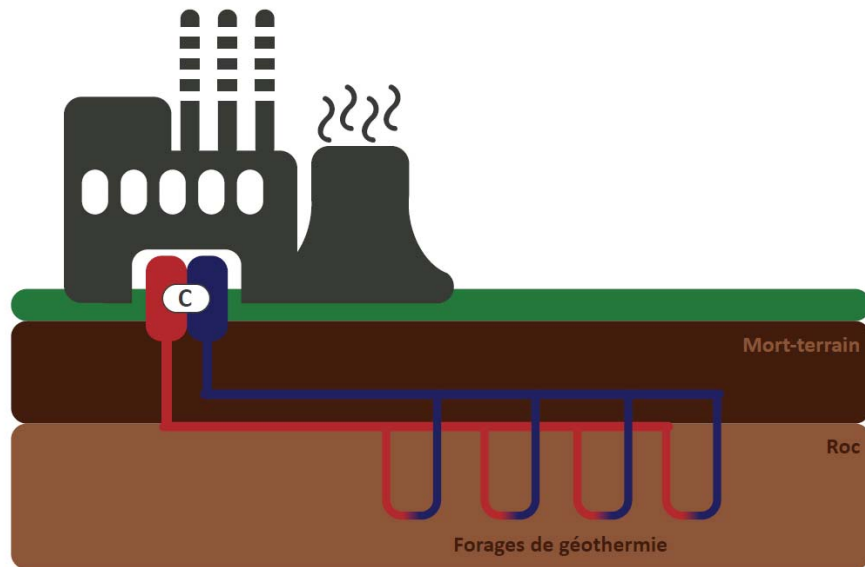
ÉLECTRICITÉ (CHAUDIÈRES ÉLECTRIQUES)

Des chaudières électriques en appoint aux chaudières au gaz naturel sont prévues à la centrale. Ces chaudières ne sont pas dimensionnées pour fournir la totalité du chauffage, mais plutôt prévues pour être contrôlées de manière à opérer seulement en dehors de la pointe électrique. Cela permet d'utiliser l'énergie électrique propre disponible au Québec dans les périodes où HYDRO-QUÉBEC dispose de surplus d'énergie (en dehors de la pointe hivernale), tout en profitant des tarifs d'énergie avantageux (le coût de l'électricité est très faible lorsqu'il n'y a pas de pointe électrique supplémentaire à payer). Un espace supplémentaire est prévu à la centrale dans le cas où les tarifs d'énergie dans le futur rendraient avantageuse une utilisation plus grande de l'électricité.

GÉOTHERMIE

Dans l'optique d'utiliser des sources d'énergie renouvelables, la géothermie peut être envisagée. Cela demande un investissement important pour le forage des puits géothermie, mais ces puits ont une durée de vie d'au moins 50 ans et peuvent donc représenter un intérêt dans une optique à long terme.

De plus, la demande de refroidissement étant élevée en été, cela permet de réinjecter une grande quantité de chaleur dans le sol, ce qui maintient la performance maximale du champ géothermique, sans perte de capacité avec les années.



Procédé de géothermie

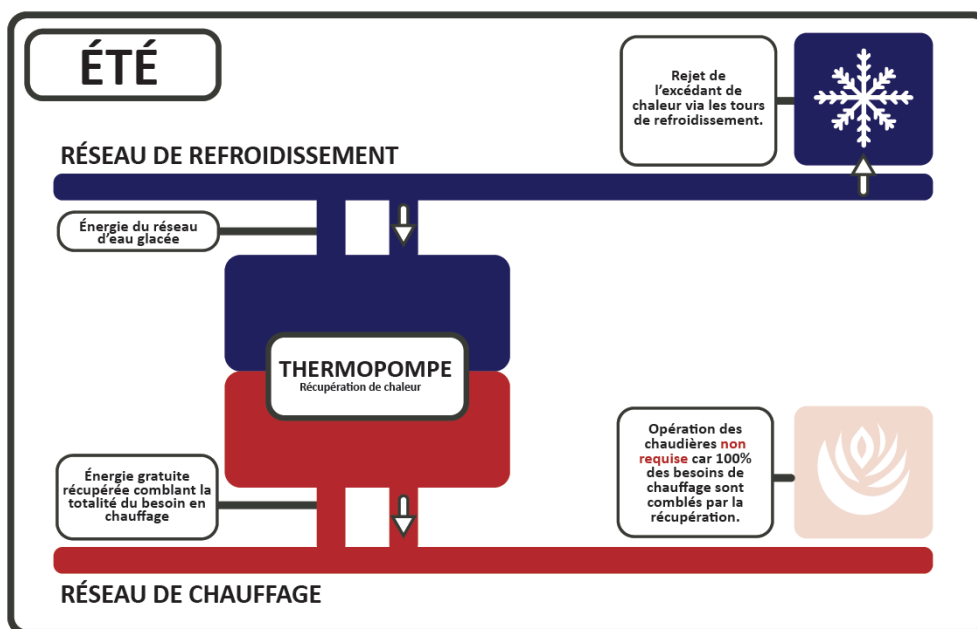
Par contre, il faut considérer que l'espace de terrain requis pour le champ de puits géothermique est vaste. À titre d'exemple, un champ géothermique de 200 puits permettrait de fournir 6 100 millions Btu (1 800 000 kWh), soit environ 2% du besoin thermique annuel du SUCC (secteur ancien hippodrome), et demanderait une surface de 50 000 pi² (0.5 ha). Les puits peuvent être sous le pavage d'un stationnement ou sous un espace vert, si prévus avant l'aménagement de ces espaces. Une étude plus détaillée devra être faite si cette option est envisagée, notamment avec une analyse de conductivité du sol.

Un autre avantage de la géothermie comme source d'énergie renouvelable est qu'il est possible de s'associer à une firme spécialisée pour l'implantation des puits et du système de géothermie. Certaines firmes œuvrant dans ce domaine offrent d'apporter le financement pour les forages et l'installation des thermopompes, et sont ensuite responsables de leur opération, en vendant l'énergie produite par la géothermie aux bâtiments (dans leur modèle d'affaire habituel), ou à l'opérateur du SUCC dans le cas du présent projet. Ainsi, aucun investissement supplémentaire n'est requis pour l'ajout de géothermie au profil énergétique du SUCC, et l'énergie produite est à un coût concurrentiel aux autres sources. Dans le cadre de la présente étude, la firme Marmott Énergie [8], opérant ce type de projet de géothermie, a été consulté et a montré de l'intérêt pour offrir sa participation à l'implantation de la portion géothermie du SUCC. Une étude plus détaillée sera cependant nécessaire afin de préciser le potentiel de ce type de partenariat.

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

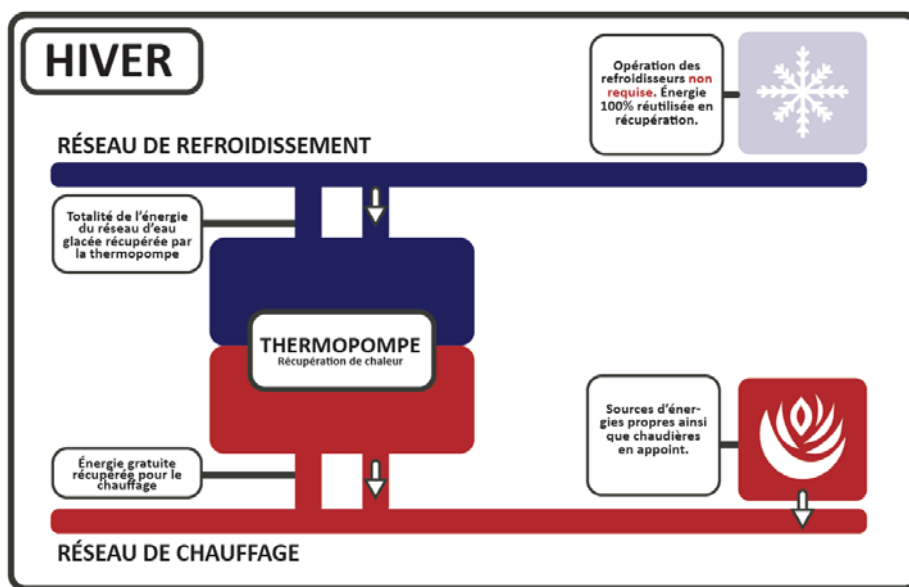
Un des avantages majeurs d'un SUCC au niveau de l'efficacité énergétique est qu'en période de mi-saison, certains bâtiments ont un besoin de refroidissement alors que d'autres bâtiments ont un besoin de chauffage. Cela permet, par l'utilisation d'une thermopompe eau-eau, de fournir du refroidissement à un client et d'utiliser le rejet de chaleur pour fournir de l'eau de chauffage à un autre client, sans avoir de consommation énergétique supplémentaire. Les options de réseau de distribution à un tuyau (Section 7, options A, B et C) effectuent ce transfert avec les thermopompes installées chez les clients. Pour l'option à 4 tuyaux (Section 7, option D), une thermopompe centrale serait installée en parallèle avec les refroidisseurs.

L'avantage majeur de la récupération de chaleur dans un SUCC est qu'en mi-saison et en été, les besoins de refroidissement amènent un dégagement important de chaleur, dont une partie peut être récupérée afin de répondre à la totalité des besoins de chauffage pendant cette période, pour l'eau chaude domestique ou encore pour les bâtiments ayant un grand besoin d'air frais, comme le montre le schéma suivant :



Récupération de chaleur – mi-saison et été

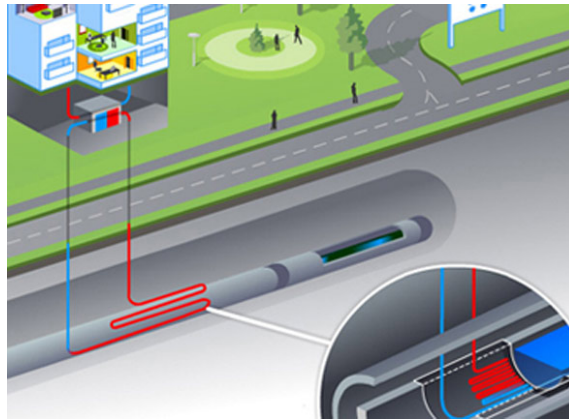
En hiver, le système de récupération de chaleur continue d'opérer efficacement, en utilisant la totalité du dégagement de chaleur des bâtiments ayant un besoin de refroidissement à l'année (zones internes, réfrigération), et en injectant ce rejet de chaleur dans le réseau du SUCC pour être utilisée pour le chauffage des autres bâtiments.



Récupération de chaleur en hiver (arrêt des tours d'eau)

RÉCUPÉRATION DE CHALEUR DES ÉGOUTS

L'aménagement complet des services municipaux du secteur de l'ancien hippodrome présente une opportunité d'installer un système de récupération de chaleur sur les réseaux d'égouts. En effet, l'eau des égouts municipaux contient de la chaleur même en hiver, ce qui présente un potentiel de récupération d'énergie. Pour ce faire, l'eau des égouts est pompée, filtrée puis passe par une série d'échangeurs de chaleur et une thermopompe, afin d'en extraire gratuitement la chaleur pour chauffer le réseau du SUCC. L'eau usée et les résidus filtrés sont ensuite retournés dans le réseau d'égout vers l'usine de traitement. Ces équipements seraient installés près du réseau principal d'égout et une tuyauterie d'eau de chauffage permettrait d'acheminer l'énergie récupérée jusqu'à la centrale du SUCC.



Exemple de système de récupération de chaleur des égouts (SUCC de Lyon, France)

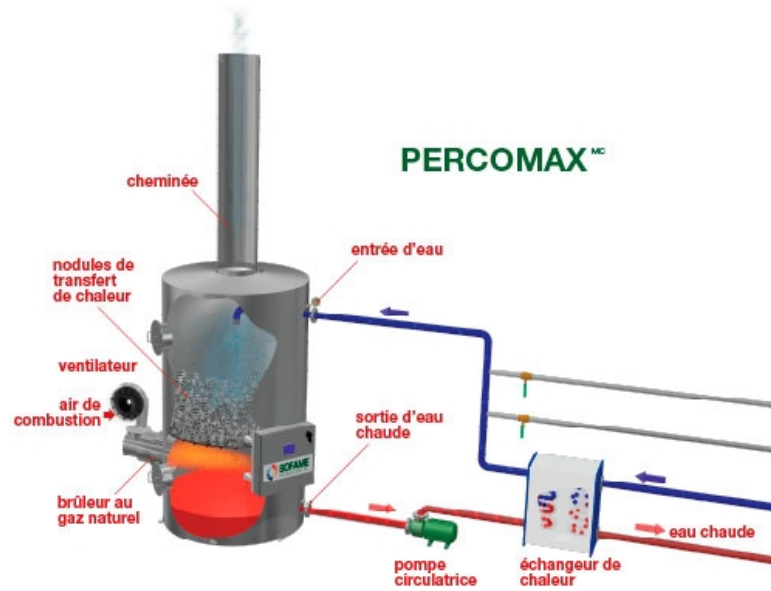
Ce type de récupération de chaleur des égouts a déjà été implanté avec succès dans plusieurs SUCC existants, donc celui d'Oslo en Norvège et celui de Vancouver, ce dernier récupérant jusqu'à 3 200 kW de chaleur par les égouts. À Montréal, plusieurs compagnies offrent des produits dédiés à la récupération de chaleur des égouts (voir liens utiles dans la bibliographie, sous-section Sources d'énergie écologique).

AÉROTHERMIE

Une autre option est l'aérothermie, qui consiste à utiliser l'air extérieur, en mi-saison et en hiver, pour en extraire la chaleur, afin de combler une partie de l'énergie de chauffage. Hormis lors de froids extrêmes, l'air extérieur contient, même en hiver, une quantité de chaleur utilisable par l'intermédiaire d'une thermopompe air-eau. Les appareils d'aérothermie peuvent être installés au toit de la centrale.

RÉCUPÉRATION DE L'ÉNERGIE DES FUMÉES DES CHAUDIÈRES

Les fumées de combustion des chaudières sortent à des températures élevées (60 à 100°C pour des chaudières conventionnelles, 40 à 60°C pour des chaudières à condensation), et s'échappent par les cheminées. En période hivernale, cette chaleur perdue peut être récupérée et réinjectée dans le réseau de chauffage par l'ajout de récupérateurs de cheminée. Ce procédé est souvent utilisé dans l'industrie et dans les grandes installations, et est fortement recommandé pour un SUCC, sur les chaudières opérant le plus grand nombre d'heures par année.



Récupérateur de chaleur des cheminées des chaudières

Le coût des équipements de récupération est rentabilisé rapidement par l'énergie gratuite récupérée dans les fumées. Un aspect intéressant de cette forme de récupération est que plus le besoin de chauffage est grand, plus la quantité d'énergie à récupérer est élevée, car elle est proportionnelle à l'opération des chaudières.

Selon l'option de réseau choisi, il est possible de faire circuler le retour du réseau de chauffage dans le récupérateur (pour les options de réseau à basse température; Sections 7.A, B et C), ou d'utiliser une thermopompe pour maximiser la quantité d'énergie récupérée (option à 4 tuyaux; Section 7.D).

CHAUFFAGE SOLAIRE THERMIQUE

En raison du faible coût de l'électricité au Québec, des panneaux solaires photovoltaïques ne sont pas intéressants lorsque le réseau électrique est disponible. Cependant, des panneaux solaires visant à récupérer uniquement le rayonnement solaire sous forme de chaleur demandent des installations beaucoup plus simples et à plus faible coût.

Le système le plus fréquemment utilisé dans ce genre d'installation est un panneau réfléchissant incurvé en demi-cylindre, qui concentre les rayons solaires sur un tuyau d'eau chaude, ce qui permet d'obtenir des températures utiles en chauffage même en période hivernale.

Il s'agit d'une forme d'énergie totalement renouvelable et avec une rentabilité réaliste, mais comme la surface nécessaire pour les panneaux est grande, seule une petite portion de l'énergie de chauffage peut être produite de cette façon.



Panneau à chauffage solaire réfléchissant (crédit photo SEIA.org)

C. SOMMAIRE DES ÉQUIPEMENTS DE LA CENTRALE

Le tableau suivant donne un aperçu des équipements nécessaires pour la zone de l'ancien hippodrome. Les capacités et la répartition des équipements (en une ou plusieurs centrales) sont à titre indicatif, car elles varient selon l'option implantée (voir Section 7 pour les différentes options du SUCC). Par exemple, l'option à centrales multiples (Section 7.C) ne nécessite aucun refroidisseur à la centrale, mais les capacités des tours d'eau sont plus élevées.

Équipement	Capacité unitaire	Puissance électrique par unité	Quantité (secteur ancien hippodrome)
Refroidisseurs	2300 tonnes	1600 kW	4
Chaudières à condensation	12 000 000 Btu/h	15 kW (Gaz : 330m ³ /h)	5
Chaudières conventionnelles	24 000 000 Btu/h	20 kW (Gaz : 650m ³ /h)	4
Chaudières électriques	11 500 000 Btu/h	3360kW	2
Tours d'eau	15 000 000 Btu/h	60 kW	8
Thermopompes	1000 tonnes	1300 kW	1-2
Pompes réseaux	3000-10000 gpm	150-250kW	12
Pompes	500-1500 gpm	10-40kW	15
Ventilateur de la centrale	20 000 cfm (été) 80 000 cfm (hiver)	150kW	1

L'annexe 4 détaille la liste des charges électriques estimées pour la centrale, selon les différentes tensions d'alimentation et la concordance selon les saisons.

D. DIMENSIONS DE LA CENTRALE

L'annexe 1 montre un exemple d'aménagement pour la centrale, avec les différentes phases d'expansion pour chaque secteur. Il tient compte du nombre d'équipements requis pour atteindre la capacité estimée de chaque secteur. Pour les équipements de chauffage, une chaudière supplémentaire est prévue en relève, en cas de panne ou de travaux d'entretien. Pour les refroidisseurs, il n'y a pas d'équipements de relève, mais le nombre d'équipements fait en sorte de garantir 66% de la charge, même en cas de bris majeur. Les réseaux des différentes expansions peuvent être mis en commun pour agir en relève l'un de l'autre. Les pompes principales sont toujours prévues avec un équipement supplémentaire en relève (N+1). L'espace est aussi prévu pour l'installation de chaudières électriques et de thermopompes.

Les tours de refroidissement pour le rejet de chaleur des refroidisseurs sont situées à l'extérieur, au niveau du sol. Les cheminées sont prévues pour dépasser de 2 mètres au-dessus du toit de la centrale (plafond de 10 mètres).

La salle électrique principale est prévue pour contenir l'entrée électrique d'HYDRO-QUÉBEC (sectionneurs 25 000 V), les transformateurs visant à produire les tensions de 4160 V et 600 V pour alimenter les équipements, ainsi que les panneaux et armoires de distribution électrique. Les entraînements à fréquence variable sur les pompes sont prévus être installés.

La salle électrique est prévue pour avoir l'espace pour les équipements du secteur de l'ancien hippodrome et l'expansion d'un 2^e secteur. Si des expansions supplémentaires sont implantées, une modification de l'entrée électrique et une salle électrique seront requises.

Les surfaces de plancher requises pour chaque secteur sont présentées dans le tableau suivant. Elles incluent l'espace pour les équipements principaux (refroidisseurs et chaudières), pour les pompes et les réservoirs, en tenant compte des dégagements requis autour des équipements pour en faire l'entretien.

Secteur	Dimensions (mécanique [électrique])	Surface	Surface totale cumulée
Bureaux, administration et salle des opérateurs	À déterminer	300 m ²	300 m ²
Ancien hippodrome	67 m x 25 m [14 m x 18 m]	2000 m ²	2300 m ²
Front Ouest	43 m x 20 m [10 m x 18m]	1100 m ²	3400 m ²
Front Est	43 m x 20 m [10 m x 18m]	1100 m ²	4500 m ²
Triangle	53 m x 18 m [14 m x 18m]	1200 m ²	5700 m ²
Cité scientifique	19 m x 7m	140 m ²	5840 m ²
Secteur industriel de Mont-Royal	19 m x 16 m [3 m x 3m]	310 m ²	6150 m ²
Secteur industriel de Saint-Laurent	63 m x 34 m [25 m x 18m]	3500 m ² (indépendante)	9650 m ²

E. LOCALISATION DE LA CENTRALE

Plusieurs facteurs doivent être considérés pour l'emplacement de la centrale ou des centrales satellites. Cette section présente certains de ces facteurs et leur impact relatif.

