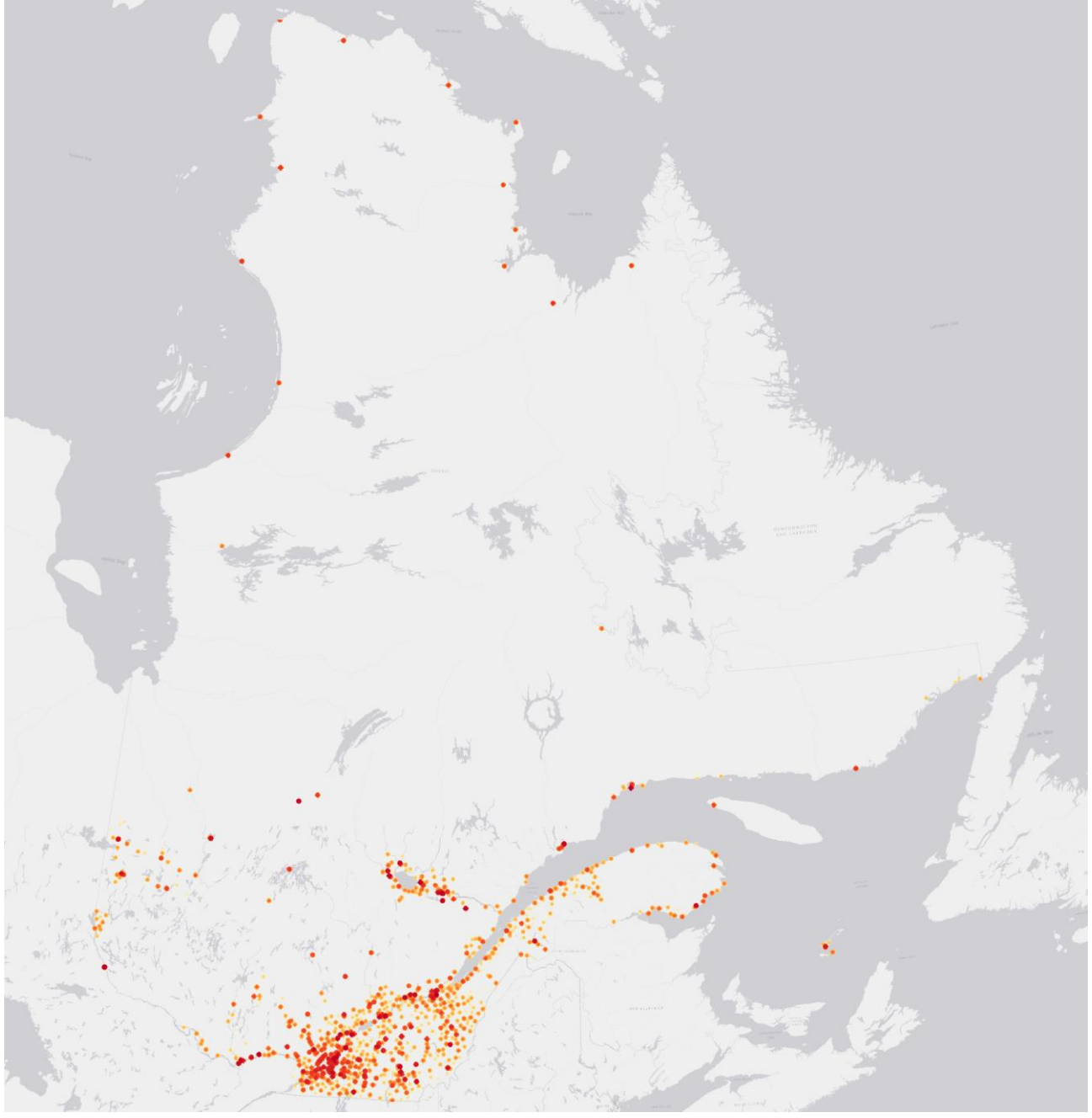


Évaluation du potentiel de valorisation des rejets thermiques au Québec

Stéphan Gagnon

Énergie et Ressources naturelles Québec

Bruno Marcotte &
Michaël Kummert

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

17 novembre 2021

Une nouvelle filière énergétique

- Économie circulaire
  - Valoriser un rejet (la chaleur) afin de réduire les besoins en ressources (combustibles ou électricité)
- Valorisation de rejets thermiques (VRT) internes
  - Siège social de la RAMQ
- Valorisation de rejets thermiques externes
  - Incinérateur de la Ville de Québec
  - Serres Toundra à Saint-Félicien

Appel de propositions de 275 M$

- 31 M$ à la Ville de Québec
  - Valorisation des rejets de vapeur de son incinérateur par l'Hôpital de l'Enfant-Jésus
  - 73,33% des coûts admissibles