A. PROXIMITÉ DES CHARGES DE CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION

D'un point de vue purement technique, la localisation idéale de la centrale est au centre de tous les bâtiments à raccorder. Cependant, comme il est souvent difficile de localiser la centrale à cet endroit, elle est souvent positionnée en périphérie, du côté où les plus gros consommateurs d'énergie se trouvent. Pour le secteur de l'ancien hippodrome, la localisation optimale pour cet aspect est donc soit au centre du secteur ou dans le coin nord-est en prévision du raccord sur d'autres secteurs.

Impact : Cet aspect de la localisation a un impact sur les coûts de la tuyauterie de distribution du SUCC (qui est de plus petit diamètre lorsque le bâtiment de la centrale est très près des besoins énergétiques).

B. GESTION DES FUMÉES DE COMBUSTION

En fonction de la direction des vents dominants, il est important de positionner la centrale à une certaine distance (de l'ordre de 100m) des immeubles très élevés (plus de 10 étages), pour assurer une dispersion adéquate des fumées et une qualité d'air acceptable. Comme les vents dominants sont d'ouest, la localisation optimale pour cet aspect est à l'extrême est de la zone.

Impact : Cet aspect de la localisation a un impact sur la qualité d'air (émissions de vapeur d'eau et CO₂) des zones entourant la centrale.

C. PROXIMITÉ DES SOURCES D'ÉNERGIE

Compte tenu de la grande consommation d'énergie de la centrale (électricité et gaz naturel), il faut considérer la localisation des infrastructures existantes. Une ligne d'Hydro-Québec moyenne tension (correspondant à l'alimentation requise de la centrale) est localisée au nord du site de l'ancien hippodrome. Une conduite de gaz naturel y est aussi présente (rue Paré) et pourrait satisfaire les besoins du site de l'ancien hippodrome. La conduite principale de gaz naturel de l'ensemble du secteur est localisée le long de l'autoroute Décarie, qui serait le point de raccordement dans le cas d'un SUCC qui regrouperait les abords Est et Ouest et le secteur industriel St-Laurent.

Impact : Cet aspect de la localisation a un impact sur les coûts de raccordement aux réseaux d'Hydro-Québec et de Gaz Métro.

D. INTÉGRATION ARCHITECTURALE

La réglementation d'urbanisme du secteur doit être prise en compte dans la localisation de la centrale, afin d'en assurer son intégration dans le paysage urbain. L'apparence du bâtiment peut être adaptée, mais il doit avant tout être localisé dans un secteur où un bâtiment de cette taille peut s'intégrer. La Ville de Vancouver a abordé cet aspect en transformant les cheminées de la centrale en une œuvre lumineuse.



Intégration architecturale de la centrale du SUCC de Vancouver

Impact : Cet aspect de la localisation a un impact sur la planification de l'urbanisme du secteur.

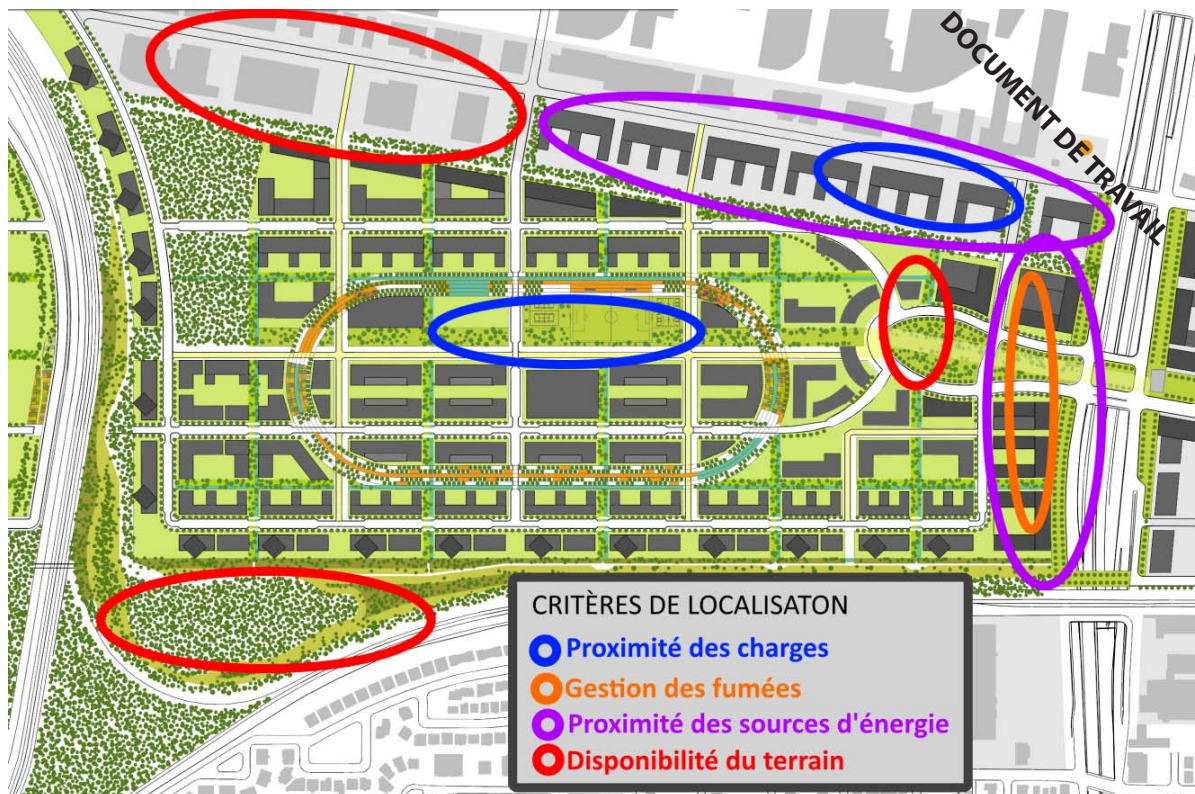
E. DISPONIBILITÉ DU TERRAIN

Les dimensions de la centrale sont relativement imposantes et l'aspect visuel de la localisation est à considérer, afin d'intégrer l'architecture de la centrale au paysage urbain. De plus, certaines sources d'énergie renouvelable comme la géothermie et l'énergie solaire requièrent de grandes surfaces de terrain (proximité d'un parc ou d'un stationnement). Le secteur de Ville Mont-Royal et certains terrains inutilisés du site de l'ancien hippodrome présentent un potentiel pour cet aspect de localisation

Impact : Cet aspect de la localisation a un impact sur la qualité de vie du quartier, mais peut engendrer certains surcoûts de construction.

SOMMAIRE DE LOCALISATION DE LA CENTRALE

Voici les zones de localisation de la centrale à privilégier selon les différents critères :



N.B : Le plan d'aménagement utilisé dans la présente étude correspond à un document de travail préliminaire réalisé par la Ville en 2010 dans le cadre d'un atelier de design urbain.

F. CRITÈRES POUR LE RACCORD DE BÂTIMENTS EXISTANTS

De façon générale, les SUCC sont prévus pour desservir des bâtiments neufs car ceux-ci sont alors conçus pour se raccorder au réseau mis à leur disposition par le SUCC. Pour les bâtiments existants, certains critères doivent être évalués afin de vérifier la compatibilité avec le SUCC.

TYPES DE RÉSEAUX

RÉSEAUX DE VAPEUR

Afin de maximiser l'efficacité de la production d'énergie, il est préférable que le SUCC produise de l'eau chaude plutôt que de la vapeur. Les besoins de vapeur des bâtiments doivent continuer à être produits localement dans chaque bâtiment.

Cependant, certains systèmes produisent de la vapeur pour la distribution de la chaleur dans le bâtiment, puis ont des échangeurs vapeur-eau et des réseaux d'eau indépendants pour le chauffage dans les différentes zones. Dans ce cas, il est possible de centraliser tous ces réseaux de chauffage en implantant un réseau d'eau de chauffage commun à tout le bâtiment, qui pourrait alors être raccordé facilement sur le SUCC.

Cette conversion peut faire l'objet d'un projet rentable pour le client, car elle augmente grandement l'efficacité du chauffage et génère donc des économies monétaires sur la facture d'énergie du client. Il est aussi possible pour le client de conserver ses équipements de production de vapeur locaux pour les besoins de procédé industriel ou d'humidification de l'air de ventilation, et convertir les besoins de chauffage à l'eau chaude pour être alimentés par le SUCC.

RÉSEAUX D'EAU DE CHAUFFAGE

Les clients qui ont déjà des réseaux d'eau de chauffage centralisés sont très avantagés pour un raccord sur le SUCC, dont le réseau de distribution utilise aussi l'eau comme caloporteur pour transporter l'énergie entre la centrale et les bâtiments. Certaines modifications mineures sont à apporter aux réseaux existants, mais le raccord est facile à réaliser. Les réseaux d'eau à débit variable sont aussi plus faciles à raccorder efficacement au SUCC.

De plus, les propriétaires des bâtiments existants ont alors la possibilité de conserver leurs équipements existants en appoint (pour diminuer leur pointe de demande) ou encore, notamment si les équipements sont en fin de vie, les éliminer complètement et utiliser le réseau du SUCC pour satisfaire l'ensemble de leurs besoins.

RÉSEAUX D'EAU GLACÉE

Dans l'option à 4 tuyaux (Section 7.D), l'eau glacée peut être fournie directement aux bâtiments, et les refroidisseurs existants peuvent donc être éliminés. Dans le cadre des options à 1 tuyau (Sections 7.A, B et C), les refroidisseurs existants sont conservés et dégagent leur rejet de chaleur dans le réseau du SUCC, ce qui permet d'éliminer les tours d'eau dans le bâtiment (qui est l'équipement qui demande le plus d'entretien).

REFROIDISSEMENT PAR EXPANSION DIRECTE

Certains immeubles utilisent de la tuyauterie de réfrigérant pour assurer le refroidissement en été, tel que les systèmes de réfrigérant à débit variable et les unités au toit (*rooftop units*). Dans ce type de réseaux, il est nécessaire d'ajouter de la tuyauterie jusqu'à chaque équipement de refroidissement pour un éventuel raccord sur le SUCC. Cela rend le raccord au SUCC relativement complexe.

RÉSEAUX D'EAU GLYCOLÉE

Autant en chauffage qu'en climatisation, les réseaux existants opérant avec un mélange d'eau glycolée (pour éviter le risque le gel), sont autant compatibles avec le SUCC que les réseaux d'eau, car dans tous les cas, un échangeur de chaleur doit être installé, de telle manière que les fluides du SUCC et des réseaux du bâtiment ne sont jamais en contact.

TEMPÉRATURES DES RÉSEAUX

EAU DE CHAUFFAGE (TEMPÉRATURE 60-80°C)

Les réseaux d'eau chaude plus anciens demandent souvent une température d'alimentation de 80°C. Comme des températures élevées limitent l'efficacité du SUCC, il est généralement préférable de modifier le réseau de chauffage du bâtiment existant pour opérer à plus basse température. Le réseau de chauffage du bâtiment peut généralement être conservé, mais les corps de chauffe (cabinets de chauffage, serpentins de ventilation, etc.) doivent être remplacés de manière à opérer à plus basse température (entre 40°C et 60°C). Il n'est cependant pas exclu de raccorder un bâtiment opérant à plus haute température, si les besoins énergétiques sont très élevés pour le justifier, car le SUCC est en mesure de fournir de l'eau jusqu'à 85°C au besoin.

EAU DE CHAUFFAGE (TEMPÉRATURE 40-60°C)

Au niveau du chauffage, les bâtiments existants possédant déjà un réseau d'eau à basse température, soit une température d'alimentation inférieure à 60°C en hiver, peuvent être raccordés directement sur le SUCC. Cette température d'alimentation correspond généralement aux installations existantes utilisant des chaudières à condensation, ou des bâtiments résidentiels utilisant une chaudière électrique centrale. Les réseaux d'eau à basse température ont l'avantage de permettre l'utilisation de thermopompes.

RESEAU D'EAU TEMPEREE (15-30°C)

Certains bâtiments récents utilisent un réseau unique servant au chauffage en période hivernale et au refroidissement en période estivale. Ce type de réseau utilise des thermopompes permettant de satisfaire les besoins en toute saison. Il s'agit donc du type de réseau qui est l'idéal pour un raccord sur le SUCC, avec un minimum d'investissement (seulement l'excavation pour le raccord sur le réseau).

RESEAU D'EAU GLACEE (5-15°C)

Les réseaux d'eau glacée opèrent généralement à des températures standards, variant de quelques degrés seulement d'un système à l'autre, et sont donc généralement à une température adéquate pour le raccord sur le SUCC.

REPLACEMENT DES ÉQUIPEMENTS EXISTANTS

L'un des intérêts principaux du raccord d'un bâtiment existant sur le SUCC est lorsque les équipements mécaniques (chaudières, refroidisseurs, tours d'eau) existants sont en fin de vie.

Le raccord sur le réseau du SUCC permet alors d'économiser le coût de remplacement par des nouveaux équipements, et constitue donc une excellente opportunité pour les propriétaires des bâtiments de simplifier leur opération et profiter de meilleurs tarifs d'énergie via le SUCC.

SOMMAIRE

Voici les critères généraux qui, sans y être exclusifs, favorisent grandement le potentiel de raccordement d'un bâtiment existant au réseau du SUCC :

- + Réseaux de chauffage à l'eau existant (basse température < 60°C)
- + Refroidissement effectué par un refroidisseur (eau glacée)
- + Bâtiments ayant des besoins énergétiques importants
- + Proximité du nouveau réseau du SUCC
- + Plusieurs bâtiments dans la même zone voulant être raccordés
- + Équipements mécaniques en fin de vie
- + Besoin énergétique hors-saison pour du procédé (refroidissement en hiver ou chaleur en été)

En contrepartie, voici les systèmes existants qui sont moins compatibles avec le SUCC :

- Plinthes électriques
- Serpentins de chauffage à vapeur
- Refroidissement par unités à expansion directe
- Systèmes de refroidissement refroidis à l'air
- Unités de ventilation autonomes au toit

9. COÛTS DES OPTIONS

A.COÛTS D'IMPLANTATION

COÛT DU SUCC

Les coûts ont été estimés pour le secteur de l'ancien hippodrome, à titre de base d'évaluation. Les phases d'expansion possibles pour les autres secteurs nécessiteront des équipements semblables, et malgré une économie sur certains coûts accessoires, les coûts globaux des expansions dépendront principalement de la capacité requise (voir section 6 pour les capacités de chaque secteur).

Coût de construction – Secteur ancien hippodrome	A. Option à un seul tuyau non-isolé d'eau tempérée (centralisé)		B. Option à un tuyau isolé basse température (centralisé)		C. Option à un tuyau non-isolé d'eau tempérée (centrales multiples)		D. Option à quatre tuyaux - eau chaude et eau glacée distincts (centralisé)	
Centrale - Mécanique	43%	19 600 000 \$	41%	19 600 000 \$	41%	15 400 000 \$	44%	21 600 000 \$
Centrale - Électrique	17%	8 000 000 \$	17%	8 000 000 \$	17%	6 200 000 \$	17%	8 200 000 \$
Centrale – Structure, civil, architecture	5%	2 200 000 \$	5%	2 200 000 \$	6%	2 400 000 \$	4%	2 200 000 \$
Total coût centrale	65%	29 800 000 \$	63%	29 800 000 \$	64%	24 000 000 \$	65%	32 000 000 \$
Coûts équipements dans les bâtiments desservis pas le SUCC	27%	12 200 000 \$	26%	12 200 000 \$	26%	9 900 000 \$	5%	2 500 000 \$
Coûts réseau tuyauterie	9%	4 000 000 \$	11%	5 400 000 \$	9%	3 500 000 \$	30%	14 500 000 \$
Coût total SUCC	100%	46 000 000 \$	100%	47 400 000 \$	100%	37 400 000 \$	100%	49 000 000 \$

Les coûts de la centrale incluent les items suivants :

- Refroidisseurs totalisant 9500 tonnes de réfrigération;
- Chaudières au gaz et électriques totalisant 47 000 kW de puissance thermique (gaz + électrique);
- Tuyauterie à l'intérieur de la centrale, pompes et accessoires de plomberie;
- Mise en place et raccordement mécanique et électrique des équipements;
- Tours de refroidissement extérieures;
- Travaux de cheminée;

- Contrôles et régulation de la centrale;
- Transformateurs et panneaux de distribution électrique.

Les coûts chez les clients représentent, pour l'option « 4 tuyaux » (Section 7, option D), l'installation d'échangeurs de chaleur (un en chauffage et un en refroidissement). Pour les options « 1 tuyau » (Section 7, options A, B et C), ils représentent l'achat et l'installation de thermopompes par client (chauffage et refroidissement). Il est important de noter que ces coûts ne sont pas à la charge de l'opérateur de la centrale, mais font plutôt partie de la construction des bâtiments desservis. Ils sont mentionnés dans le tableau afin de montrer le coût global de chaque option, mais sont à exclure du budget d'implantation du SUCC.

Les coûts de tuyauterie pour le secteur de l'ancien hippodrome sont basés sur le document « Hypothèses d'aménagement – hippodrome » daté de septembre 2014, afin d'estimer la répartition des charges selon la disposition prévue des bâtiments (clients). Les coûts indiqués incluent la tuyauterie, l'isolation (si applicable) et la mise en place de la tuyauterie. Ils excluent cependant l'excavation et le remblai, lesquels sont à faire conjointement avec les travaux d'aqueduc et d'égouts.

COÛT DE RÉFÉRENCE – SYSTÈMES TRADITIONNELS

Afin d'obtenir un estimé des coûts comparatifs pour des systèmes traditionnels de chauffage et de refroidissement, les systèmes suivants ont été pris comme référence :

- Plinthes électriques (chauffage des bâtiments)
- Chaudières au gaz naturel (chauffage de la ventilation)
- Unités de climatisation murales (logements)
- Unités de ventilation climatisées au toit (bureaux)
- Refroidisseur central (grands bâtiments)

Type de système	Coût typique (équipement et installation)	Puissance prévue (ancien hippodrome)	Coût - Systèmes traditionnels
Plinthe électrique avec thermostat	800 \$/kW	26 900 kW	21 520 000 \$
Chaudière au gaz naturel	350 \$/kW	9 700 kW	3 395 000 \$
Total chauffage		36 600 kW	24 915 000 \$
Unités individuelles	1 400 \$/tonne	5 000 tonnes	7 000 000 \$
Unités au toit (<i>rooftop unit</i>)	900 \$/tonne	3 500 tonnes	3 150 000 \$
Refroidisseur central par bâtiment	2 300 \$/tonne	1 000 tonnes	2 300 000 \$
Total Refroidissement		9 500 tonnes	12 450 000 \$
Total sous-secteur ancien hippodrome - systèmes traditionnels			37 365 000 \$

Note : Ces coûts sont à titre indicatif pour fins de comparaison. Les coûts varient selon la taille des équipements et les charges desservies.

B. COÛTS D'ÉNERGIE

COÛTS D'ÉNERGIE ANNUELS

Les coûts d'énergie ont été évalués pour chacune des options pour le secteur de l'ancien hippodrome. Les consommations annuelles proviennent des besoins thermiques de l'ancien hippodrome (voir section 6) et des températures extérieures pour une année typique (degrés-jours de chauffage : 4390°Cj). Les équipements ayant la meilleure efficacité ont été priorisés dans le calcul. La consommation chez le client représente l'opération des thermopompes.

Coût annuel	A. Option à un seul tuyau non-isolé d'eau tempérée (centralisé)	B. Option à un tuyau isolé basse température (centralisé)	C. Option à un tuyau non-isolé d'eau tempérée (centrales multiples)	D. Option à quatre tuyaux - eau chaude et eau glacée distincts (centralisé)
Coût d'énergie - Chauffage	2 250 000 \$	2 250 000 \$	2 250 000 \$	2 620 000 \$
Coût d'énergie - Refroidissement	221 000 \$	221 000 \$		335 000 \$
Forces motrices	134 000 \$	134 000 \$	161 000 \$	207 000 \$
Total énergie centrale (\$/an)	2 605 000 \$	2 605 000 \$	2 411 000 \$	3 162 000 \$
Coûts d'énergie chez les clients (\$/an)	1 280 000 \$	1 280 000 \$	1 280 000 \$	100 000 \$
Coûts totaux annuels SUCC	3 885 000 \$	3 885 000 \$	3 691 000 \$	3 262 000 \$

COÛTS D'OPÉRATION ET D'ENTRETIEN

En plus des coûts d'énergie, la centrale du SUCC implique des coûts d'opération et d'entretien des équipements. Ces coûts dépendent en majeure partie du type et de la puissance des équipements installés. L'un des coûts importants est pour les mécaniciens de machine fixe (MMF). Ce personnel qualifié est requis par la loi au Québec (voir bibliographie [2]), et dépendant de la puissance totale des équipements installés dans la centrale. Dans le cas des options avec des refroidisseurs et toutes les chaudières dans une seule centrale, il est nécessaire d'avoir une présence de MMF 24h/24 dans la centrale.

Pour l'option à plusieurs centrales, qui ne requiert pas l'installation de refroidisseurs (des équipements ayant un impact majeur dans la détermination du nombre de MMF requis), la présence de MMF n'est requise qu'au minimum 1 heure par jour lors d'une inspection journalière de l'opération des équipements. Les coûts en sont donc drastiquement réduits, comme le montre le tableau suivant :

	A. Option à un seul tuyau non-isolé d'eau tempérée (centralisé)	B. Option à un tuyau isolé basse température (centralisé)	C. Option à un tuyau non-isolé d'eau tempérée (centrales multiples)	D. Option à quatre tuyaux - eau chaude et eau glacée distincts (centralisé)
Coût d'opération annuel				
Mécaniciens de machines fixes	613 000 \$		123 000 \$	613 000 \$
Personnel d'entretien	409 000 \$		204 500 \$	306 750 \$
Ventilation centrale thermique (apport d'air)	112 000 \$		134 000 \$	112 000 \$
Entretien annuel des équipements	223 000 \$		159 000 \$	279 000 \$
Total entretien centrale (\$/an)	1 357 000 \$		620 500 \$	1 310 750 \$

COÛTS D'ÉNERGIE UNITAIRES

Les coûts d'énergie annuels ont été répartis en rapport avec les consommations d'énergie annuelles prévues, ce qui permet d'obtenir le coût moyen de production d'énergie.

Coût de base	Production	Avec forces motrices	Avec opération et entretien
Options à 1 tuyau d'eau tempérée centralisé (A et B)			
Coût unitaire moyen eau chauffage	7.7 \$/GJ	7.8 \$/GJ	14.5 \$/GJ
Coût unitaire moyen eau glacée	2.7 \$/GJ	3.7 \$/GJ	10.4 \$/GJ
Option à 1 tuyau d'eau tempérée - Centrales multiples (C)			
Coût unitaire moyen eau tempérée (hiver)	7.7 \$/GJ	7.8 \$/GJ	14.5 \$/GJ
Coût unitaire moyen eau refroidie (été)	1.0 \$/GJ	1.1 \$/G	4.7 \$/G
Option à 4 tuyaux centralisés (D)			
Coût unitaire moyen eau chauffage	9.0 \$/GJ	9.2 \$/GJ	15.9 \$/GJ
Coût unitaire moyen eau glacée	4.1 \$/GJ	5.5 \$/GJ	12.2 \$/GJ

Note : À ces coûts doivent s'ajouter un montant pour l'amortissement de l'investissement du SUCC, les frais d'administration et la marge de profit visée. Ces coûts supplémentaires sont de l'ordre de 5 à 10 \$/GJ (considérant un amortissement simple sur 20 ans à 5% d'intérêt, sans mise de fond)

COMPARATIF DES COÛTS D'ÉNERGIE UNITAIRES – SYSTÈMES TRADITIONNELS

Au niveau des coûts unitaires, on peut comparer avec les coûts d'énergie du SUCC par rapport aux coûts par bâtiment, en utilisant des systèmes traditionnels de chauffage (plinthes électriques, chaudières au gaz naturel, systèmes indépendants dans chaque bâtiment). Le tableau suivant montre les coûts d'énergie pour différents tarifs disponibles au Québec (2015).

Coût comparatif d'énergie*	Tarif moyen	Coût unitaire payé
Électricité (Tarif D résidentiel)	0.0826 \$/kWh	25.5 \$/GJ
Électricité (Tarif G, FU 60%, 21MWh/mois)	0.0831 \$/kWh	25.5 \$/GJ
Électricité (Tarif M, FU 40%, <200MWh/mois)	0.0960 \$/kWh	29.7 \$/GJ
Électricité (Tarif M, FU 80%, 400MWh/mois)	0.0656 \$/kWh	20.3 \$/GJ
Gaz naturel (efficacité 85%)	0.50 \$/m ³	17.3 \$/GJ

* Énergie seulement, sans entretien ni coûts de capital

FU : Facteur d'Utilisation – Rapport entre la puissance moyenne mensuelle et la puissance maximale

Même en ajoutant les coûts d'amortissement des équipements de la centrale (5 à 10 \$/GJ), les coûts d'énergie du SUCC demeurent avantageux (~20\$/GJ au total), car ils profitent de tarifs d'énergie à gros volume, d'efficacité supplémentaire de production d'énergie et incluent, de plus, tous les frais d'entretien et d'opération des équipements (qui ne sont pas représentés dans les coûts de références du tableau ci-dessus).

10. HYPOTHÈSES DE GOUVERNANCE

PROPRIÉTÉ MUNICIPALE

Une première option est que la centrale appartienne, en tout ou en partie, à la Ville de Montréal ou à l'agglomération de Montréal (municipalités et arrondissements concernés: Ville Mont-Royal, Côtes-des-Neiges – Notre-Dame de Grâce, Saint-Laurent). Cela permettrait de stimuler le développement des secteurs, en offrant une solution unique aux projets résidentiels, commerciaux et industriels à venir dans le secteur Namur-De la Savane.

C'est le modèle utilisé par la Ville de Vancouver qui possède et opère le SUCC autour du Village Olympique, qui a commencé ses opérations en 2010. C'est aussi le cas d'un grand nombre de SUCC en Europe. Un avantage important d'un SUCC opéré par une municipalité est qu'il n'est pas soumis aux règles des fournisseurs privés d'énergie, et dispose donc d'une plus grande flexibilité pour établir le meilleur cadre financier pour la distribution de l'énergie aux clients.

Les systèmes de taxes européens sont cependant différents et offrent généralement plus de responsabilités, et conséquemment plus de budget d'opération, aux municipalités, par l'absence d'équivalent de gouvernement provincial dans plusieurs pays d'Europe. De plus, les municipalités canadiennes n'ont pas nécessairement, au départ, les structures nécessaires pour opérer un SUCC. Celles qui décident d'en prendre la responsabilité des opérations recrutent donc une équipe de gens expérimentés autant dans l'opération de grandes centrales (industries et grands bâtiments), que dans la gestion des services de fournitures d'énergie.

Le cadre financier de l'opération de la centrale devra alors permettre, sur une période déterminée, le remboursement du capital investi pour l'implantation du SUCC, ainsi que les frais de financement de l'investissement de départ.

La centrale peut ensuite être conservée par les municipalités ou être transférée à une autre instance, après un certain nombre d'années d'opération.

PARTENARIATS

FILIALES PRIVÉES

L'autre manière d'opérer est que la propriété et l'opération de la centrale soient du ressort de sociétés privées. En général, il s'agit de fournisseurs d'énergie ou de firmes canadiennes ou internationales déjà impliquées dans l'opération de d'autres réseaux de chauffage urbain. Le SUCC est alors soumis à la réglementation provinciale sur la production et la fourniture d'énergie. Il est dans ce cas important de cibler des entreprises ayant un volume d'affaires suffisamment grand pour assurer une stabilité d'opération et minimiser les risques financiers. L'opération du SUCC par une entreprise privée doit cependant faire l'objet d'une entente avec les instances municipales pour l'implantation du réseau de tuyauterie au niveau de l'empiètement souterrain et la coordination avec les autres services. Voici quelques exemples, à titre indicatif seulement :

- **GAZ MÉTRO** : Distributeur de gaz naturel au Québec, GAZ MÉTRO offre, via sa filiale DATECH, de l'expertise technique pour les différentes étapes d'étude et de réalisation de grandes centrales de chauffage. Elle a aussi fourni les estimés budgétaires du coût et de la disponibilité du gaz naturel pour les différents volumes évalués dans le cadre de la présente étude. Lors des discussions préliminaires, GAZ MÉTRO a fait part d'un certain intérêt pour un éventuel partenariat pour le SUCC du secteur ancien hippodrome, mais une rencontre serait nécessaire pour obtenir plus de précisions à ce sujet.
- **DALKIA CANADA** : Il s'agit d'une filiale de la firme VEOLIA, une entreprise internationale basée en France et spécialisée en environnement et en énergie renouvelables. DALKIA est actionnaire à 50% de la CCUM, un réseau de chauffage urbain opérant depuis plus de 60 ans dans le centre-ville de Montréal.
- **CORIX** : Basée à Vancouver, il s'agit d'une firme spécialisée en solution de traitement d'eau et en énergie. Elle opère déjà plusieurs SUCC, notamment aux États-Unis. Ses créneaux énergétiques sont le chauffage urbain, la géothermie et les systèmes de production à sources d'énergie multiples.

- COFELY : Filiale de ENGIE (anciennement Gaz de France et Suez), qui est un acteur mondial dans le domaine de l'énergie et un fournisseur d'énergie électrique, de gaz naturel et d'énergies renouvelables. COFELY œuvre dans la gestion de l'énergie des bâtiments en fournissant des services techniques et des services de planification des installations. Il opère 180 réseaux de chauffage urbain en Europe, favorisant l'intégration d'énergies renouvelables dans les systèmes. Au Canada, COFELY est impliquée dans la gestion énergétique de plusieurs gros immeubles comme la place Ville-Marie et l'Aéroport de Montréal (P-E-T).

Cependant, comme le retour sur investissement d'un SUCC est long en raison des capitaux importants nécessaires à l'implantation, les filiales privées sont généralement intéressées lorsque des instances gouvernementales ou municipales subventionnent une partie de l'investissement de départ.

COPROPRIÉTÉ AVEC LES CLIENTS

Il est possible d'offrir aux clients, sans les y engager, de payer une partie des équipements de la centrale en fonction de la pointe consommée, généralement à une meilleure valeur que s'ils devaient installer des équipements dans leurs immeubles en profitant d'une économie d'échelle. En contrepartie, le client accède à un tarif d'énergie avantageux, incluant seulement les coûts de combustible/électricité et les coûts d'opération et d'entretien, sans l'amortissement de capital.

Cela permet au client d'avoir un cadre financier similaire à un système traditionnel (investissement de départ pour l'achat d'équipements), tout en bénéficiant des tarifs d'énergie à gros volume de consommation du SUCC.

GOUVERNEMENT

Les différents paliers de gouvernement ou les sociétés d'état peuvent généralement être impliqués dans le processus d'implantation d'un SUCC, via des subventions, de l'assistance technique ou une aide d'accès à l'emprunt. Cet aspect ne fait cependant pas l'objet du présent rapport et une recherche plus détaillée doit être faite pour évaluer le potentiel d'implication de ces instances dans le projet du SUCC de l'ancien hippodrome.

11. COMPARAISON DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

CHAUFFAGE

Afin d'utiliser des tarifs d'énergie permettant d'opérer de manière rentable un SUCC dans le secteur de l'ancien hippodrome, il est nécessaire d'utiliser des chaudières au gaz naturel car elles offrent le meilleur compromis entre les coûts d'énergie et la génération de gaz à effet de serre (GES). En comparaison avec l'énergie électrique, ce choix représente une augmentation des GES, mais l'opération à 100% électrique d'un SUCC générerait des pointes électriques trop importantes en période hivernale, ce qui amènerait des coûts d'énergie non viables et plusieurs complications techniques comme la nécessité d'être alimenté à haute tension (44 000 V) au-delà de 11 500 kW de chaudières électriques. Les besoins du secteur de l'ancien hippodrome sont de 36 600 kW; c'est pourquoi l'option du chauffage 100% électrique n'est pas envisageable.

De plus, en pointe hivernale, la capacité hydro-électrique du Québec est insuffisante et requiert d'acheter de l'énergie électrique produite par d'autres sources, principalement des combustibles fossiles. Les équipements de la centrale sont donc choisis pour utiliser l'électricité durant un maximum d'heures dans l'année, et utiliser les chaudières au gaz naturel pour la pointe de chauffage. En mi-saison, la récupération de chaleur avec des thermopompes et l'utilisation de chaudières électriques hors-pointe permettent donc d'optimiser à la fois les coûts énergétiques et de minimiser la génération de gaz à effet de serre.

Le tableau suivant présente les émissions de gaz à effet de serre pour la production de chauffage du SUCC, en comparaison avec les systèmes traditionnels.

Priorité d'opération	Source d'énergie du SUCC (par ordre de priorité)	Portion de chauffage fourni (kWh)	Gaz à effet de serre générés (tonne CO ₂ e)
1	Thermopompe	17 200 000 kWh	86 t/an
2	Chaudières électriques hors-pointe	17 200 000 kWh	344 t/an
3	Chaudières au gaz naturel à condensation	33 200 000 kWh	6 666 t/an
4	Chaudières au gaz naturel à efficacité standard	22 600 000 kWh	4 921 t/an
	Total SUCC	90 200 000 kWh	11 587 t/an
Systèmes traditionnels	Chauffage 100% électrique		1804 t/an
	Chauffage 100% gaz naturel		19 639 t/an
	Traditionnel - chauffage mazout		27 568 t/an

REFROIDISSEMENT

En refroidissement, tous les équipements fonctionnent à l'électricité, donc la génération des GES provient des fuites de réfrigérant des systèmes, en raison de bris, d'opérations d'entretien ou d'ouvertures de soupapes de sûreté. Généralement, ces fuites sont de l'ordre de 2% à 10% par année, selon le type et l'état des systèmes de réfrigération. À ce niveau, la centralisation des équipements de refroidissement offre des gains considérables, car le volume total de réfrigérant est significativement plus bas et permet d'utiliser des réfrigérants ayant moins d'impacts sur les GES.

Cas pour l'ancien hippodrome		Type de réfrigérant utilisé	Masse totale de réfrigérant dans les systèmes (kg)	Facteur d'émission (tonne CO ₂ e/kg)	Fuites annuelles	Gaz à effet de serre générés (tonne CO ₂ e)
SUCC	Refroidisseurs centrifuges	R-123	5 800	0.042	5.0%	12
Systèmes traditionnels	Unités individuelles	R-410A	23 750	0.999		1 186
	Refroidisseur par bâtiment	R-134A	19 000	0.647		615

MARCHÉ DES CRÉDITS DU CARBONE

Depuis 2013, le Québec et l'Ontario font partie de la Western Climate Initiative (WCI), une initiative conjointe avec l'état de la Californie visant à stimuler les réductions de gaz à effet de serre (GES). Cette initiative permet à un organisme ayant des émissions de GES inférieures de recevoir une compensation financière provenant des crédits versés par les grands émetteurs de gaz à effet de serre (voir bibliographie [5]).

Ce marché du carbone est régi au Québec par le Système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre du Québec (SPEDE), et permet d'encourager les mesures de réductions de gaz à effet de serre, en s'ajoutant aux économies d'énergie inhérentes à ces mesures.

La valeur des crédits carbone varie selon le volume d'émission de gaz à effet de serre (GES), et le volume de réduction d'émission à l'échelle du Québec. Le plafond d'émission total est fixé par le SPEDE, et diminue à chaque année, pour encourager la réduction à long terme des émissions de GES. Le prix minimum fixé est de 10,75\$/tonnes CO₂, majoré 5% annuellement à partir de 2015.

12. ÉTUDES SUPPLÉMENTAIRES NÉCESSAIRES

Plusieurs études supplémentaires sont requises afin de valider la faisabilité d'un système urbain de chauffage et de refroidissement pour le secteur sur certains aspects essentiels.

ÉTUDES PRINCIPALES

Les études suivantes sont requises pour l'évaluation complète de la rentabilité d'un SUCC :

- **Étude détaillée des coûts:** Il est essentiel d'effectuer une étude plus précise des coûts du SUCC, incluant une étude actuarielle. Il faut établir le cadre financier et les critères économiques visés pour le SUCC (financement, amortissement du capital, frais d'administration et marge de profit). Cela permettra de déterminer le modèle d'affaire pour opérer le SUCC et les tarifs nets de l'énergie distribuée aux bâtiments raccordés.
- **Étude de marché :** Évaluer l'intérêt des clients potentiels pour le raccordement au SUCC. Valider la densité de clientèle dans chaque sous-secteur.
- **Environnementale :** Effectuer une vérification des normes d'émission maximales pour déterminer les traitements des fumées de combustion qui sont requis. Une étude de vents pour la dispersion du panache de fumée est recommandée.
- **Étude architecturale et de localisation :** Évaluer la localisation optimale de la ou des centrales, afin de favoriser sa proximité avec les charges et son intégration architecturale dans le paysage urbain (aspect visuel et esthétique).
- **Ingénierie de structure :** Dalle de béton pour supporter les équipements, structure au toit pour les cheminées. L'étude de structure pourrait aussi évaluer la faisabilité de réutiliser certains bâtiments existants dans le secteur Namur-De la Savane.
- **Civile :** Pour étendre le SUCC au-delà du secteur de l'ancien hippodrome, il faut valider les services existants aux abords des portions d'autoroutes comprises dans le secteur (autoroute Décarie et autoroute 40, au niveau de l'échangeur) et les possibilités de faire traverser la tuyauterie sous ces autoroutes.

ÉTUDE SUR LES OPTIONS

Des études supplémentaires peuvent inclure une analyse plus détaillée des options écologiques :

- **Géothermie** : Conductivité du sol, profondeur du roc, surfaces de terrain disponibles.
- **Biomasse** : Disponibilité et tarif du combustible.
- **Aérothermie** : Étude de niveau sonore.
- **Récupération de chaleur des égouts** : Débits d'effluents disponibles (potentiel énergétique), point de raccordement et impact sur l'évacuation de la neige par la voirie.

13. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

CONCLUSION

Les différentes options de réseaux de distributions présentées pour un système urbain de chauffage et climatisation (SUCC) sont réalisables techniquement et offrent des bénéfices environnementaux, notamment si la source d'énergie retenue est renouvelable. L'option de réseaux séparés d'eau de chauffage et d'eau glacée (Section 7.D) permet d'éliminer les équipements mécaniques dans les bâtiments raccordés, alors que l'option d'eau tempérée à centrales multiples (Section 7.C) permet de minimiser les coûts d'investissement et les coûts d'opération du SUCC.

Les coûts de capital ont été estimés de manière préliminaire et, bien que plus élevés que des systèmes traditionnels indépendants dans chaque bâtiment, restent du même ordre et sont compensés par des coûts d'énergie annuels avantageux dans un SUCC. De plus, les équipements du SUCC ont une plus grande durée de vie que les équipements des systèmes traditionnels, ce qui compense aussi la différence de coûts.

Les coûts d'énergie inférieurs d'un SUCC, en raison d'une meilleure efficacité de production et de tarifs d'énergie avantageux, permettent d'offrir un coût d'énergie intéressant pour les bâtiments raccordés, tout en centralisant l'entretien et l'opération des équipements mécaniques.

Une étude détaillée subséquente est nécessaire pour confirmer les estimés de coûts et en déterminer le mode d'amortissement dans la distribution d'énergie. Suite à cette étude, il serait possible, pour le secteur de l'ancien hippodrome, de profiter des avantages d'un SUCC, autant techniques (durée de vie, entretien simplifié) qu'énergétique (récupération d'énergie, meilleure efficacité). L'implantation d'un SUCC pour le secteur de Namur-De la Savane est donc une avenue réaliste à évaluer pour répondre aux besoins de chauffage et de refroidissement du secteur.