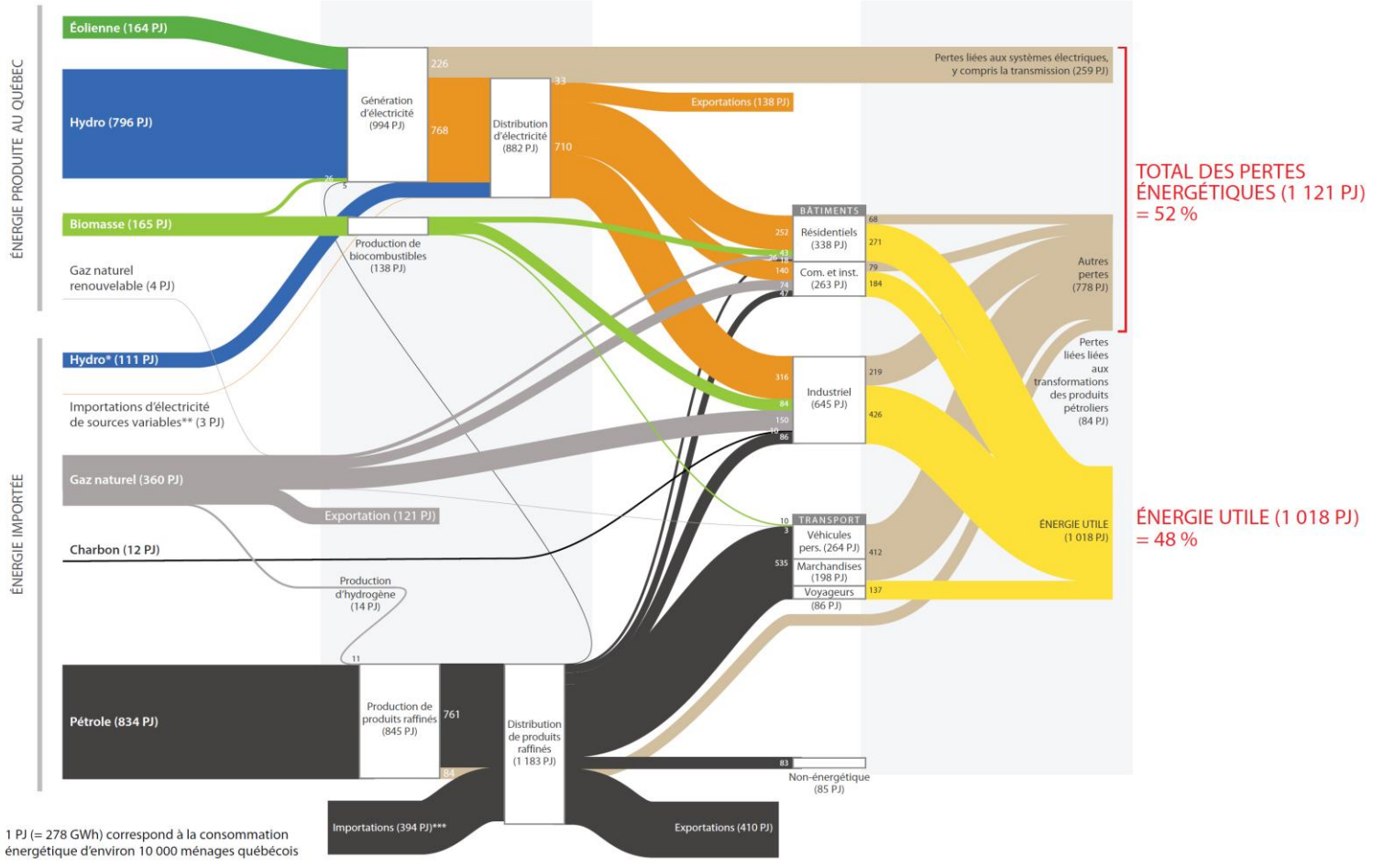
Québec Mines et énergie

- https://mern.gouv.qc.ca/quebec-mines/programmation-2021/valorisation-rejets-thermiques-nouvelle-filiere-energetique-quebec/
- 25 novembre AM: Valorisation des rejets thermiques : une nouvelle filière énergétique pour le Québec
  - Les réseaux de chaleur comme leviers de développement – le cas de la Ville de Saint-Félicien
  - Valorisation de la chaleur des eaux grises
  - La récupération d'énergie thermique, un nouveau paradigme du traitement informatique (Qscale)
  - Zibi : Écoquartier à faible émission de carbone, un concept innovant de climatisation et de chauffage urbain
  - Valorisation de la vapeur de l'incinérateur de la Ville de Québec sur le site de l'Hôpital de l'Enfant-Jésus

Étude du potentiel géolocalisé de la VRT au Québec

- Rapport d'étude sur notre page Web
  - https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/affaires/appel-de-propositions/valorisation-des-rejets-thermiques
- Géolocalisation du potentiel bientôt disponible
- Registre obligatoire des rejets thermiques importants

Combien d'énergie pourrait-on récupérer en valorisant les rejets thermiques au Québec?



TOTAL DES PERTES ÉNERGÉTIQUES (1 121 PJ) = 52 %

ÉNERGIE UTILE (1 018 PJ) = 48 %

Rejets thermiques ***valorisables***?

- **Combien de PJ?**
- **Où?**

[Whitmore & Pineau, 2021]

Mandataire et financement

- Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles
  - Stéphan Gagnon, Spécialiste en grands bâtiments et valorisation de rejets thermiques

Équipe de projet

- Polytechnique Montréal, Département de Génie Mécanique
  - Bruno Marcotte, B. Ing., M. Sc. – Professionnel de recherche
  - Emilie Senécal-Léonard, CPI, M. Ing - Professionnel de recherche
  - Michaël Kummert, ing., Ph.D – Professeur titulaire
- Université de Montréal, École d'urbanisme et d'architecture de paysage
  - Franck Scherrer, Ph.D. – Professeur titulaire
  - Frédéric Audy-Roy – Étudiant à la maîtrise
- CTTÉI
  - Pedro Ramirez, ing.
  - Laurence Fiset-Sauvageau, ing. jr
- CIRAIG
  - Sophie Fallaha, M. Sc.
  - Pierre-Olivier Roy, B. Ing., Ph.D.

Plan de présentation

1. But et objectifs du projet
2. Rejets thermiques
3. Besoins thermiques
4. Potentiel de valorisation
5. Études de cas
6. Questions et discussions

But du projet

- **Évaluer le potentiel de valorisation des rejets thermiques du Québec**

Rejets ⟶ Besoins

1. Rejets thermiques **valorisables**?
   - Quantité
   - Qualité
2. Emplacement?
   - Proximité entre besoins et rejets thermiques (territoires, villes, quartiers, etc…)
3. Faisabilité technique et économique + impact environnemental?

Objectifs et livrables

- Objectifs:
  1. Cartographier les sources de rejets et besoins thermiques
  2. Cartographier le potentiel actuel de valorisation des rejets thermiques
  3. Réaliser une évaluation des impacts environnementaux et des synergies thermiques de 5 études de cas
- Livrables:
  - Rapport
  - Bases de données géoréférencées évolutives

Rejets thermiques

Rejets thermiques

- Rejets thermiques valorisables:
  - Qualité: Température et constituant du rejet
  - Quantité : GJ/an
- Sources des rejets pris en compte:

Catégories	Nombre d'établissements	Rejets thermiques[PJ/an]
Secteur industriel	71	171
Centrales de cogénération	20	14,9
Centres de données	22	3,5
Réseaux électriques autonomes	20	1,2
Station d'épuration des eaux	848	13,7
	Total :	**204**

Rejets thermiques
Méthodologie: Établissements industriels

1

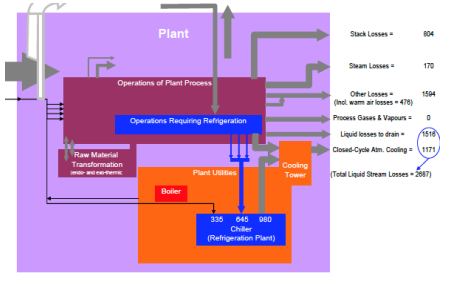
<u>Indicateur de consommation énergétique</u>
- Registre canadien [tCO_2e]
- Informations par établissement

<u>Statistiques canadiennes (Stat. Can.)</u>
- Consommation d'énergie par classe industrielle [GJ]
- Émissions de GES par industrie [tCO_2e]
- Informations agrégées sur le territoire canadien

2

<u>Estimation de consommation énergétique</u>
- Informations par établissement

<u>Rejets thermiques en fonction de la consommation énergétique (Stricker Associates Inc., 2007):</u>
- Bilans thermiques par procédé
- 19 classes industrielles



<u>Estimation des rejets thermiques</u>
- **Informations par établissement**

Stricker Associates Inc. (2007). *Market study on waste heat and requirements for cooling and refrigeration in Canadian industry*. Stricker Associates Inc. Canada.