RECOMMANDATIONS

Le secteur de l'ancien hippodrome rassemble les conditions idéales pour la création d'un projet de SUCC, puisqu'il fera l'objet de nouvelles infrastructures souterraines, l'ensemble des développements seront de nouvelles constructions (intégration dès l'étape de conception), et les besoins énergétiques sont élevés. Il constitue donc une opportunité pour la mise en place d'une installation qui pourra ensuite servir de base d'évaluation pour d'éventuels SUCC dans d'autres secteurs, voisins ou ailleurs à Montréal.

Parmi les options de réseau de distribution, il est recommandé d'approfondir l'étude d'un réseau d'eau tempérée avec de multiples centrales de production thermique (Section 7.C), qui permet de minimiser les coûts de capital nécessaires pour le SUCC tout en opérant avec une grande efficacité. Cette option facilite aussi l'implantation du SUCC en plusieurs phases, en ajoutant des centrales et des boucles de distribution à mesure que les développements urbains sont mis en œuvre (voir Annexe 5).

Une étude plus poussée des coûts et du contexte d'implantation est nécessaire. À la vue du potentiel évalué dans le cadre de la présente étude exploratoire, il est recommandé de définir le cadre de cette étude détaillée et poursuivre l'évaluation du SUCC, afin de pouvoir planifier son éventuelle intégration dès les débuts de la conception des projets de développement de l'ancien hippodrome.

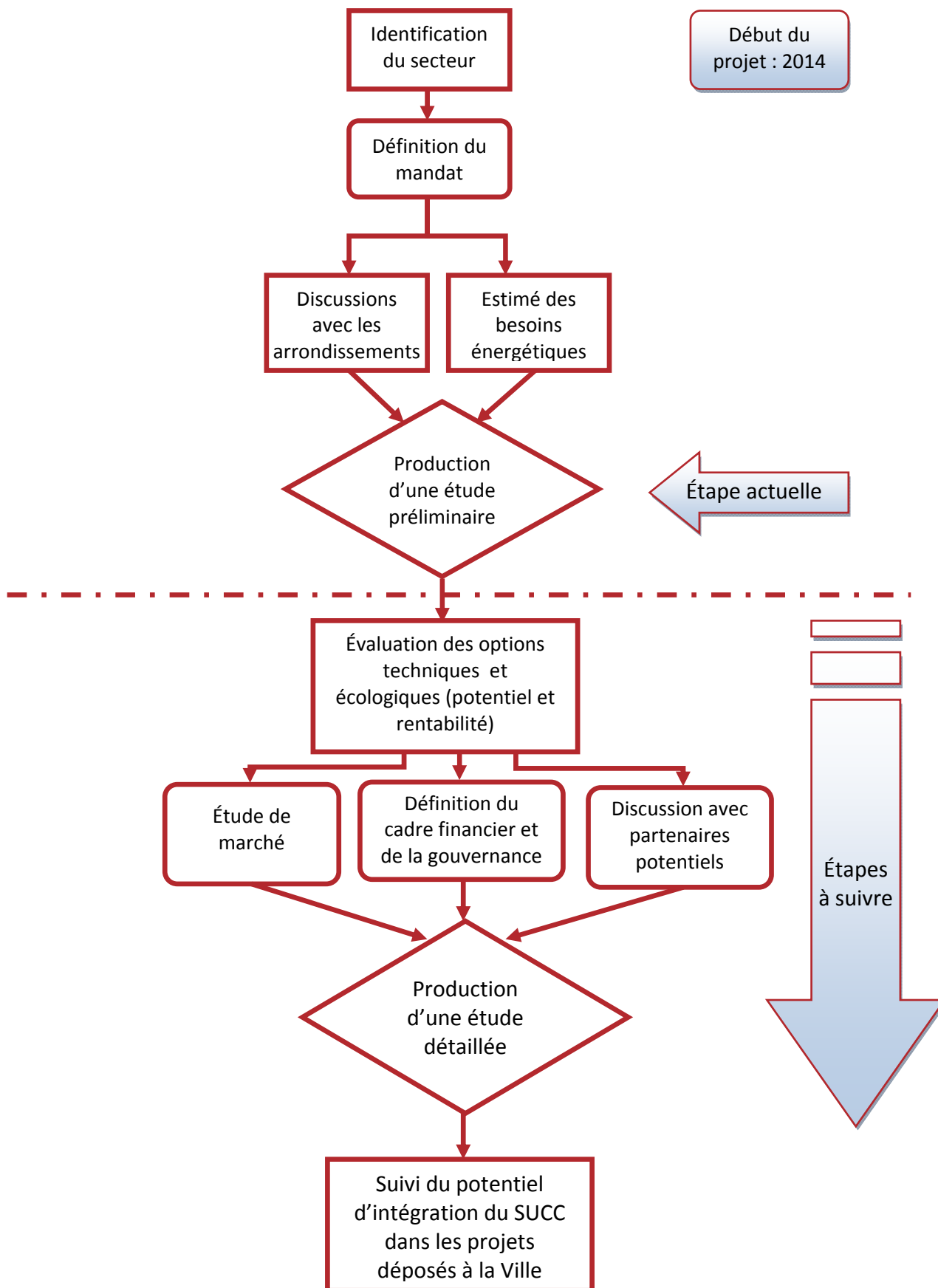
Cette étude, en continuation avec l'étude préliminaire, devra notamment se pencher sur l'évaluation financière (financement, amortissement du capital), sur une évaluation du marché (clients potentiels, promoteurs, évolution des projets de développements) et sur l'évaluation du potentiel des sources d'énergie (récupération de chaleur, géothermie).

PROCHAINES ÉTAPES

Les prochaines étapes à viser dans l'optique d'un SUCC sont les suivantes :

- Produire une étude de faisabilité détaillée pour l'implantation du SUCC;
- Faire une évaluation du type de réseau et mode de fonctionnement du SUCC;
- Évaluer la rentabilité des sources d'énergie renouvelables;
- Faire une étude de marché auprès de promoteurs et investisseurs en projets immobiliers;
- Entamer des discussions avec des partenaires potentiels pour identifier l'intérêt et les capacités d'investissement;
- Explorer les possibilités de gouvernance pour l'opération de la centrale du SUCC;
- Faire un suivi des propositions de projets de développement du secteur de l'ancien hippodrome.

Le schéma de la page suivante résume les étapes déjà accomplies et les étapes à suivre pour compléter l'évaluation du potentiel de SUCC dans le secteur de Namur – De la Savane.



14. BIBLIOGRAPHIE ET LIENS UTILES

SOURCES

- [1] ASHRAE HANDBOOK -- HVAC SYSTEMS AND EQUIPMENT, ASHRAE, 2012, chapitre 12
- [2] Norme MMF :
http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/M_6/M6R1.html
- [3] District Heating Guide, ASHRAE, 2013, 372 pages, ISBN 9781936504435
- [4] District Cooling Guide, ASHRAE, 2013, 238 pages, ISBN 9781936504428
- [5] Bourse du carbone, Ministère du Développement durable du Québec (MDDELCC), Canada, [en ligne] www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/carbone/index.asp
- [6] Marmott Énergie, www.marmottenergies.com

TARIFS D'ÉNERGIE

Électricité [7]:

- SUCC :
www.hydroquebec.com/grandesentreprises/tarification/tarifs-grande-puissance/tarif-l
- Commercial :
www.hydroquebec.com/affaires/tarifs-et-facture/tarification/tarifs-affaires-electricite/tarif-m
- Résidentiel :
www.hydroquebec.com/residentiel/comprendre-la-facture/tarification/tarifs-residentiels-d-electricite/tarif-d

Gaz naturel [8]:

- Conditions tarifaires :
www.gazmetro.com/fr/residentiel/espace-client/facturation/conditions-et-tarif/~~/media/Files/Affaires/Tarif/conditionsservicetarif_fr.pdf
- Simulations tarifaires pour projet SUCC Hippodrome : Daniel Bienvenu, Gaz Métro, Ventes Grandes Entreprises, 514 598-3478, dbienvenue@gazmetro.com

RÉFÉRENCES ET LIENS UTILES

CHAUFFAGE URBAIN

International district energy association (IDEA) : Organisme Nord-Américain visant la diffusion de l'information sur le chauffage urbain, par l'organisation de conférence et la mise à jour des législations touchant les SUCC. Site web : www.districtenergy.org

Euroheat & Power : Association européenne pour le chauffage et refroidissement urbain. Site Web : www.euroheat.org

International Energy Agency : Organisme regroupant les responsables nationaux en chauffage urbain, incluant le Canada, les États-Unis et plusieurs pays européens. www.iea-dhc.org/home.html

SUCC EXISTANTS

CCUM : www.ccum.com/fr/le-reseau-de-montreal

SUCC Vancouver :

www.vancouver.ca/docs/planning/renewable-energy-neighbourhood-utility-factsheet.pdf ;
www.vancouver.ca/home-property-development/false-creek-neighbourhood-energy-utility.aspx

SUCC Edmonton : www.districtenergy.org/blog/2013/01/04/4118

SUCC Paris (multi-centrales), opéré par COFELY : www.cpcu.fr

Copenhague :

www.ctr.dk/en/home.aspx ;
www.c40.org/case_studies/98-of-copenhagen-city-heating-supplied-by-waste-heat

Toronto :

www.enwave.com/district_heating_system.html ;
www.vanishingpoint.ca/cooling-the-city

DALKIA Canada : www.dalkia.ca/fr/services/chaleur-froid

COFELY (Gaz de France) : www.cofely-gdfsuez.com/fr/solutions/reseaux-de-chaleur-et-de-froid

SOURCES D'ÉNERGIE ÉCOLOGIQUE

Coalition canadienne de l'énergie géothermique

www.geo-exchange.ca/fr

Chauffage solaire

États-Unis : www.seia.org

Canada : www.cansia.ca

Récupération d'égouts

www.ddi-heatexchangers.com/city-sewage-energy/

www.friotherm.com/webautor-data/41/sandvika_e005_uk.pdf

www.sharcenergy.com

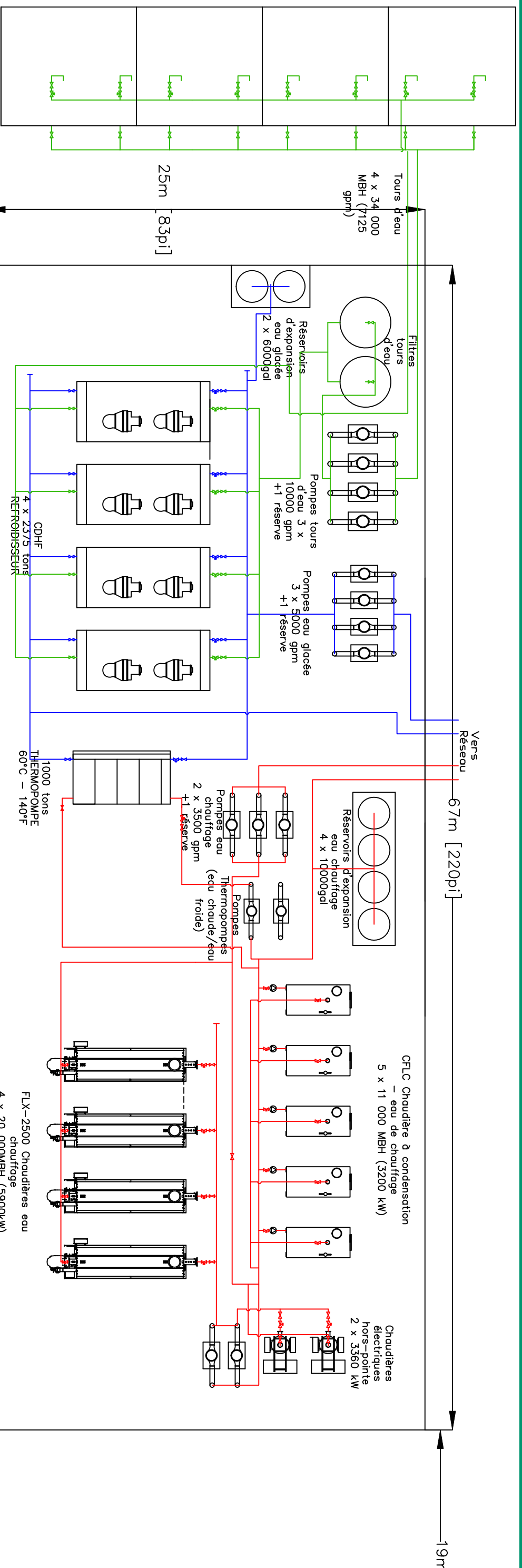
Récupération de cheminée

www.sofame.com/index.php?module=CMS&id=1&newlang=fra

RETScreen International - Études de cas en chauffage urbain et logiciel de calcul d'énergies renouvelables.

Site Web : www.retscreen.net/fr/home.php

ANNEXE 1 – PLAN D'AMÉNAGEMENT DE LA CENTRALE DU SUCC



**BEAUDOIN
HURENS**

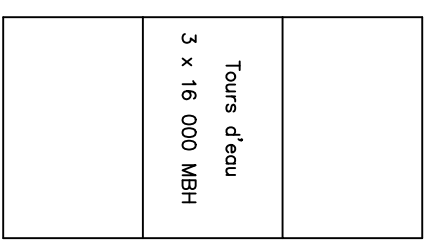
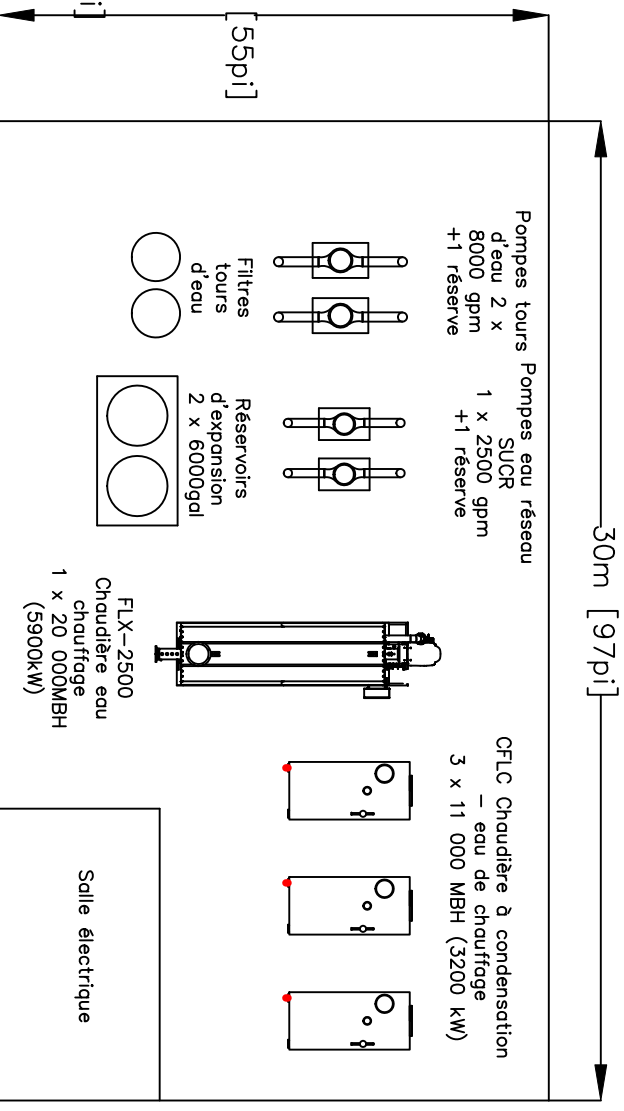
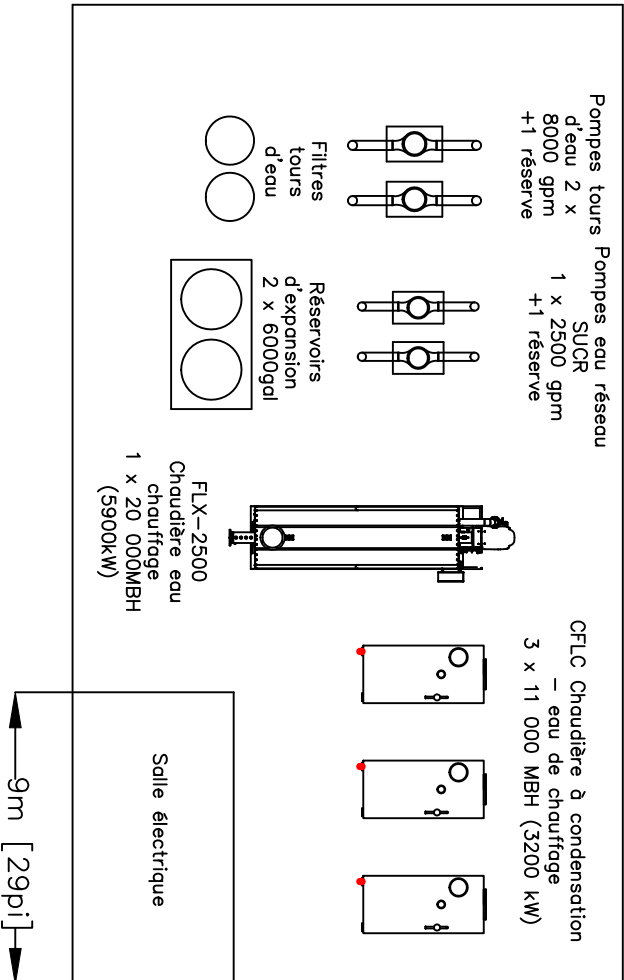
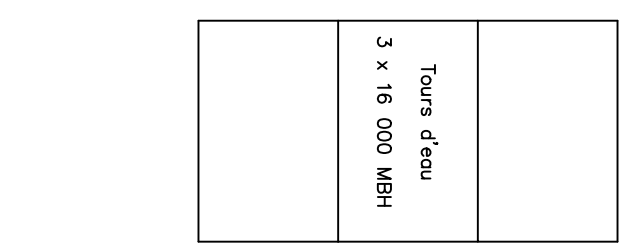
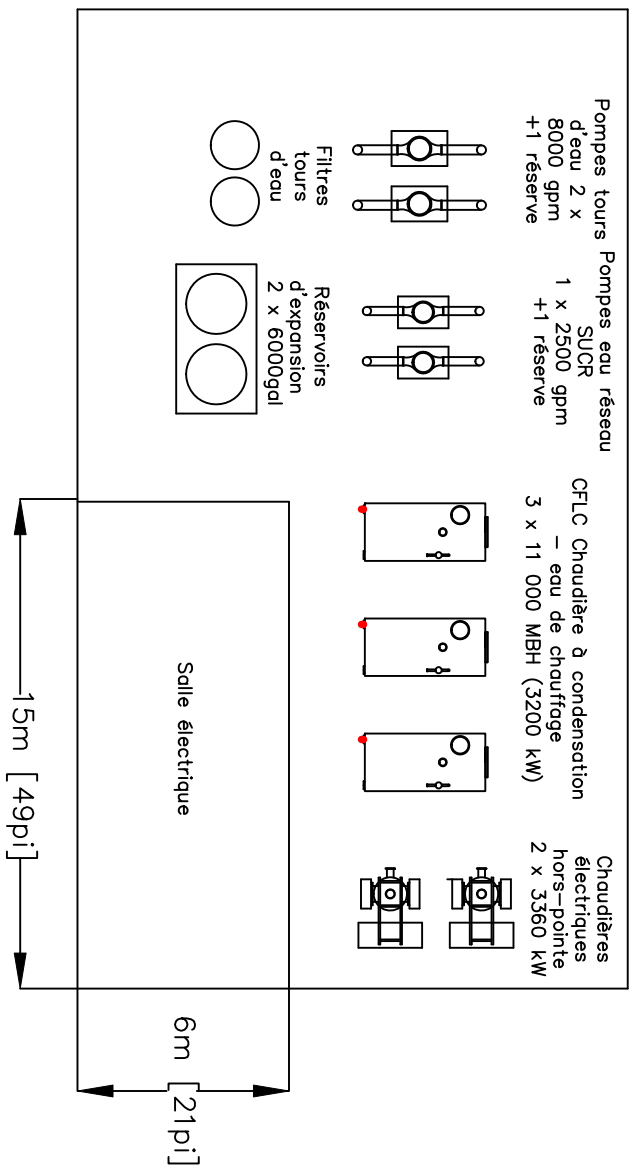
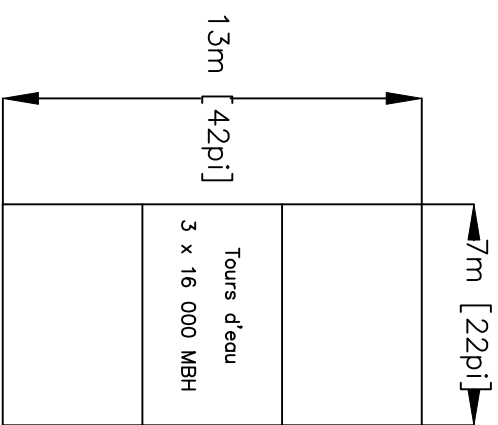
514-384-4222
bh@beaudoinhurens.ca