Rejets thermiques
Établissements industriels

- Pertes par cheminées : gaz de combustion et air chaud provenant de séchoir (150 °C à 800 °C)

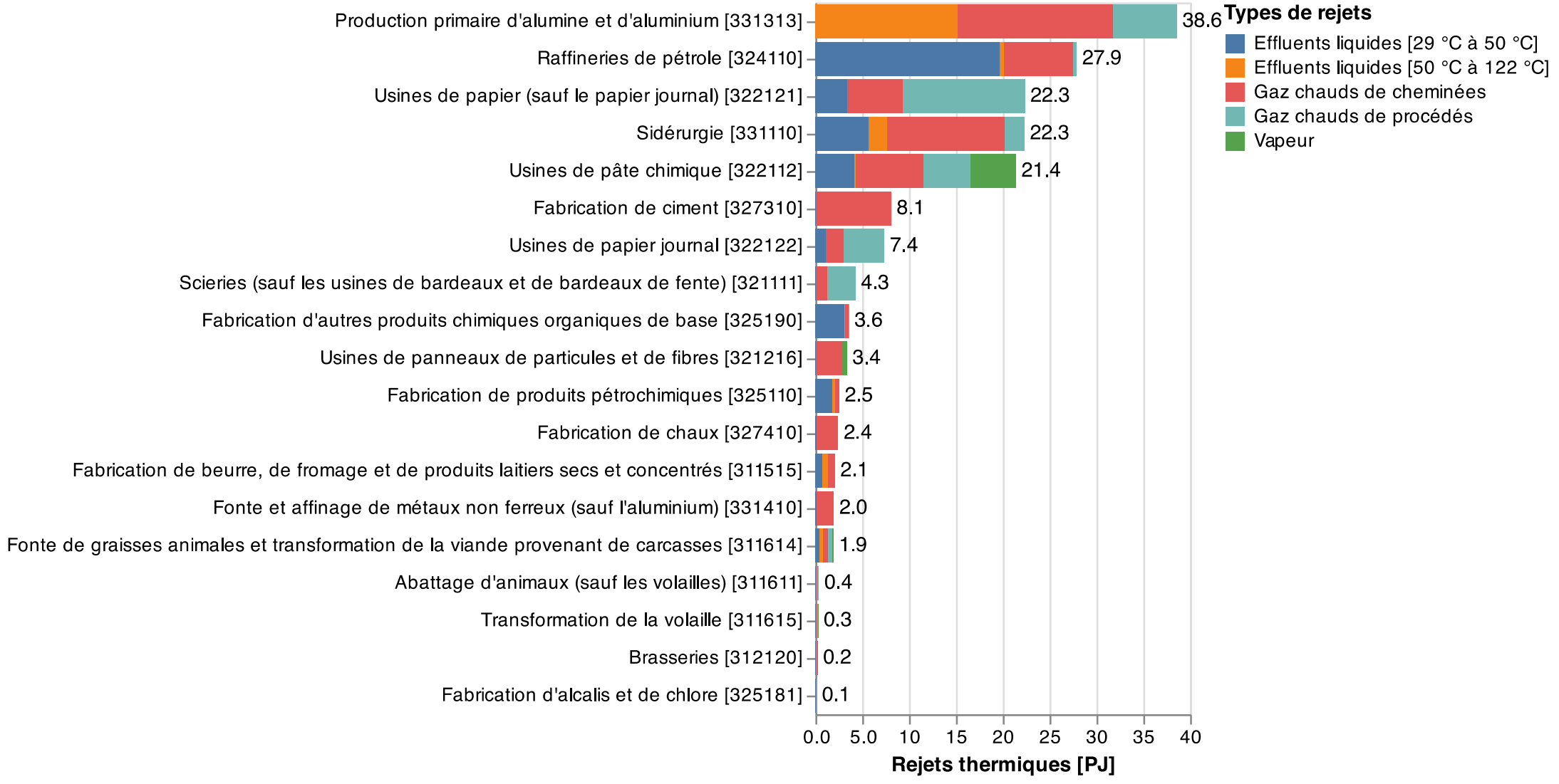
- Pertes de vapeur : provient de vapeur à basse et moyenne pression (100 °C à 257 °C; 15 à 650 psi)

- Gaz et vapeur de procédés : air humide et gaz provenant de procédé industriel (80 °C à 500 °C)

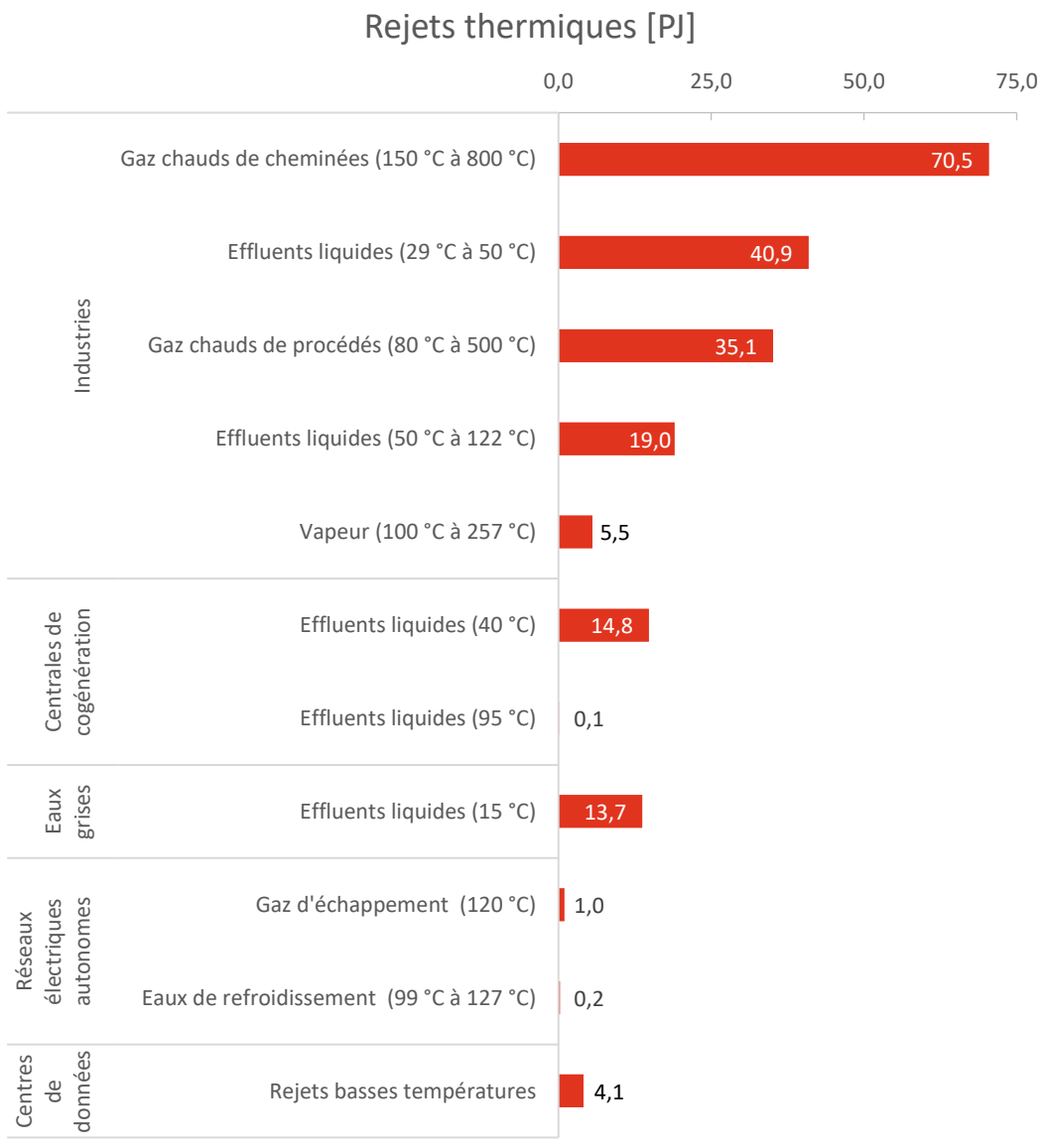
- Effluents liquides à basse température (29 °C à 50 °C)