PROJET: PRÉPARER CE PLAN POUR CONSTRUCTION	
RÉVISER COMMENTAIRES	
A	POUR INFORMATION
No.	RÉVISION
	DATE
	10 AVR. 2015
	24 FÉV. 2015

PROJET: **SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE**

TITRE: **AMÉNAGEMENT PRÉLIMINAIRE
CENTRALE THERMIQUE**

DISCIPLINE: MÉCANIQUE		DATE: 10 AVR. 2015
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR	ÉCHELLE: AUCUNE
CLIENT:		RÉFÉRENCE: N/A
ARCHITECTE:		DOSSIER: L10244-00
		PLAN No.: M-004



☎ 514-384-4222
 @ beaudoinhurens.ca

NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION

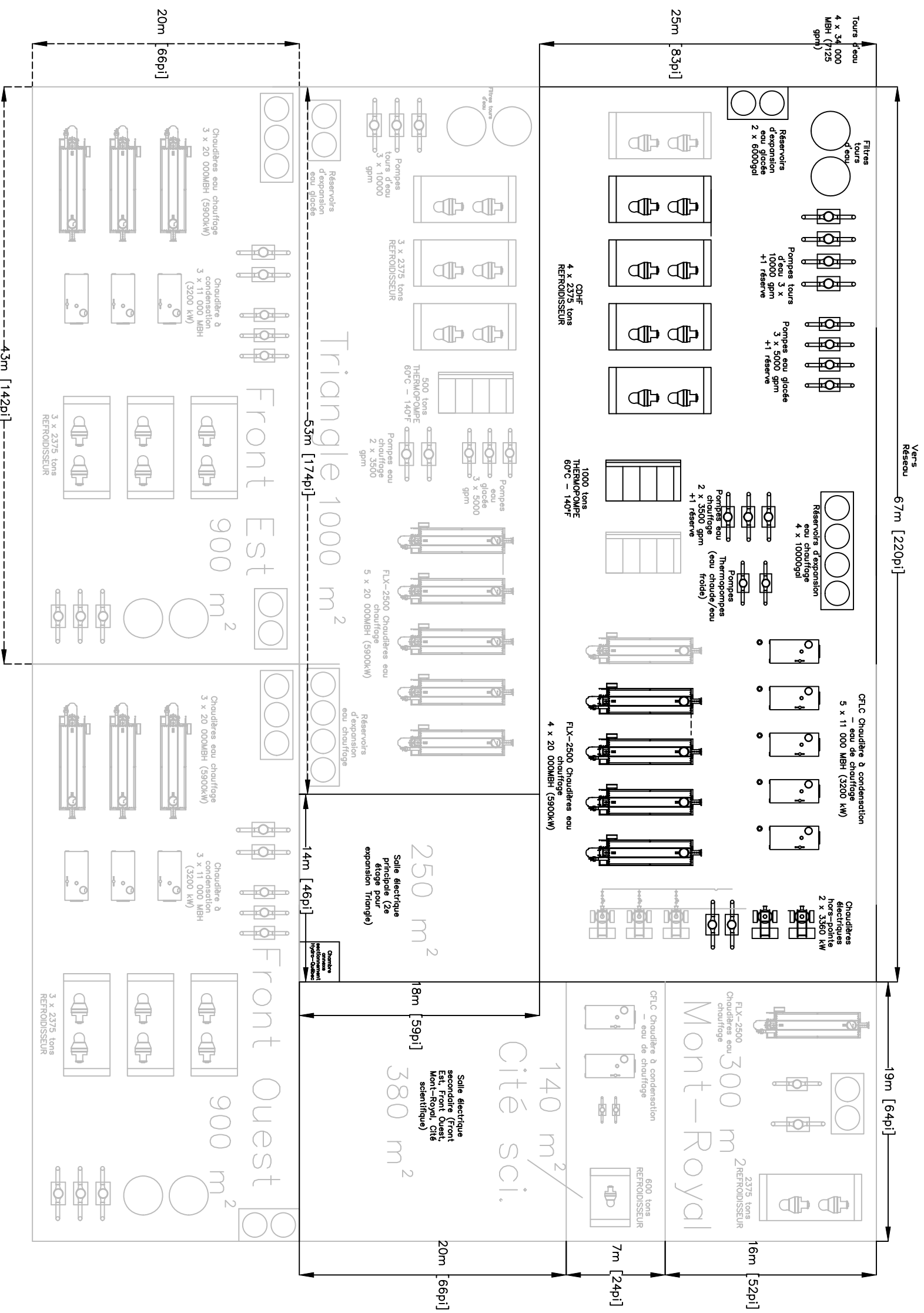
No.		
A	POUR COMMENTAIRE	
	RÉVISION	
		24 JUL. 2015
		DATE

PROJET:
 SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
 URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE

TITRE:
 AMÉNAGEMENT PRÉLIMINAIRE
 CENTRALES THERMIQUES MULTIPLES

DISCIPLINE: MÉCANIQUE	DATE: 24 JUILLET 2015
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR
CLIENT:	RÉFÉRENCE: N/A
ARCHITECTE:	DOSSIER: L10244-00
	PLAN No.: M-004B

					Tours d'eau (expansion Front Est et Front Ouest)
					Tours d'eau (expansion Triangle et Front Est)

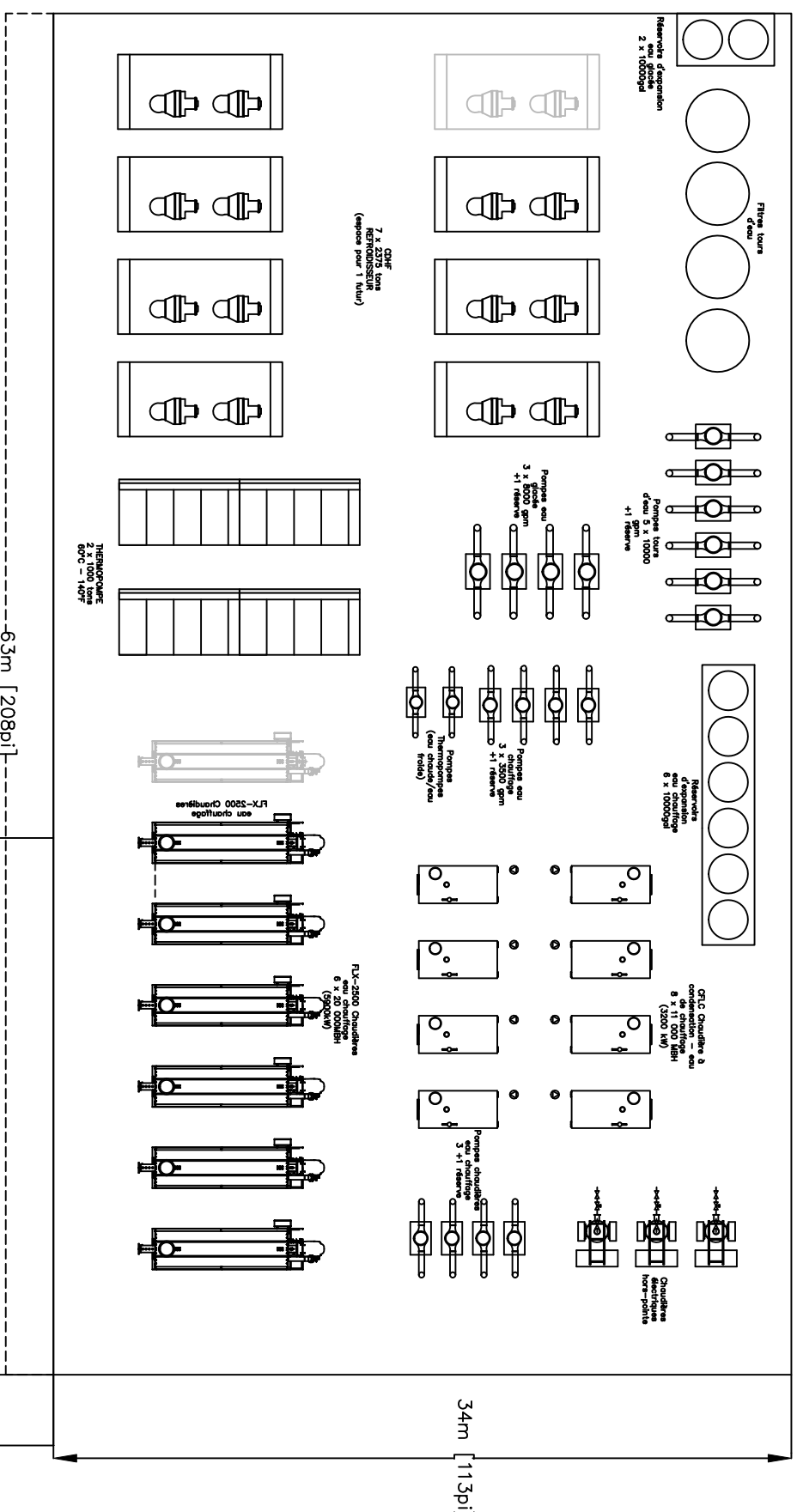
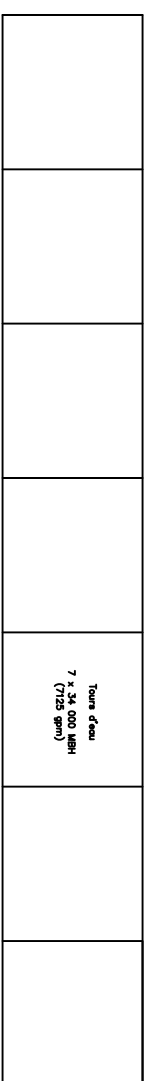


NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION	
No.	A
	POUR INFORMATION
	RÉVISION
	10 AVR. 2015
	DATE

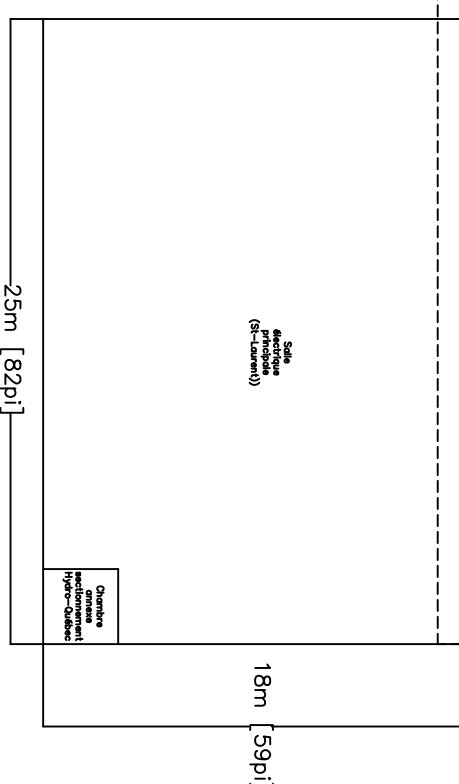
PROJET:
SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE

TITRE:
AMÉNAGEMENT PRÉLIMINAIRE
CENTRALE THERMIQUE
EXPANSIONS TRIANGLE, FRONT EST, FRONT OUEST

DISCIPLINE: MÉCANIQUE		DATE: 10 AVRIL 2015	
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR	ÉCHELLE: AUCUNE	PLAN No.: M-005
CLIENT:		RÉFÉRENCE:	
ARCHITECTE:		DOSSIER: L10244-00	



Secteur
St-Laurent
3500m²



514-384-4222
bh@beaudoinhurens.ca

NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION

No.	A	10 AVR. 2015
	POUR INFORMATION	DATE
	RÉVISION	

PROJET:
**SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE**

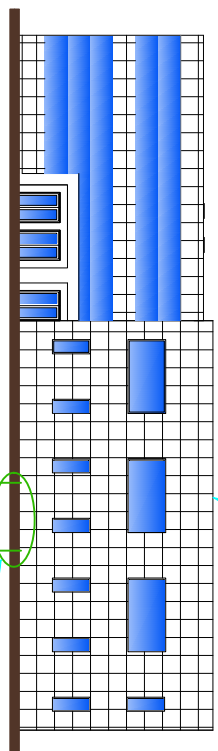
TITRE:
**AMÉNAGEMENT PRÉLIMINAIRE
CENTRALE THERMIQUE
EXPANSIONS ST-LAURENT**

DISCIPLINE: MÉCANIQUE		DATE: 10 AVRIL 2015
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR	ÉCHELLE: AUCUNE
CLIENT:		RÉFÉRENCE: N/A
ARCHITECTE:		DOSSIER: L10244-00
		PLAN No.: M-006

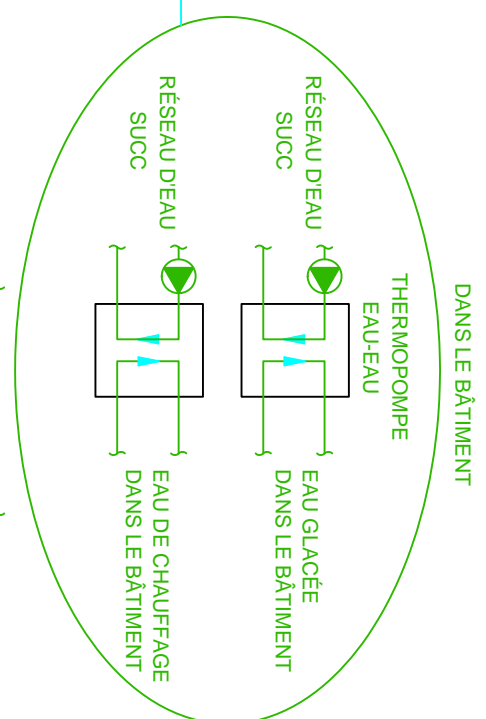
ANNEXE 2 – 4 OPTIONS DE TUYAUTERIE DU SUCC

CHAUDIÈRE ÉLECTRIQUE
CHAUDIÈRE GAZ
POMPE À CHALEUR
BIOMASSE
ETC.

CENTRALE THERMIQUE
PRINCIPALE
CHAUD / FROID



BÂTIMENTS COMMERCIAUX / INSTITUTIONNEL



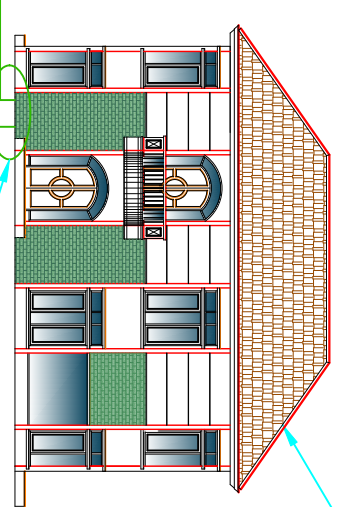
DANS LE BÂTIMENT

RÉSEAU HYDRONIQUE
À UN CONDUIT BASSE TEMPÉRATURE

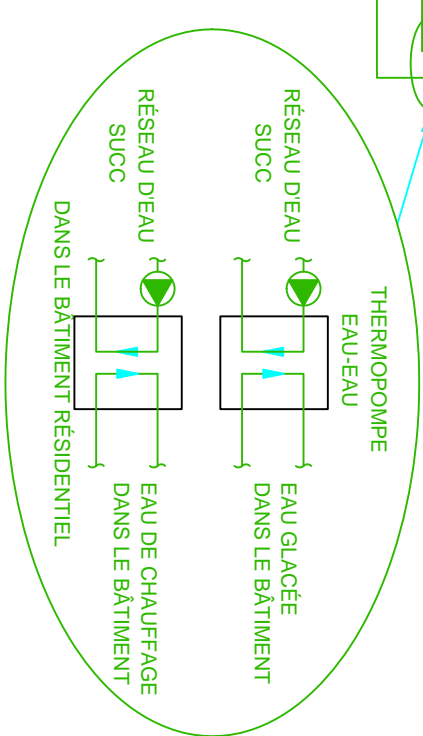


4°C (40°F)

10°C (50°F)



BÂTIMENT RÉSIDENTIEL



DANS LE BÂTIMENT RÉSIDENTIEL

NOTES :

- 1- LE RÉSEAU À UN CONDUIT PEUT SERVIR AU CHAUFFAGE ET AU REFRIGÉRISSSEMENT
- 2- LE RÉSEAU À UN CONDUIT BASSE TEMPÉRATURE NE NÉCESSITE PAS D'ISOLATION
- 3- LES UTILISATEURS FINAUX DOIVENT PRÉVOIR DES ÉQUIPEMENTS TEL QUE POMPES, THERMOPOMPES, ETC.
- 4- LE RÉSEAU À UN CONDUIT PERMET DES EXPANSIONS SANS DÉBALANCER LE RÉSEAU PRINCIPAL



514-384-4222
bh@beaudoinhurens.ca

PROJET: BAUDOIN HURENS	
RÉSULTAT: PROJET DE CONSTRUCTION	
RÉVISION: PROJET PRÉSENTATION	
No.	DATE
A	24 FEV. 2015
	31 OCT. 2014

PROJET:	SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE
TITRE:	CONFIGURATION À UN TUYAU BASSE TEMPÉRATURE (NON ISOLÉ)

DISCIPLINE:	MÉCANIQUE	DATE:	24 FÉV. 2015
PRÉPARÉ PAR:	MB	VÉRIFIÉ PAR:	MB
CLIENT:		ÉCHELLE:	AUCUNE
ARCHITECTE:		RÉFÉRENCE:	N/A
		DOSSIER:	L10244-00
		PLAN No.:	M-001

CHAUDIÈRE ÉLECTRIQUE
CHAUDIÈRE GAZ
POMPE À CHALEUR
BIOMASSE
ETC.