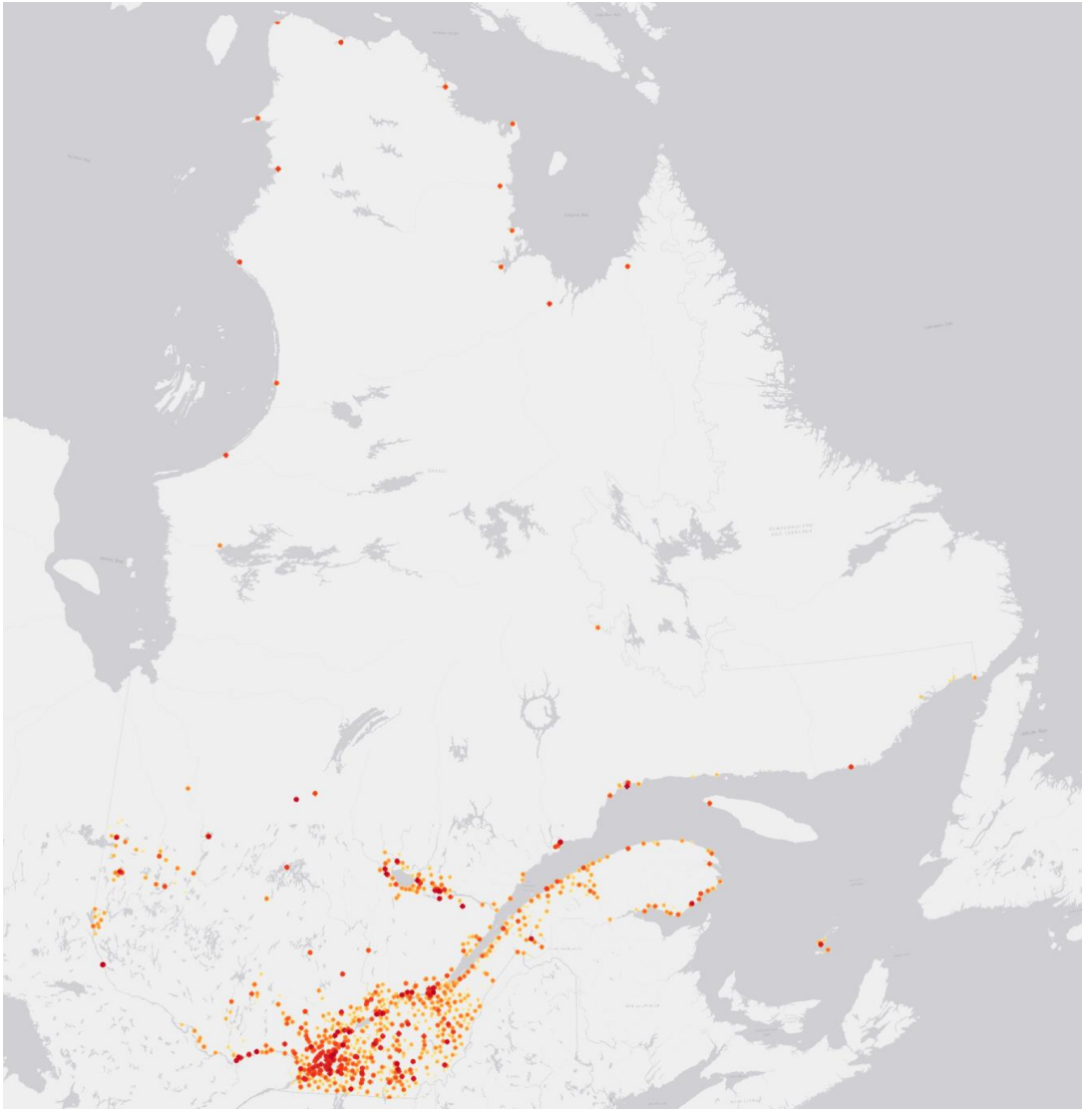
- Effluents liquides à haute température (50 °C à 122 °C)

Rejets thermiques
Établissements industriels



Rejets thermiques





Besoins thermiques

Besoins thermiques

- Besoins thermiques pris en compte:
  - Bâtiments (secteurs résidentiel, commercial et institutionnel): 352 PJ/an
  - Serres agricoles: 4,3 PJ/an
- Défis
  - Où sont les bâtiments?
  - Quelle est leur utilisation?
  - Quelle est leur superficie totale?
  - Quels sont leurs besoins de chaleur pour le chauffage des locaux et de l'eau chaude?

Besoins thermiques
Méthodologie : bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels

1

<u>Unités d'évaluation foncière</u>

- Plateforme GéoIndex (Université Laval)
- Usage prédominant
- Nombre d'étages
- Cadastres géoréférencés

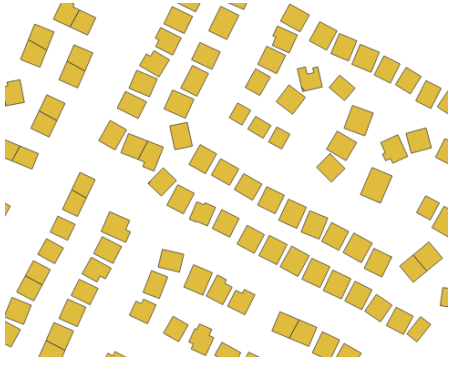
2

<u>Ressources Naturelles Canada (Base de données complète sur la consommation d'énergie)</u>

- Besoins par type d'usage:
  - GJ/m² chauffage
  - GJ/m² eau chaude

<u>Empreintes au sol</u>

- Microsoft et Canadian Building Footprints
- Polygones géoréférencés
- Superficie d'un seul étage