CENTRALE THERMIQUE
PRINCIPALE
CHAUD / FROID

Retour
10°C (50°F)

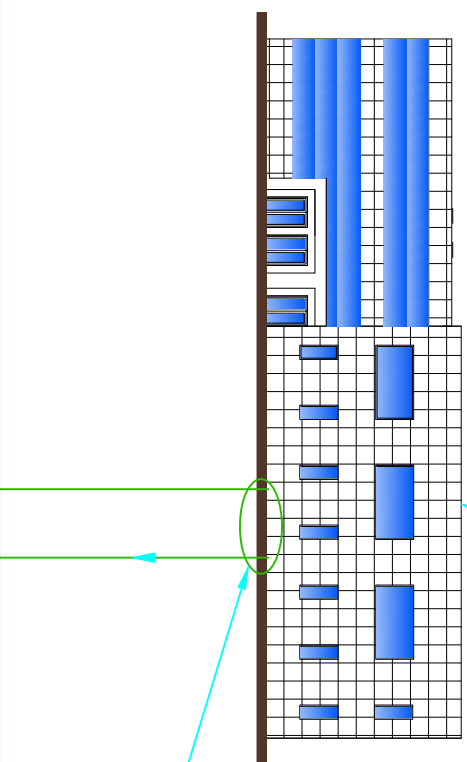
Alimentation
35°C (95°F)

Débit 380 L/s (6 000 gpm)

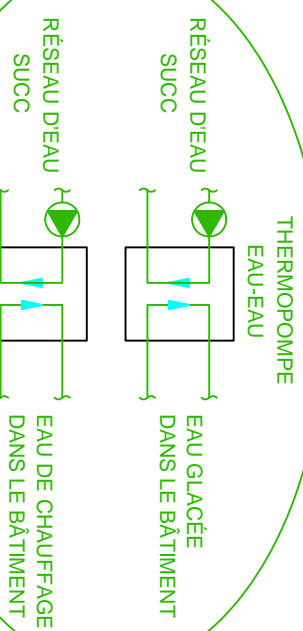
TUYAUTERIE ENFOUÉE AVEC ISOLATION THERMIQUE

RÉSEAU HYDRONIQUE À UN CONDUIT MOYENNE TEMPÉRATURE

BÂTIMENTS COMMERCIAUX / INSTITUTIONNEL



DANS LE BÂTIMENT

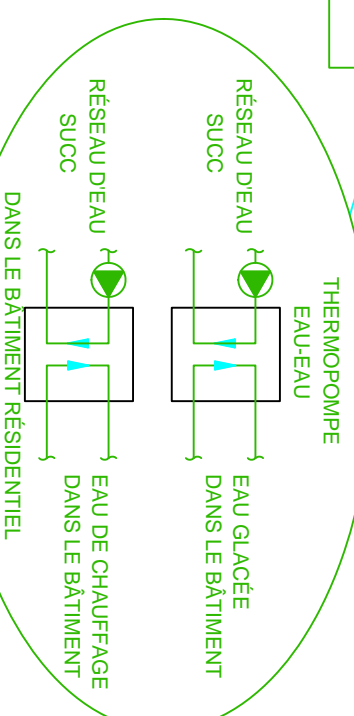
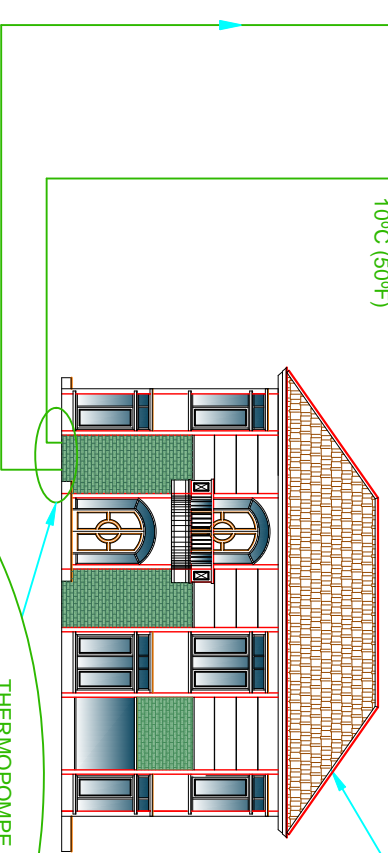


POUR EXPANSION FUTURE
DU RÉSEAU

4°C (40°F)

10°C (50°F)

BÂTIMENT RÉSIDENTIEL



NOTES :

- 1- LE RÉSEAU À UN CONDUIT PEUT SERVIR AU CHAUFFAGE ET AU REFRIGÉRISSSEMENT
- 2- LE RÉSEAU À UN CONDUIT MOYENNE TEMPÉRATURE PERMET UNE TUYAUTERIE DE PLUS PETIT DIAMÈTRE
- 3- LES UTILISATEURS FINAUX DOIVENT PRÉVOIR DES ÉQUIPEMENTS TEL QUE POMPES, THERMOPOMPES, ETC.
- 4- LE RÉSEAU À UN CONDUIT PERMET DES EXPANSIONS SANS DÉBALANCER LE RÉSEAU PRINCIPAL

**BEAUDOIN
HURENS**

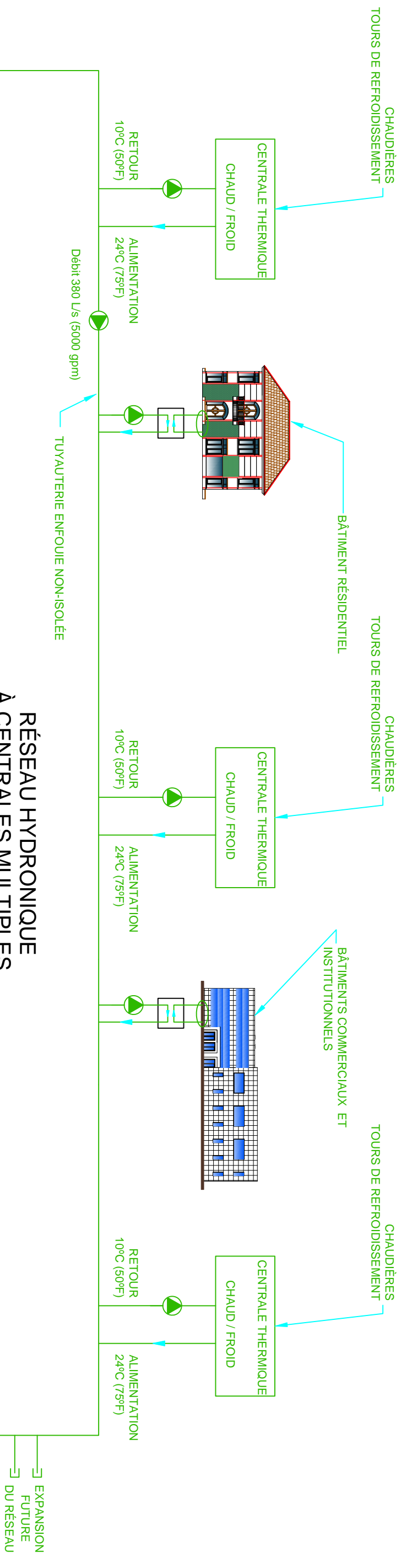
514-384-4222
bh@beaudoinhurens.ca

PROJET: **SYSÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE**

TITRE: **CONFIGURATION À UN TUYAU
MOYENNE TEMPÉRATURE (ISOLÉ)**

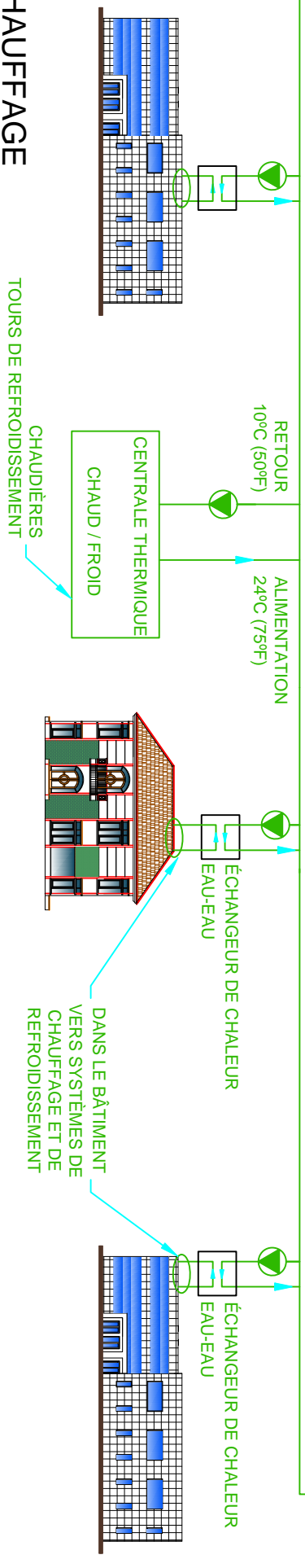
RÉVISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION	
NO.	RÉVISION
A POUR PRÉSENTATION	
A POUR INFORMATION	
DATE	31 OCT. 2014
DATE	24 FEV. 2015

DISCIPLINE:	MÉCANIQUE	DATE:	24 FÉV. 2015
PRÉPARÉ PAR:	MB	VÉRIFIÉ PAR:	MB
CLIENT:		ÉCHELLE:	AUCUNE
ARCHITECTE:		RÉFÉRENCE:	N/A
		DOSSIER:	L10244-00
		PLAN No.:	M-002



NOTES :

- 1- LE RÉSEAU À UN CONDUIT PEUT SERVIR AU CHAUFFAGE ET AU REFRIGÉRISSSEMENT
- 2- ÉLIMINE LES REFRIGÉRISSSEURS À LA CENTRALE
- 3- LA DÉCENTRALISATION PERMET DE RÉDUIRE LES COÛTS DU PERSONNEL D'OPÉRATION (MÉCANICIENS MMF)
- 4- LE RÉSEAU À UN CONDUIT PERMET DES EXPANSIONS SANS DÉBALANCER LE RÉSEAU PRINCIPAL



- 1- LE RÉSEAU À UN CONDUIT PEUT SERVIR AU CHAUFFAGE ET AU REFRIGÉRISSSEMENT
- 2- ÉLIMINE LES REFRIGÉRISSSEURS À LA CENTRALE
- 3- LA DÉCENTRALISATION PERMET DE RÉDUIRE LES COÛTS DU PERSONNEL D'OPÉRATION (MÉCANICIENS MMF)
- 4- LE RÉSEAU À UN CONDUIT PERMET DES EXPANSIONS SANS DÉBALANCER LE RÉSEAU PRINCIPAL

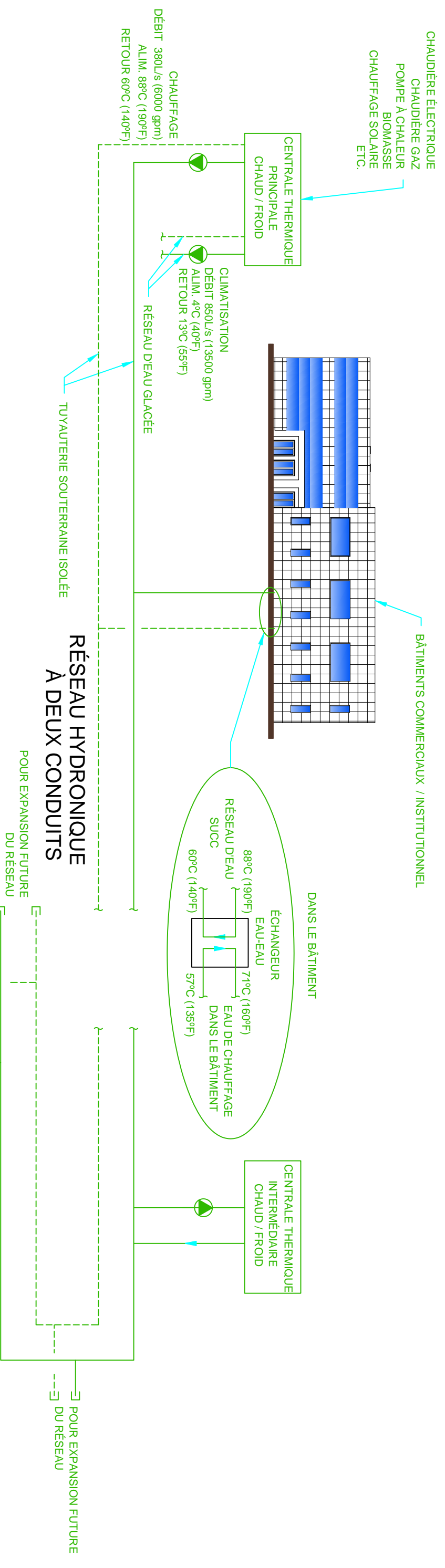
NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION

No.	A	POUR INFORMATION	17 JUIL. 2015
		RÉVISION	DATE

PROJET:
SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE

TITRE:
CONFIGURATION À UN TUYAU MOYENNE TEMPÉRATURE (NON-ISOLÉ) CENTRALES MULTIPLES

DISCIPLINE: MÉCANIQUE		DATE: 17 JUIL. 2015
PRÉPARÉ PAR: MB	VÉRIFIÉ PAR: MB	ÉCHELLE: AUCUNE
CLIENT:		RÉFÉRENCE: N/A
ARCHITECTE:		DOSSIER: L10244-00
		PLAN No.: M-009



NOTES :

- 1- LE RÉSEAU À DEUX CONDUITS NÉCESSITE LE PASSAGE DE DEUX TUYAUX EN CHAUFFAGE ET DEUX TUYAU EN REFRROIDISSEMENT
- 2- LES QUATRES TUYAUX DOIVENT ÊTRE ISOLÉS
- 3- LES UTILISATEURS FINAUX DOIVENT UNIQUEMENT PRÉVOIR DES ÉCHANGEURS EAU-EAU
- 4- LES EXPANSIONS DU RÉSEAU À DEUX CONDUITS PEUVENT ÊTRE PLUS COMPLEXES PUISQUE LE RÉSEAU PRINCIPAL RISQUE DE SE DÉBALANCER



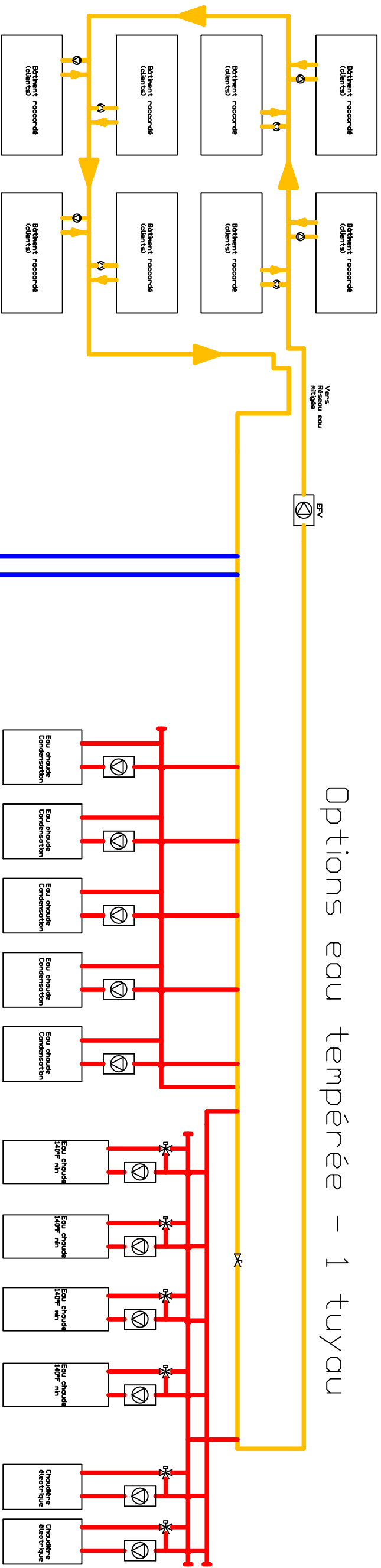
☎ 514-384-4222
 @ beaudoinhurens.ca

PROJET: INSTALLER CE PLAN POUR CONSTRUCTION	
BAUDOIN HURENS	
RÉVISER PRÉSENTATION	
A	POUR INFORMATION
No.	RÉVISION
	DATE

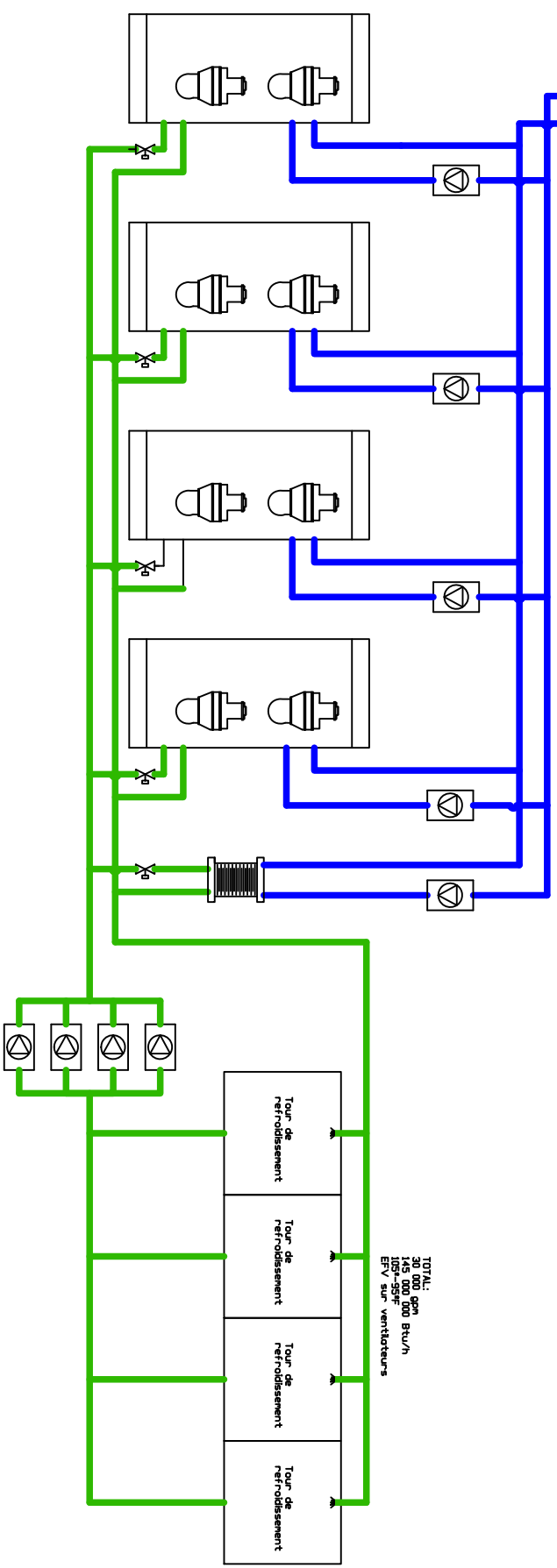
PROJET: SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE	
TITRE: CONFIGURATION À DEUX TUYAUX	
24 FÉV. 2015	
31 OCT. 2014	

DISCIPLINE: MÉCANIQUE		DATE: 24 FÉV. 2015	PLAN No.: M-003
PRÉPARÉ PAR: MB	VÉRIFIÉ PAR: MB	ÉCHELLE: AUCUNE	
CLIENT:	RÉFÉRENCE: N/A	DOSSIER: L10244-00	
ARCHITECTE:			

ANNEXE 3 – SCHÉMA D'ÉCOULEMENT DU SUCC



Options eau tempérée - 1 tuyau



514-384-4222

beaudoinhurens.ca

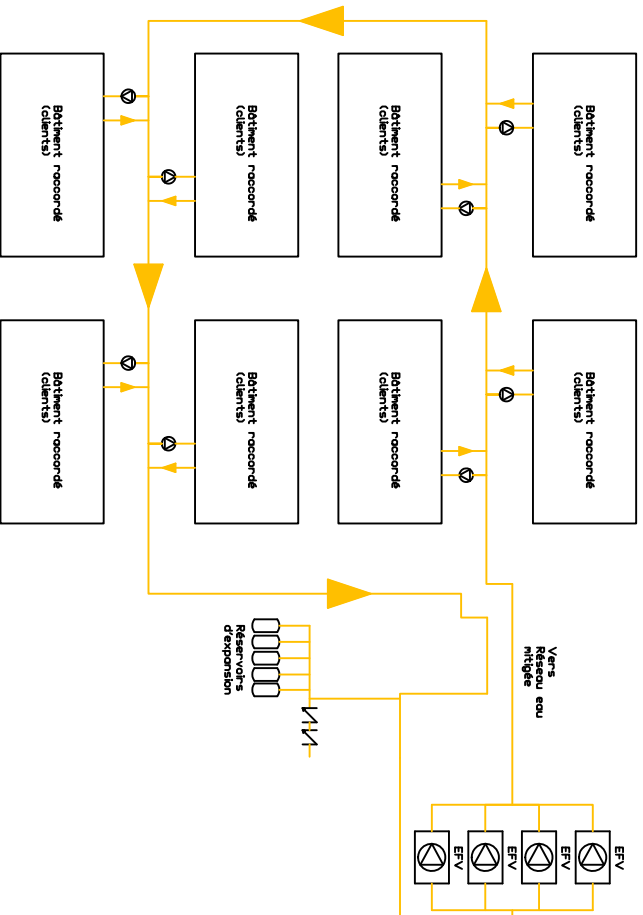
NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION

No.	A	10 AVR 2015
	POUR INFORMATION	DATE
	RÉVISION	

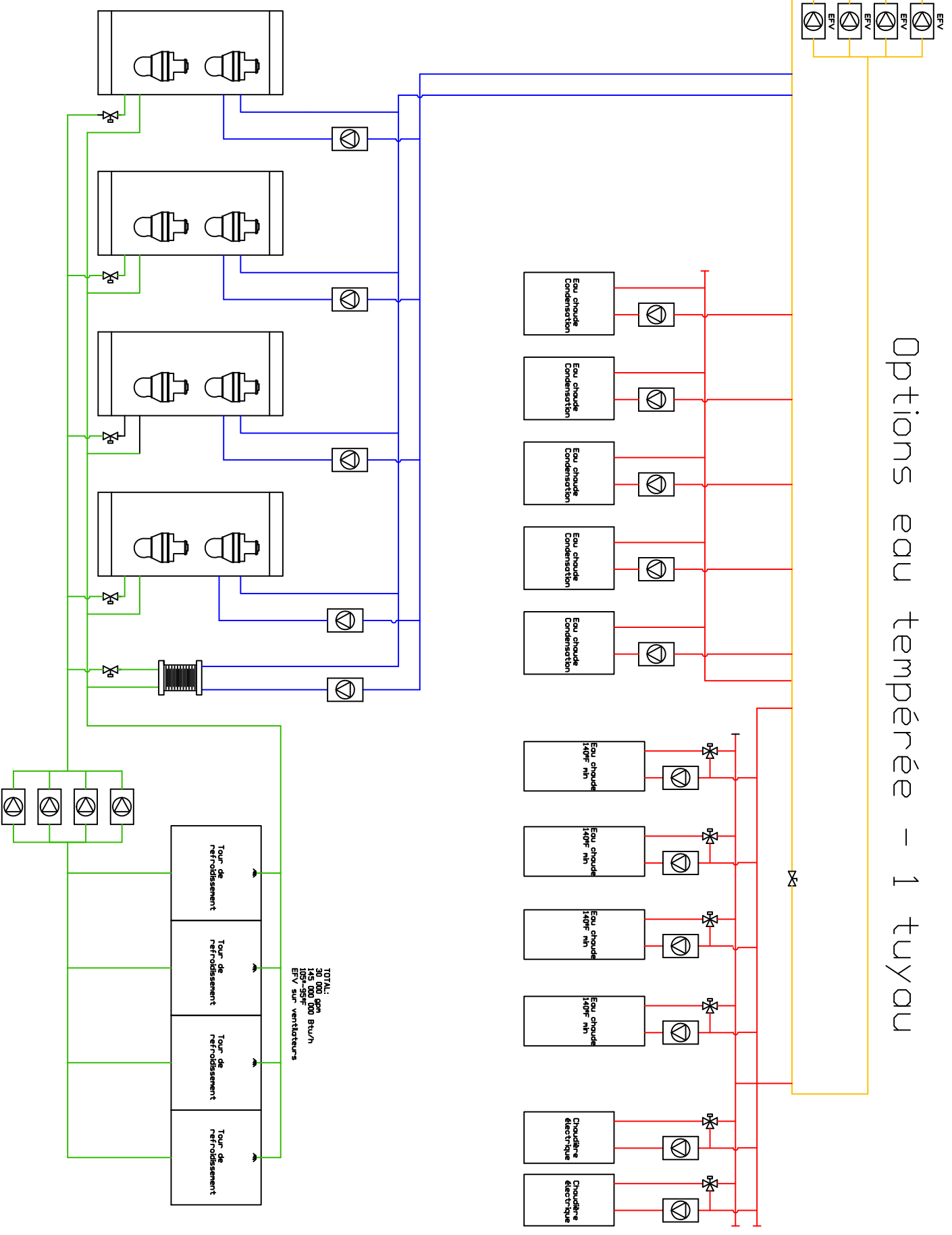
PROJET:
SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE

TITRE:
SCHEMA D'ÉCOULEMENT
CENTRALE THERMIQUE
OPTION 1 TUYAU - EAU TEMPÉRÉE

DISCIPLINE: MÉCANIQUE		DATE: 10 AVRIL 2015
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR	ÉCHELLE: AUCUNE
CLIENT:		RÉFÉRENCE: N/A
ARCHITECTE:		DOSSIER: L10244-00
		PLAN No.: M-008



Options eau tempérée - 1 tuyau



**BEAUDOIN
HURENS**

514-384-4222
bh@beaudoinhurens.ca

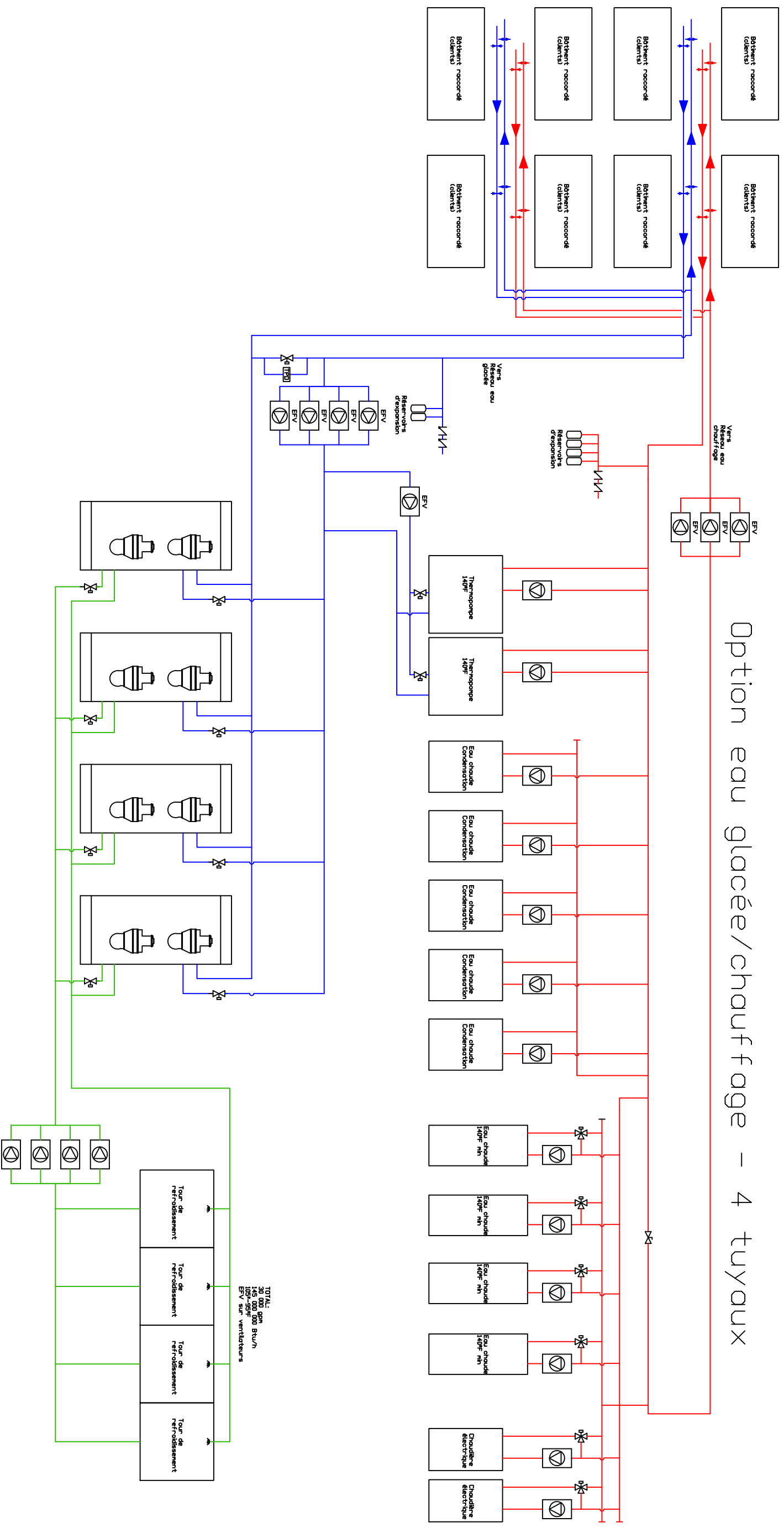
NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION

No.	A	DATE	10 AVR 2015
	POUR INFORMATION		
	RÉVISION		

PROJET:
SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE

TITRE:
SCHEMA D'ÉCOULEMENT
CENTRALE THERMIQUE
OPTION 1 TUYAU - EAU TEMPÉRÉE

DISCIPLINE: MÉCANIQUE	DATE: 10 AVRIL 2015
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR
CLIENT:	ÉCHELLE: AUCUNE
ARCHITECTE:	RÉFÉRENCE: N/A
DOSSIER: L10244-00	PLAN No.: M-008



**BEAUDOIN
HURENS**

514-384-4222
bh@beaudoinhurens.ca

NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION

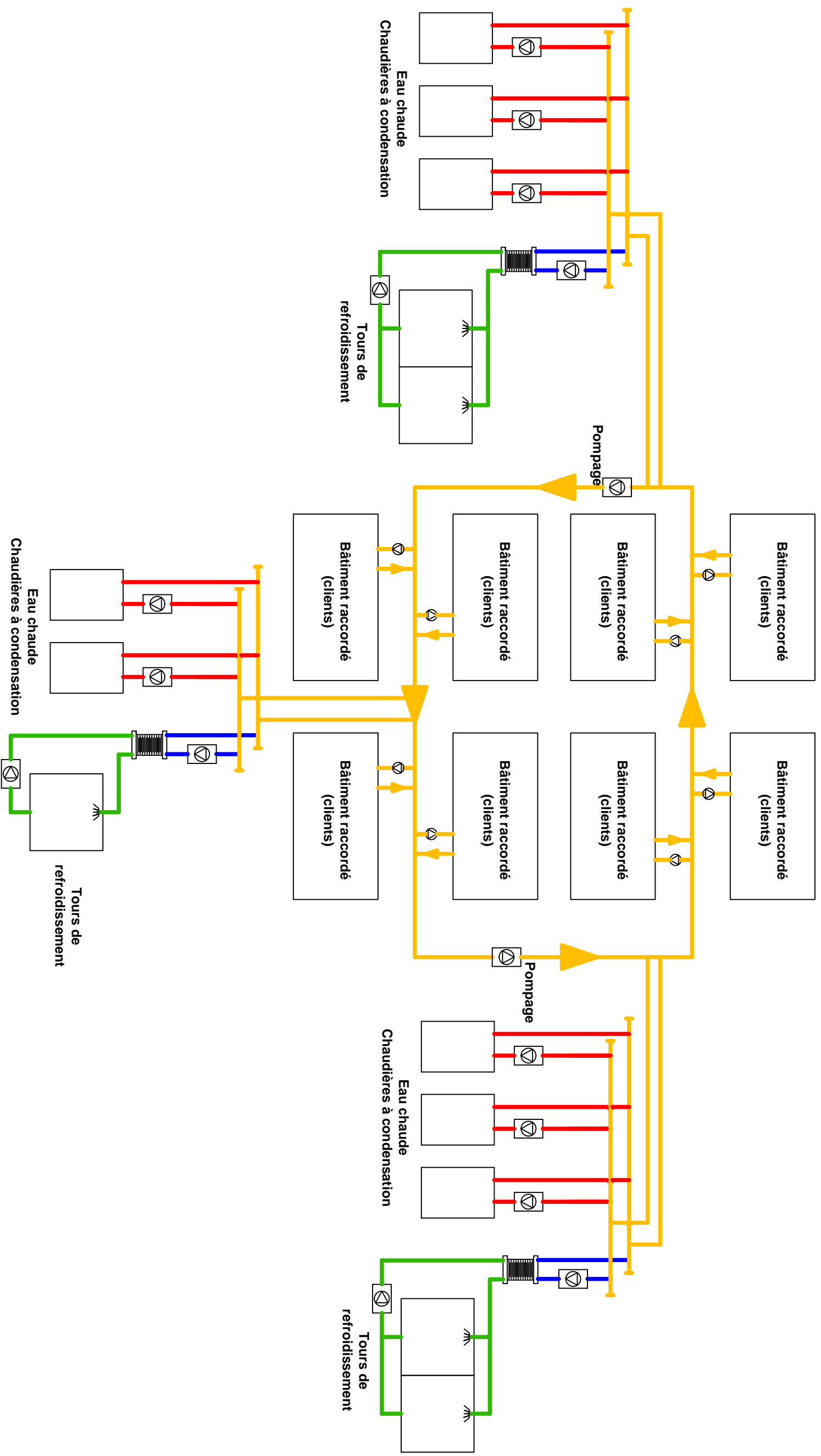
No.	A	10 AVR 2015
	POUR INFORMATION	DATE
	RÉVISION	

PROJET:
SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE

TITRE:
SCHEMA D'ÉCOULEMENT
CENTRALE THERMIQUE
OPTION 4 TUYAUX - EAU CHAUDE ET EAU GLACÉE

DISCIPLINE: MÉCANIQUE	DATE: 10 AVRIL 2015
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR
CLIENT:	ÉCHELLE: AUCUNE
ARCHITECTE:	RÉFÉRENCE: N/A
DOSSIER: L10244-00	PLAN No.: M-007

Options eau tempérée - 1 tuyau (centrales multiples)



**BEAUDOIN
HURENS**

☎ 514.384.4222
✉ bh@beaudoinhurens.ca

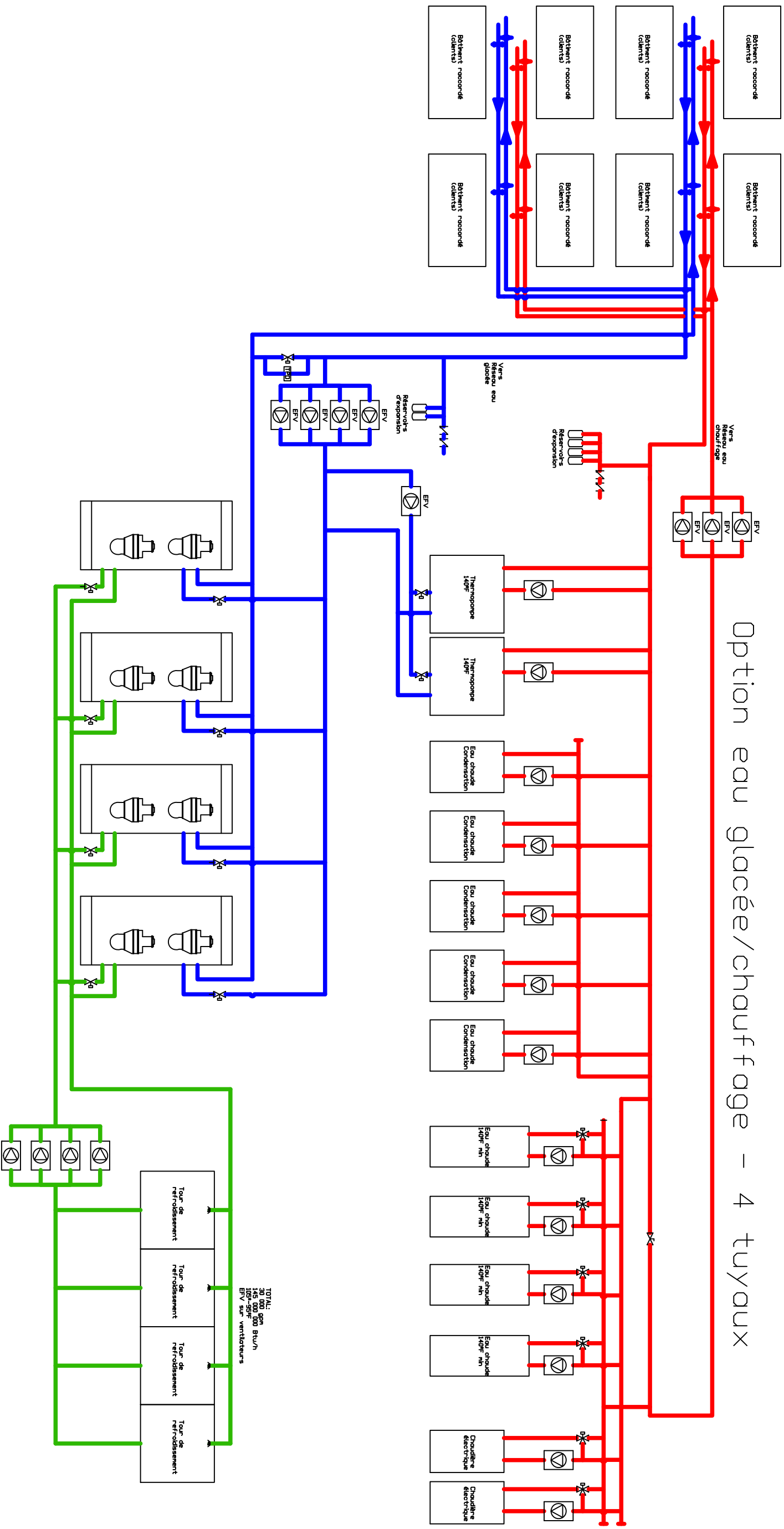
NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION

No.	A	15 MAI 2015
	POUR INFORMATION	DATE
	RÉVISION	

PROJET:
SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE

TITRE:
SCHEMA D'ÉCOULEMENT
CENTRALE THERMIQUE
OPTION 1 TUYAU - CENTRALES MULTIPLES

DISCIPLINE: MÉCANIQUE		DATE: 15 MAI 2015	PLAN No.: M-009
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR	ÉCHELLE: AUCUNE	
CLIENT:		RÉFÉRENCE: N/A	
ARCHITECTE:		DOSSIER: L10244-00	



Option eau glacée/chauffage - 4 tuyaux

BEAUDOIN HURENS
 514-384-4222
 bh@beaudoinhurens.ca

NE PAS UTILISER CE PLAN POUR CONSTRUCTION

No.	A	10 AVR 2015
	POUR INFORMATION	DATE
	RÉVISION	

PROJET:
 SYSTÈME DE CLIMATISATION ET CHAUFFAGE
 URBAIN SECTEUR NAMUR - DE LA SAVANE

TITRE:
 SCHEMA D'ÉCOULEMENT
 CENTRALE THERMIQUE
 OPTION 4 TUYAUX - EAU CHAUDE ET EAU GLACÉE

DISCIPLINE: MÉCANIQUE		DATE: 10 AVRIL 2015
PRÉPARÉ PAR: MIGUEL COSTA	VÉRIFIÉ PAR: MAXIME BOISCLAIR	ÉCHELLE: AUCUNE
CLIENT:		RÉFÉRENCE: N/A
ARCHITECTE:		DOSSIER: L10244-00
		PLAN No.: M-007