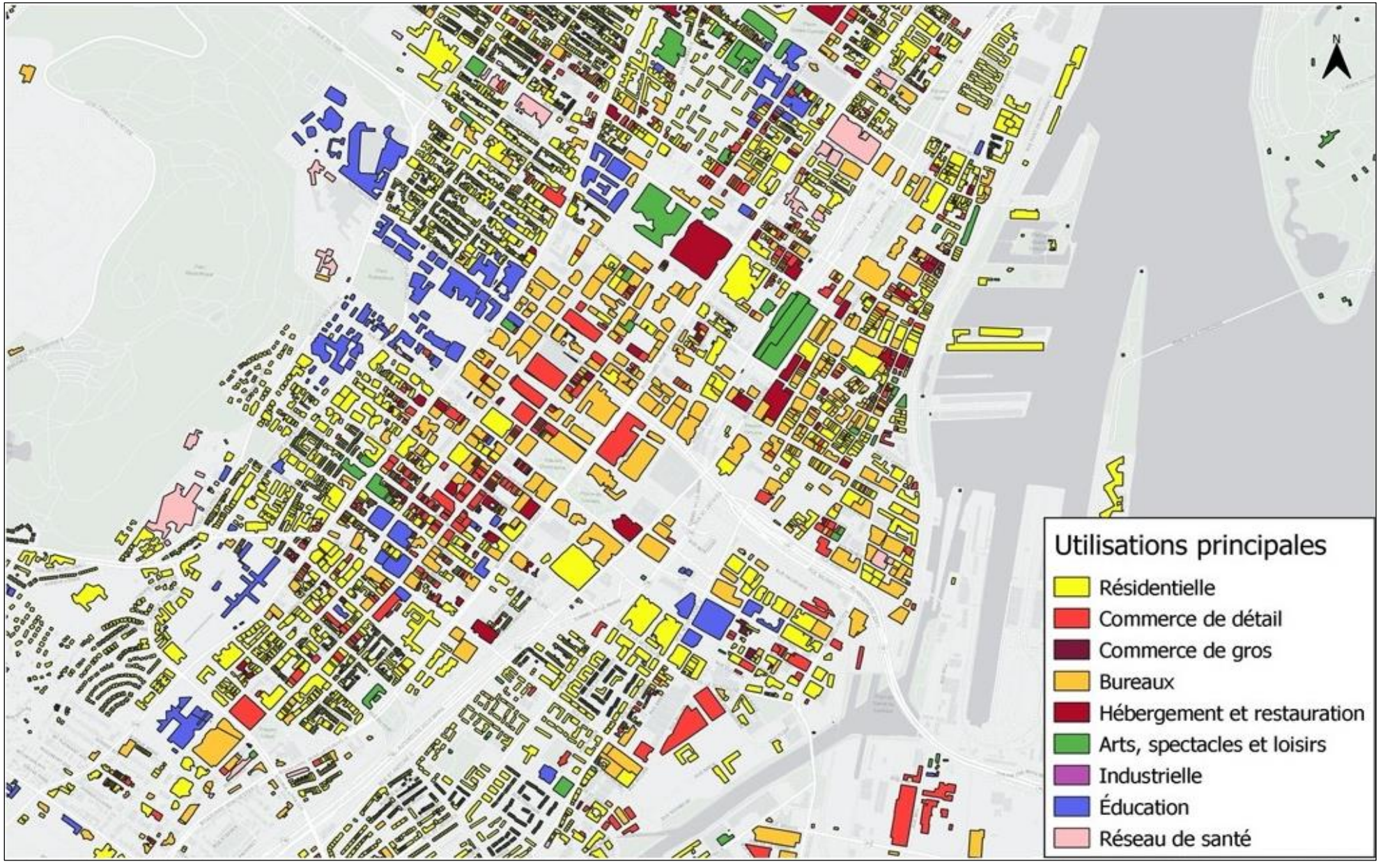


https://github.com/microsoft/CanadianBuildingFootprints

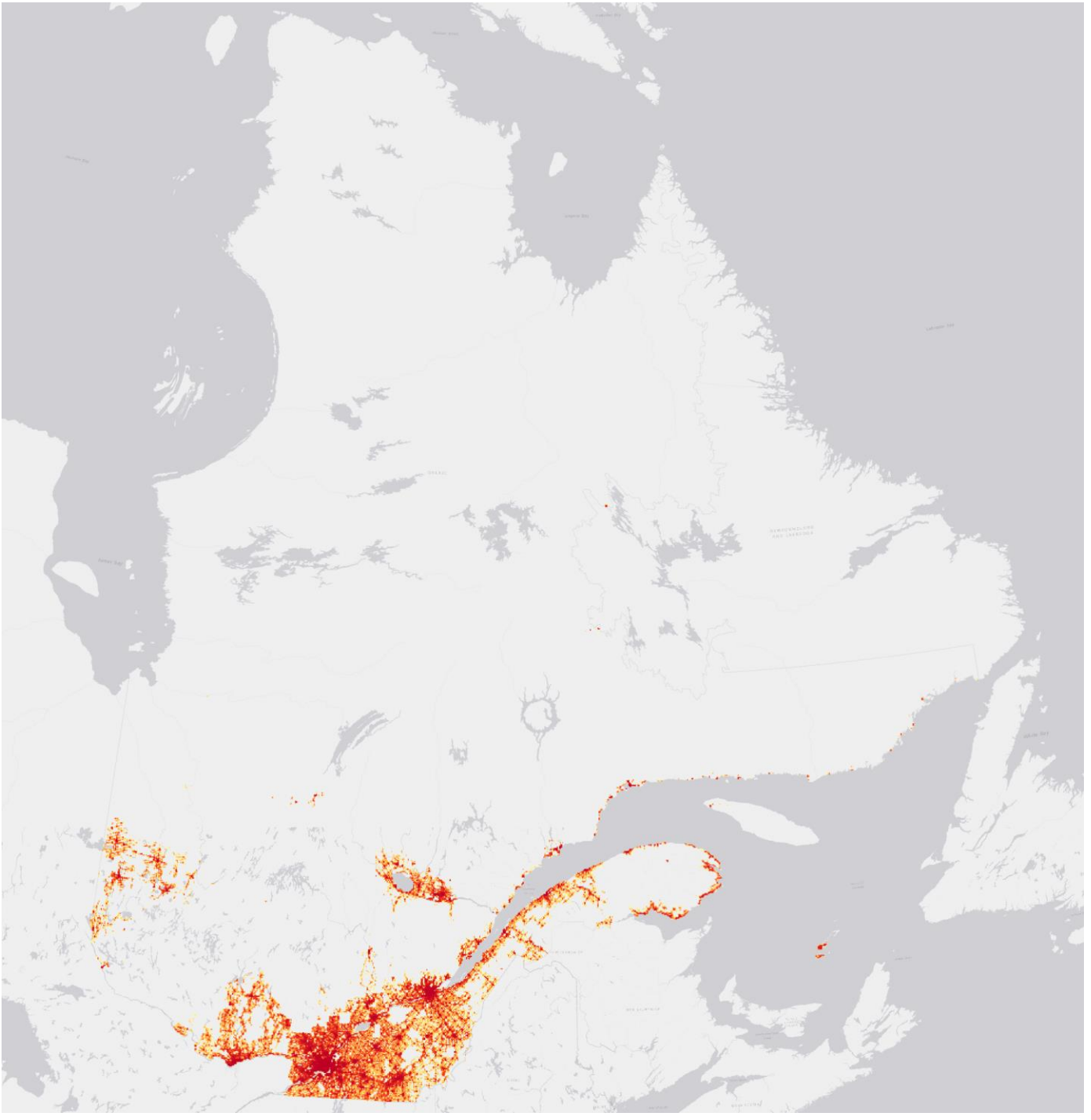
<u>Estimation des besoins thermiques</u>