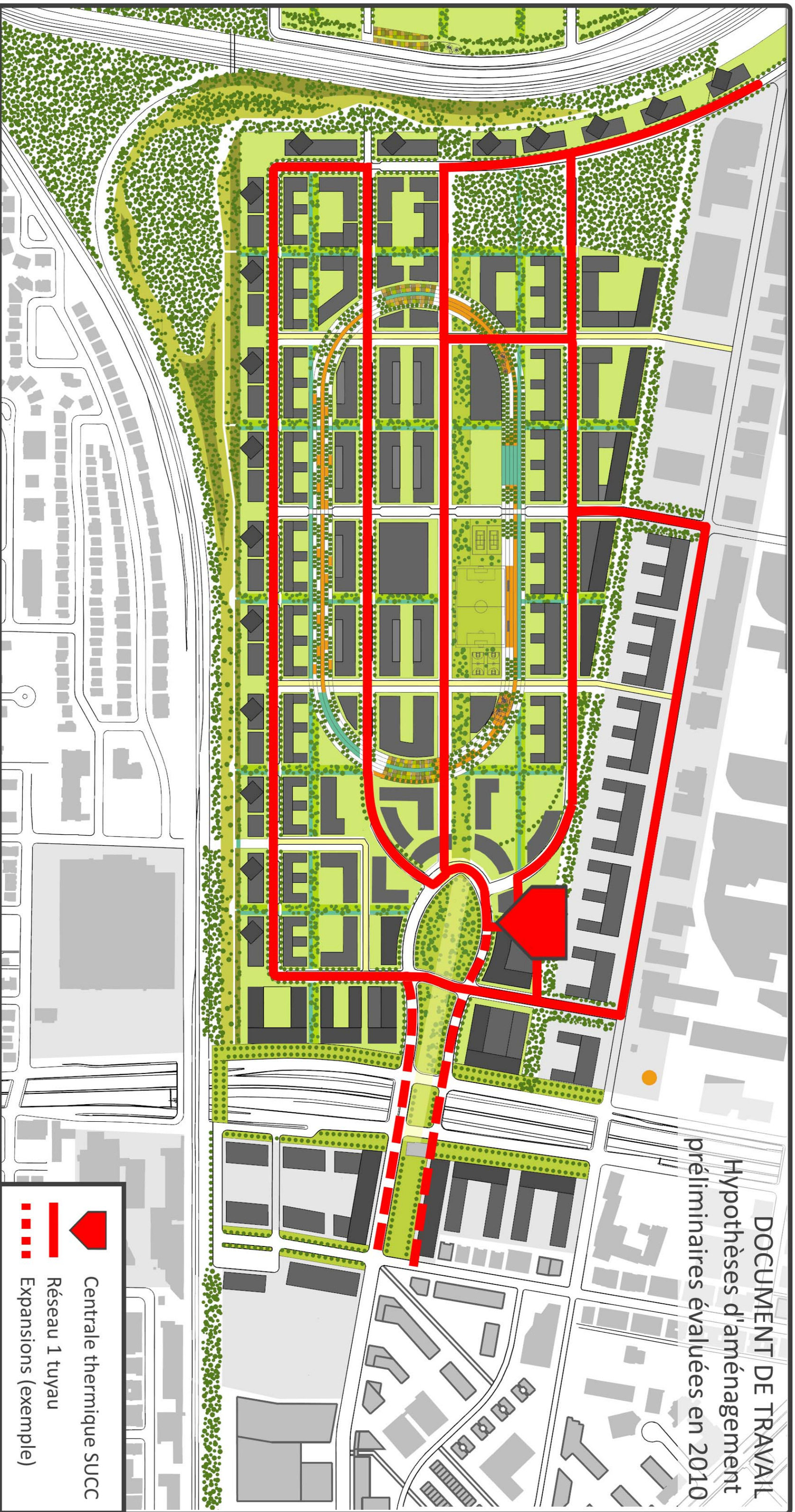
ANNEXE 4 – CHARGES ÉLECTRIQUES ESTIMÉES



Équipement	Tension prévue	Puissance moteur	Été	Hiver	Note
Refroidisseur 2375 tons double compresseur (2 moteurs)	4 160 V		957 hp Été		163 MCA
			856 hp Été		145 MCA
Refroidisseur 2375 tons double compresseur (2 moteurs)	4 160 V		957 hp Été		163 MCA
			856 hp Été		145 MCA
Refroidisseur 2375 tons double compresseur (2 moteurs)	4 160 V		957 hp Été		163 MCA
			856 hp Été		145 MCA
Refroidisseur 2375 tons double compresseur (2 moteurs)	4 160 V		957 hp Été		163 MCA
			856 hp Été		145 MCA
Pompe tour d'eau	4 160 V		250 hp Été		
Pompe tour d'eau	4 160 V		250 hp Été		
Pompe tour d'eau	4 160 V		250 hp Été		
Pompe tour d'eau (back-up)	4 160 V		250 hp Back-up		
Pompe eau glacée	4 160 V		350 hp Été	Hiver	EFV
Pompe eau glacée	4 160 V		350 hp Été		EFV
Pompe eau glacée	4 160 V		350 hp Été		EFV
Pompe eau glacée (back-up)	4 160 V		350 hp Back-up		
Pompe eau chauffage	4 160 V		300 hp Été	Hiver	EFV
Pompe eau chauffage	4 160 V		300 hp	Hiver	EFV
Pompe eau chauffage (back-up)	4 160 V		300 hp	Back-up	
Chaudière électrique à éléments	4 160 V	3 360 kW	Hors-pointe	Hors-pointe	100% résistif
Chaudière électrique à éléments	4 160 V	3 360 kW		Hiver	100% résistif
Thermopompe 1000 tons (8 moteurs)	600 V	8 x 181kW	Été	Hiver	8 x 256 MCA
Ventilateur tour d'eau	600 V		75 hp Été		EFV
Ventilateur tour d'eau	600 V		75 hp Été		EFV
Ventilateur tour d'eau	600 V		75 hp Été		EFV
Ventilateur tour d'eau	600 V		75 hp Été		EFV
Ventilateur tour d'eau	600 V		75 hp Été		EFV
Ventilateur tour d'eau	600 V		75 hp Été		EFV
Ventilateur tour d'eau	600 V		75 hp Été		EFV
Pompe chaudière à eau chaude	600 V	100 hp		Hiver	EFV
Pompe chaudière à eau chaude	600 V	100 hp		Back-up	
Pompe Thermopompe (condenseur)	600 V	50 hp Été		Hiver	EFV
Pompe Thermopompe (évaporateur)	600 V	50 hp Été		Hiver	EFV
Pompe chaudière à condensation	600 V	10 hp Été		Hiver	
Pompe chaudière à condensation	600 V	10 hp Été		Hiver	
Pompe chaudière à condensation	600 V	10 hp Été		Hiver	
Pompe chaudière à condensation	600 V	10 hp		Hiver	
Pompe chaudière à condensation	600 V	10 hp		Hiver	
Ventilation centrale (20 000cfm été, 60 000cfm hiv)	600 V		100 hp Été	Hiver	EFV
Refroidissement salle électrique 30 tons	600 V		40 hp Été	Hiver	
Ventilation salle électrique	600 V		10 hp Été	Hiver	EFV
Ventilateur brûleur chaudière à eau	600 V		25 hp	Hiver	
Ventilateur brûleur chaudière à eau	600 V		25 hp	Hiver	
Ventilateur brûleur chaudière à eau	600 V		25 hp	Hiver	
Ventilateur brûleur chaudière à eau	600 V		25 hp	Hiver	
Ventilateur brûleur chaudière à condensation	600 V		20 hp Été	Hiver	
Ventilateur brûleur chaudière à condensation	600 V		20 hp Été	Hiver	
Ventilateur brûleur chaudière à condensation	600 V		20 hp Été	Hiver	
Ventilateur brûleur chaudière à condensation	600 V		20 hp	Hiver	
Ventilateur brûleur chaudière à condensation	600 V		20 hp	Hiver	
Ventilateur d'urgence B-52	600 V	10 hp		Sur alarme	Sur alarme
Ventilateur d'urgence B-52	600 V	10 hp		Sur alarme	Sur alarme
Ventilateur d'urgence B-52	600 V	10 hp		Sur alarme	Sur alarme
Ventilateur d'urgence B-52	600 V	10 hp		Sur alarme	Sur alarme

*Prévoir banque de condensateur pour redresser le facteur de puissance en été

ANNEXE 5 – TRACES DE TUYAUTERIE POUR CHAQUE OPTION

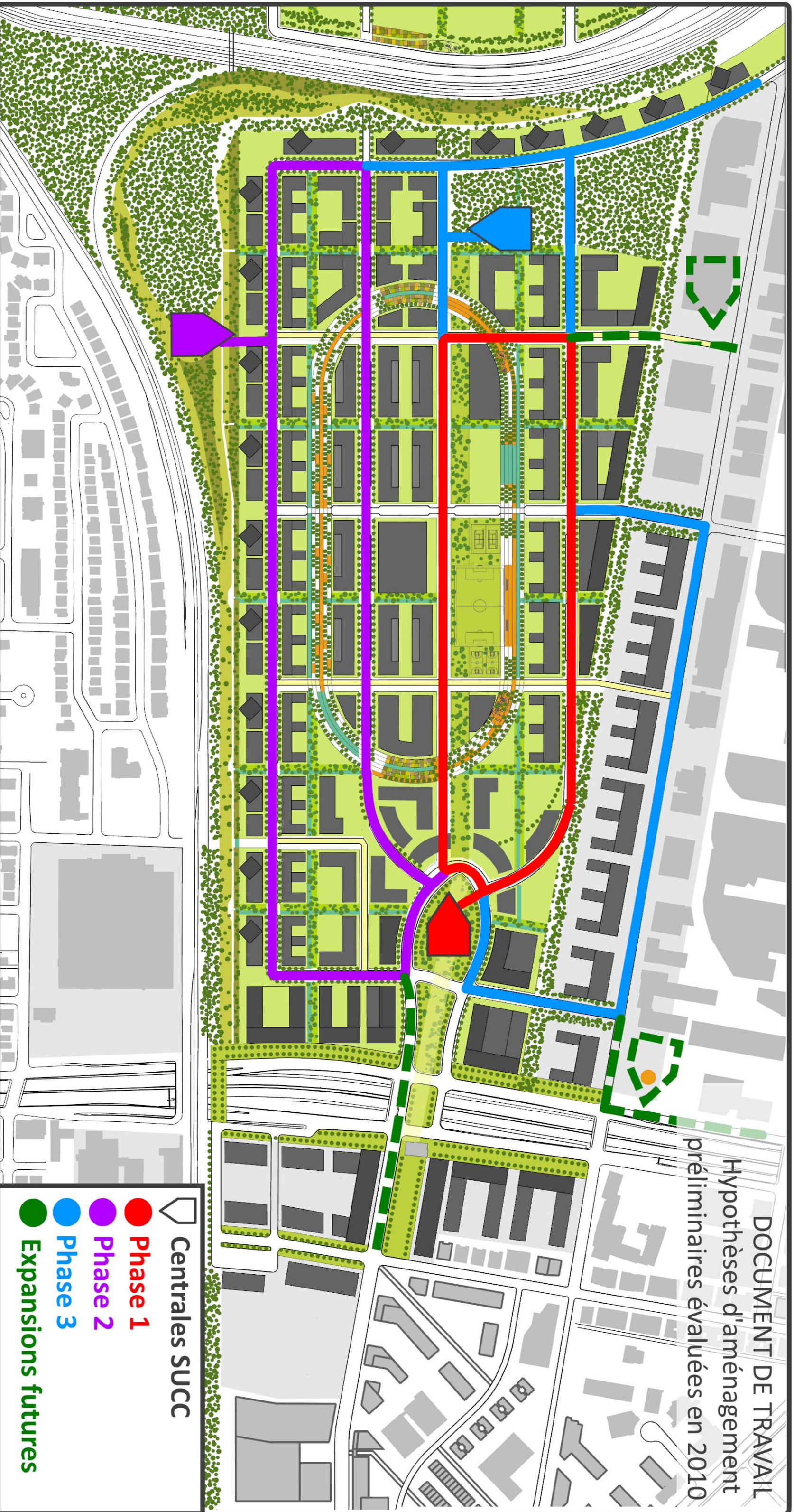
Note : Les plans d'aménagement utilisés dans le cadre de l'étude correspondent à des hypothèses de travail seulement. La mise en valeur du site de l'ancien hippodrome fait l'objet d'une démarche de planification en cours à l'échelle du secteur Namur-De la Savane.



-  Centrale thermique SUCC
-  Réseau 1 tuyau
-  Expansions (exemple)

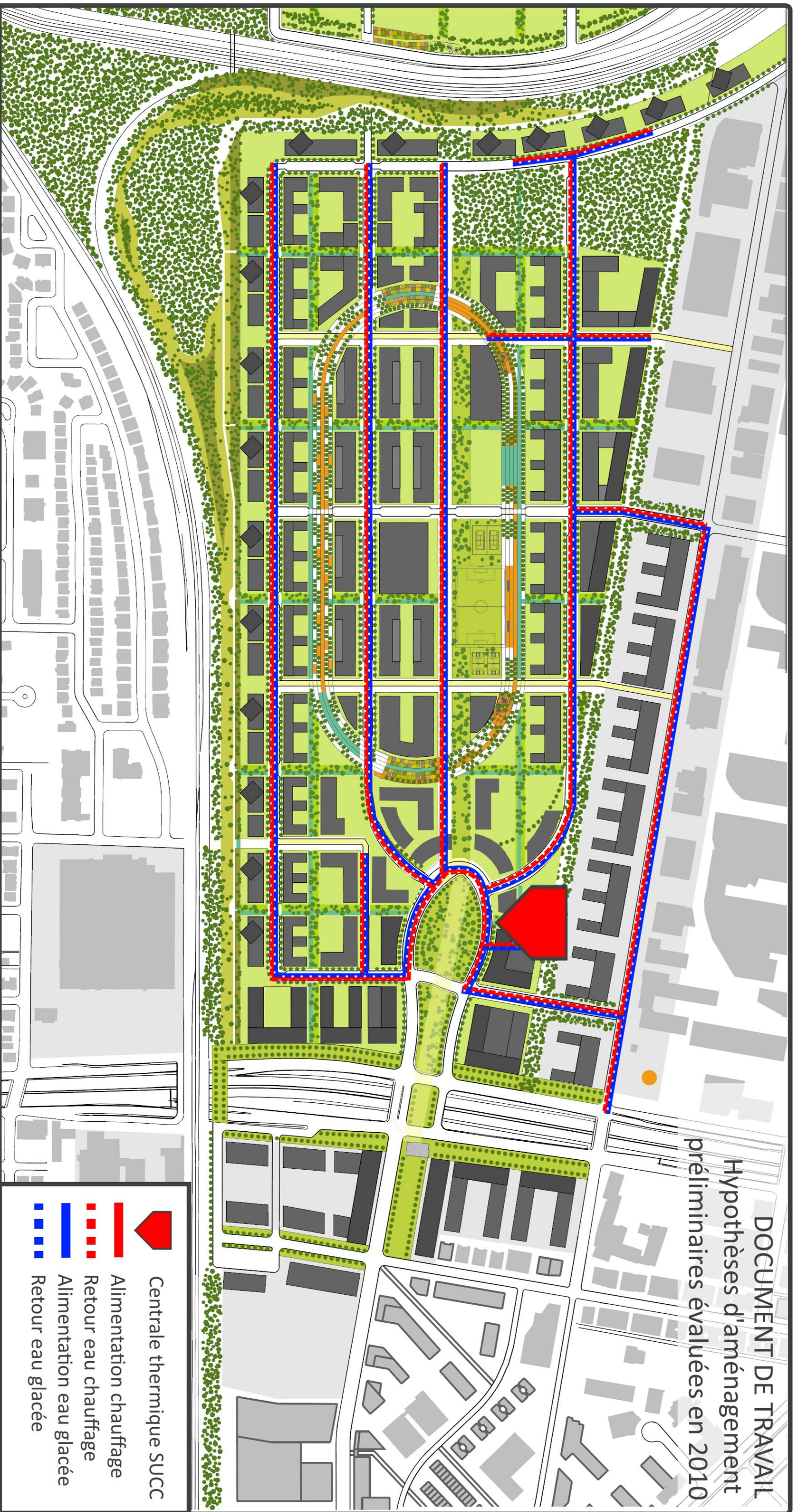
Tracé préliminaire de réseau de tuyauterie d'un SUCC à 1 tuyau, 1 centrale

Source : Hypothèse d'aménagement en date de 2010 (à mettre à jour avec les versions futures)



Tracé préliminaire de réseau de tuyauterie d'un SUCC à 1 tuyau, centrales multiples (3)

Source : Hypothèse d'aménagement en date de 2010 (à mettre à jour avec les versions futures)

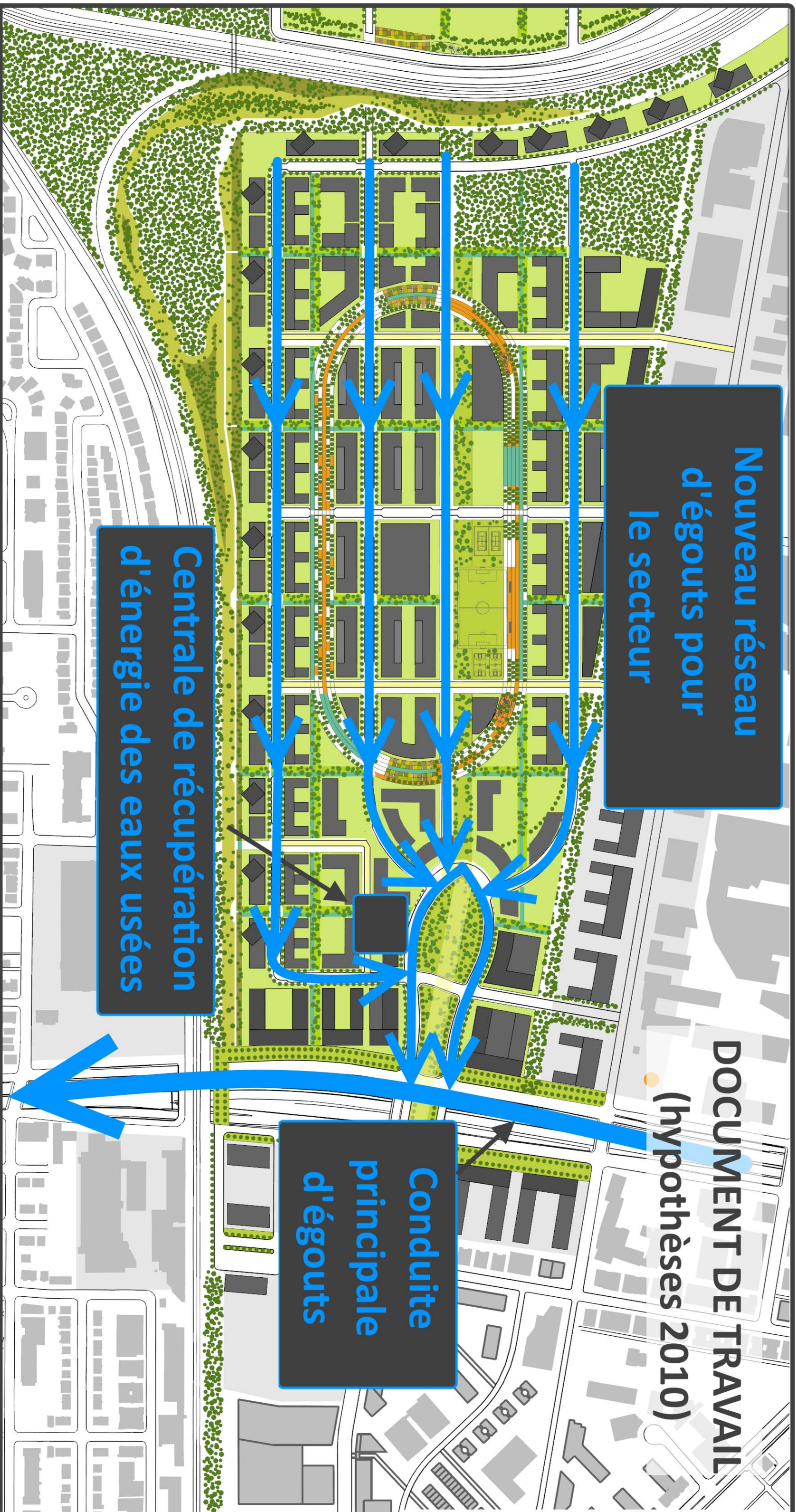


-  Centrale thermique SUCC
-  Alimentation chauffage
-  Retour eau chauffage
-  Alimentation eau glacée
-  Retour eau glacée

Tracé préliminaire de réseau de tuyauterie d'un SUCC à 4 tuyaux, 1 centrale

Source : Hypothèse d'aménagement en date de 2010 (à mettre à jour avec les versions futures)

ANNEXE 6 – RÉCUPÉRATION DE CHALEUR DES ÉGOUTS



**Nouveau réseau
d'égouts pour
le secteur**

**Centrale de récupération
d'énergie des eaux usées**

**Conduite
principale
d'égouts**

DOCUMENT DE TRAVAIL
(hypothèses 2010)