- **Informations par bâtiment**
- **Eau chaude domestique: profil annuel constant**
- **Chauffage des locaux: base mensuelle (degrés-jours)**

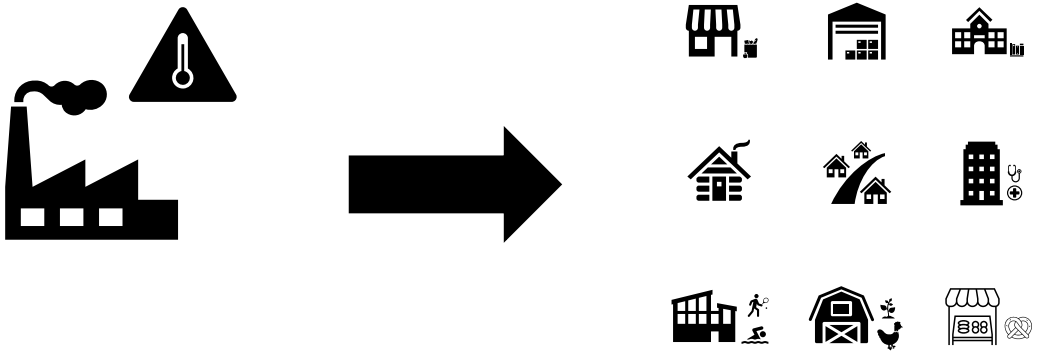
Besoins thermiques



Besoins thermiques

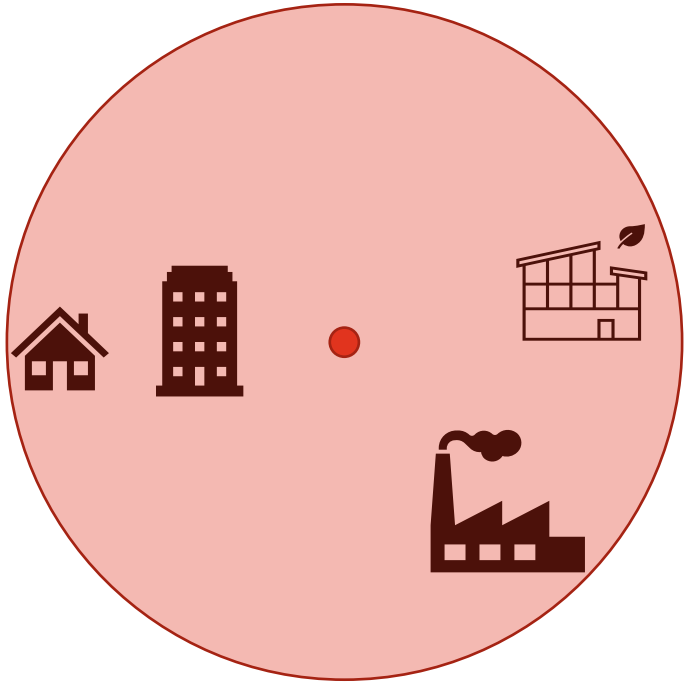


Potentiel de valorisation des rejets thermiques



Potentiel de valorisation des rejets thermiques

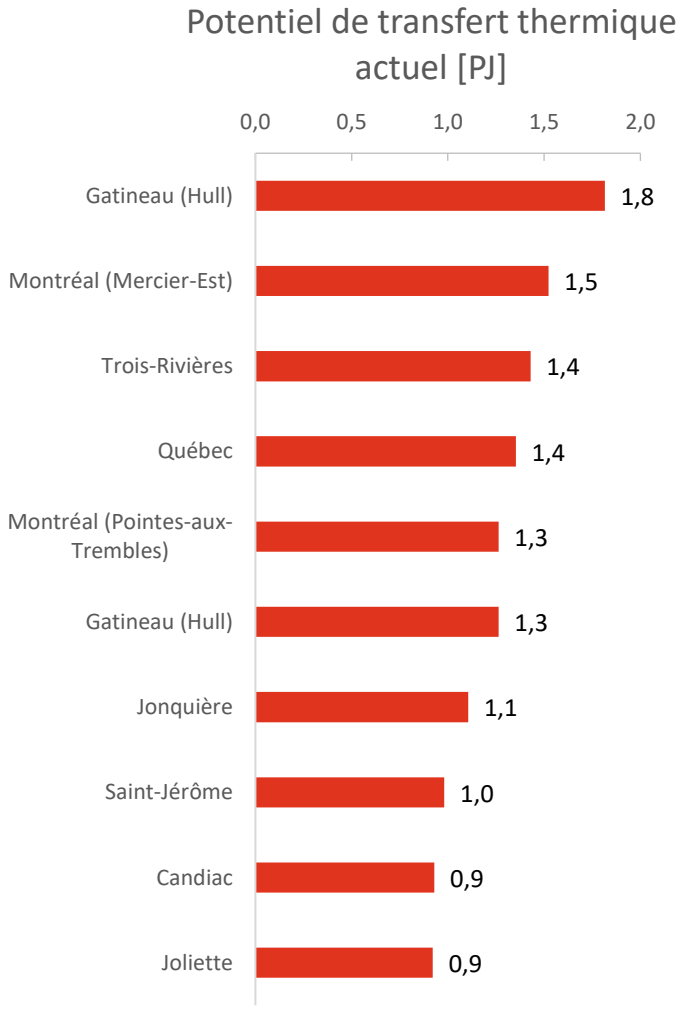
- Croisement des rejets et besoins:
  - Analyses spatiales
- Exemples:
  1. Potentiel de valorisation actuel?
     - Représente la quantité d'énergie qui peut transiter entre émetteurs et récepteurs dans une zone géographique
  2. Potentiel de valorisation futur?
     - Somme des rejets thermiques
     - Somme des besoins thermiques
     - Différence entre rejets et besoins thermiques

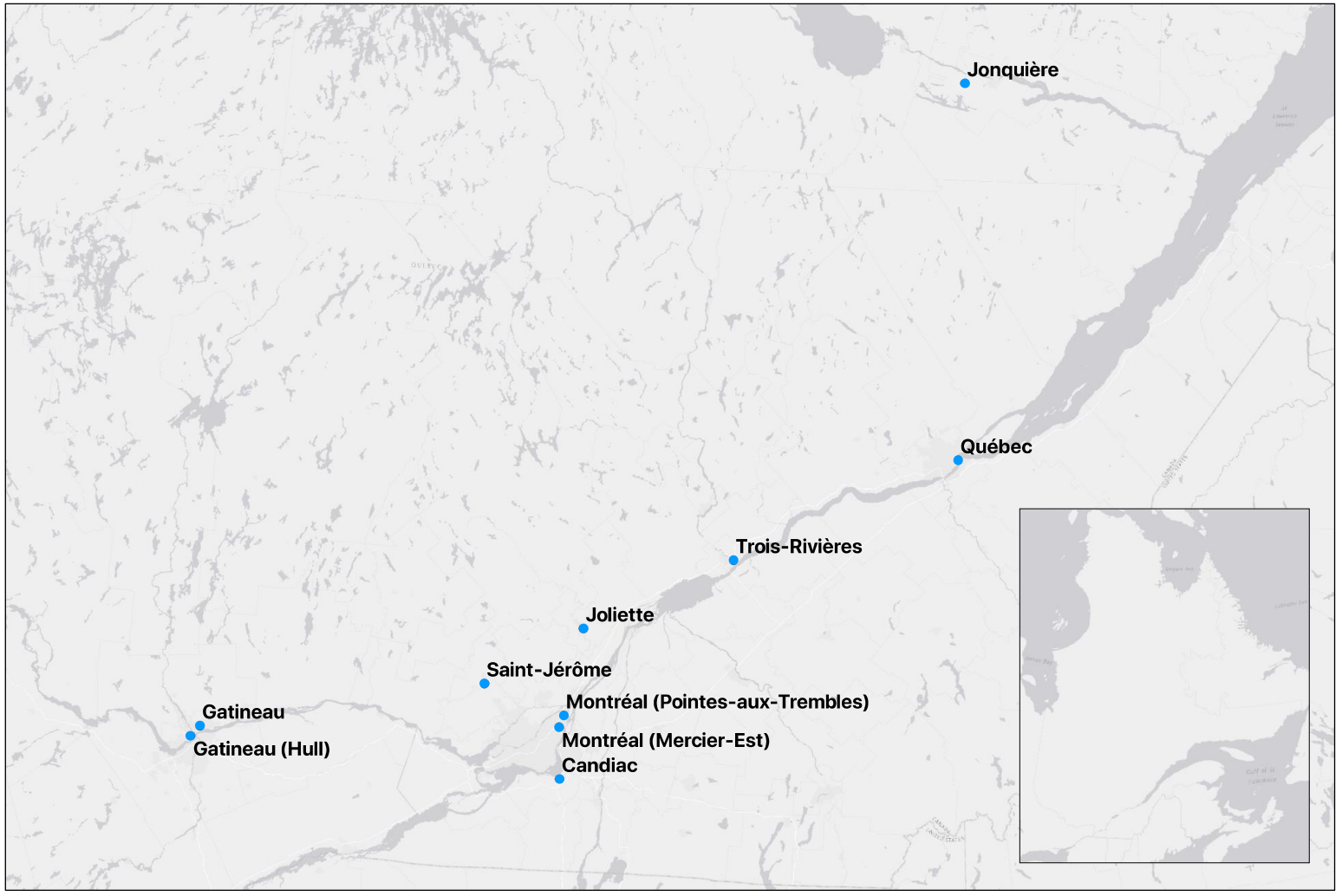


Potentiel de valorisation des rejets thermiques

- Principe:
  - Balayage du Québec à l'aide d'une zone circulaire ayant un rayon de 2 km
  - « Rayon d'action » d'un potentiel réseau de chaleur
  - Maillage de 250 m.

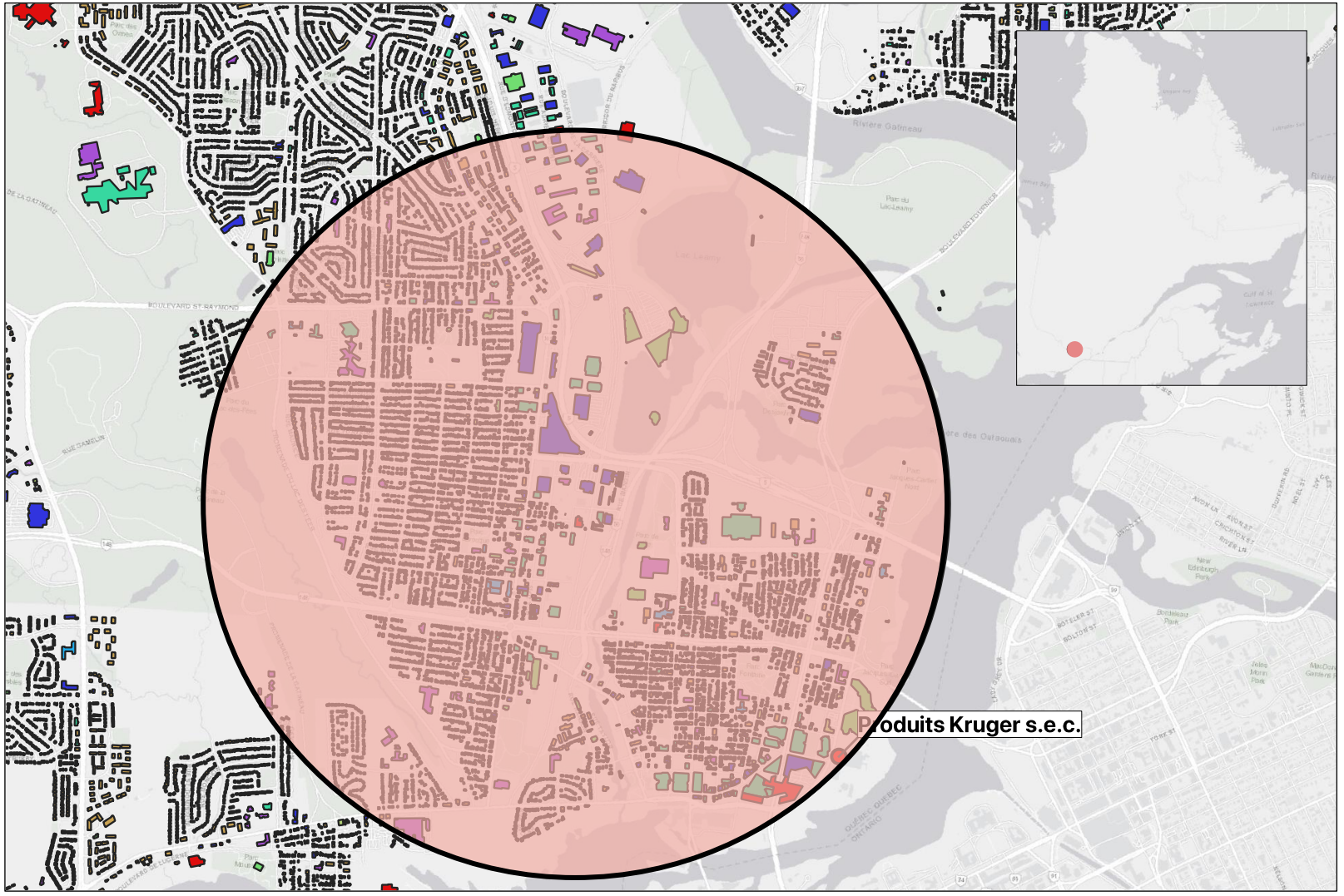
Où y a-t-il le plus grand potentiel de valorisation actuel (Rejets ⟶ Besoins)?





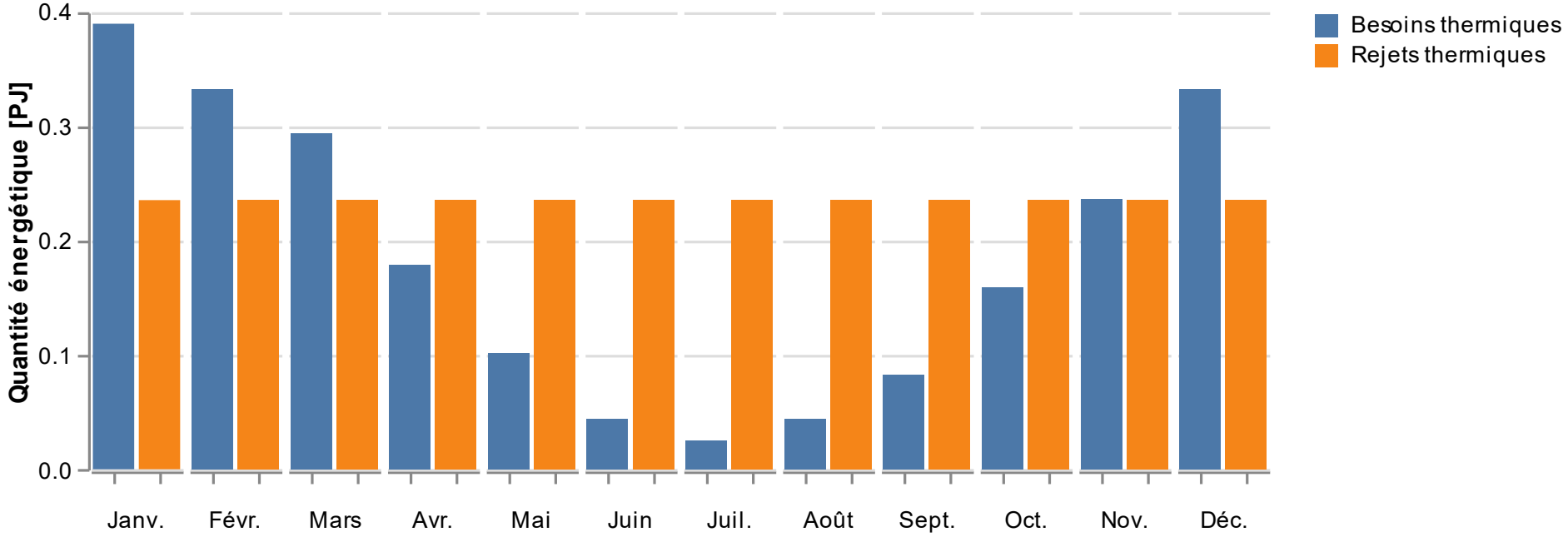
Où y a-t-il le plus grand potentiel de valorisation actuel (Rejets ⟶ Besoins)?

- Gatineau (Hull)
- Potentiel actuel de 1,8 PJ/année



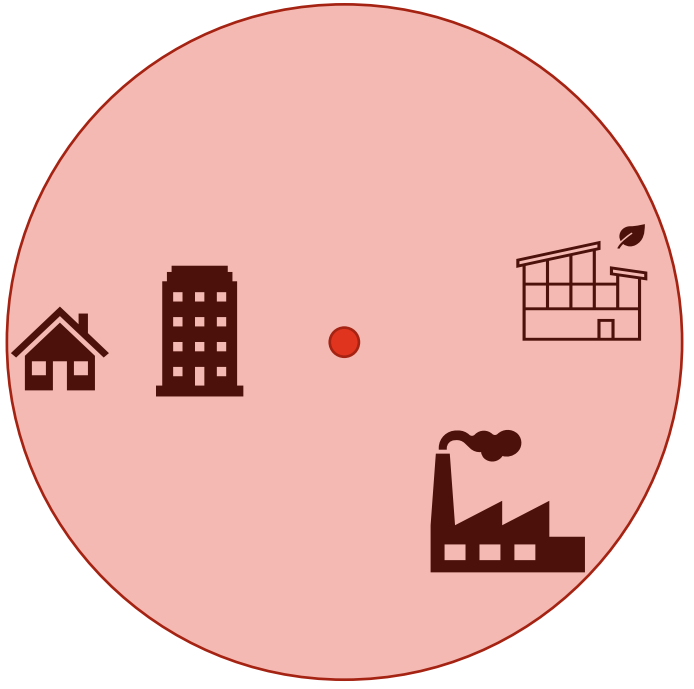
Où y a-t-il le plus grand potentiel de valorisation actuel (Rejets ⟶ Besoins)?

- Potentiel actuel:
  - Somme des minimums entre rejets et besoins thermiques



Potentiel de valorisation des rejets thermiques

- Autres exemples:
  - Recherche par type de rejets thermiques
  - Croisement avec d'autres données géoréférencées (ex: zonage)
  - …



Études de cas

Études de cas

- 5 études de cas appliqués:
  - Partage d'informations d'établissements industriels (rejets thermiques)
- Aspect technique:
  - Conception des procédés de valorisation des rejets thermiques
- Aspect économique:
  - Coûts d'investissement (CAPEX)
  - Solde d'exploitation (OPEX)
- Aspect environnemental:
  - Analyse du cycle de vie pour déterminer les émissions de GES évité

Limites de l'étude et perspectives

- Limites
  - Temporalité simplifiée
  - Uniformité des procédés industriels pour chaque type d'industrie
  - Autres hypothèses simplificatrices

- Perspectives
  - Base de données évolutive
  - Calibration / validation avec données divulguées
  - Amélioration des sources de données et des hypothèses

Principaux livrables de ce projet :
3 bases de données géoréférencées évolutives

- Base de données géoréférencée des rejets thermiques
  - Industries, eaux usées, centrales électriques, centres de données
- Base de données géoréférencées des besoins thermiques
  - Bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels; serres
- Indices du potentiel de valorisation (maillage de 250 m)
  - Potentiel d'échange thermique (potentiel actuel)
  - Excès / manque de chaleur (potentiel futur)
- Bases de données permettent de répondre à des questions variées
  - Sur l'état actuel – Où y a-t-il une bonne diversité thermique avec de grands besoins?
  - Sur les directions à prendre – Où attirer des sources de rejet ou des grands consommateurs?

Questions?

- Michaël Kummert, ing., Ph.D
  michael.kummert@polymtl.ca
- Bruno Marcotte, B. Ing., M. Sc.
  bruno.marcotte@polymtl.ca
- Stéphan Gagnon, ing.
  Stephan.Gagnon@mern.gouv.qc.ca

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

Énergie et Ressources naturelles Québec

- Rapport final:
  https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/en/affaires/appel-de-propositions/valorisation-des-rejets-thermiques