



SOLUTIONS EN OPTIMISATION

# Présentation du rapport de Artelys

« Projet d'analyse et de projection de débit horaire de référence – Rapport final »  
Document 7 au dossier R-3919-2015

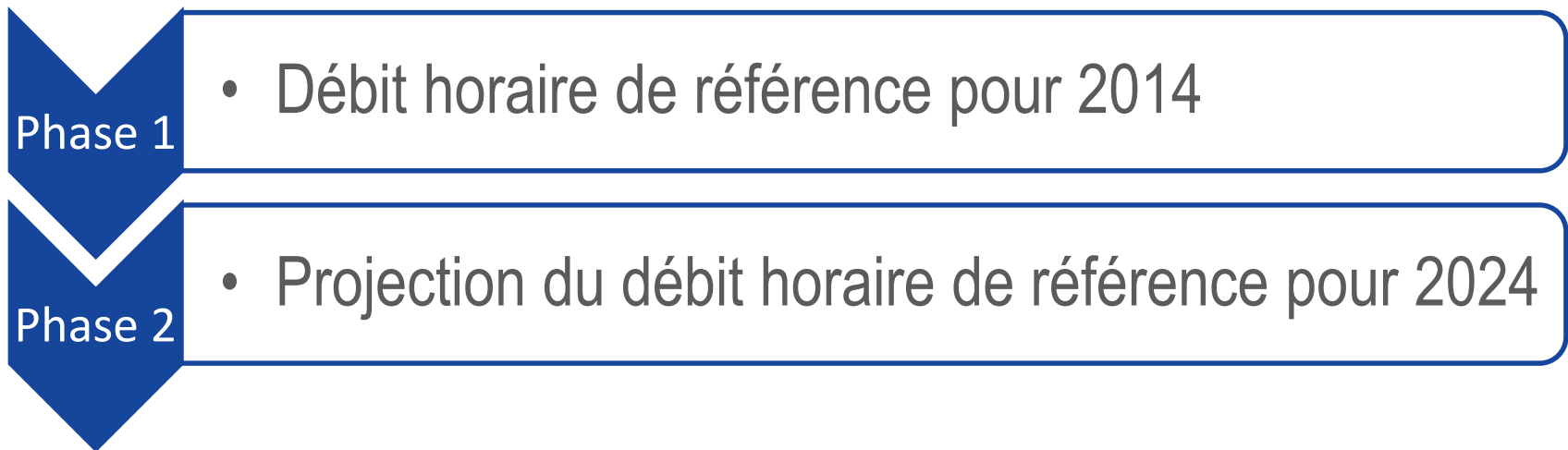
## Artelys

- | Compagnie indépendante créée en 2000
  - ↳ 50 consultants. Paris, Chicago, Montréal
  - ↳ Spécialisation en mathématiques appliquées (optimisation, statistiques, prévision) et TI pour le secteur de l'énergie (électricité, gaz)
- | Références choisies
  - ↳ Études technico-économiques: interconnexions Europe-Maghreb (MedGrid)
  - ↳ Modélisation énergétique et services pour la direction générale de l'énergie de la Commission Européenne
  - ↳ Étude de tarifications alternatives du transport du gaz (régulateur, Europe)

## Intervenants

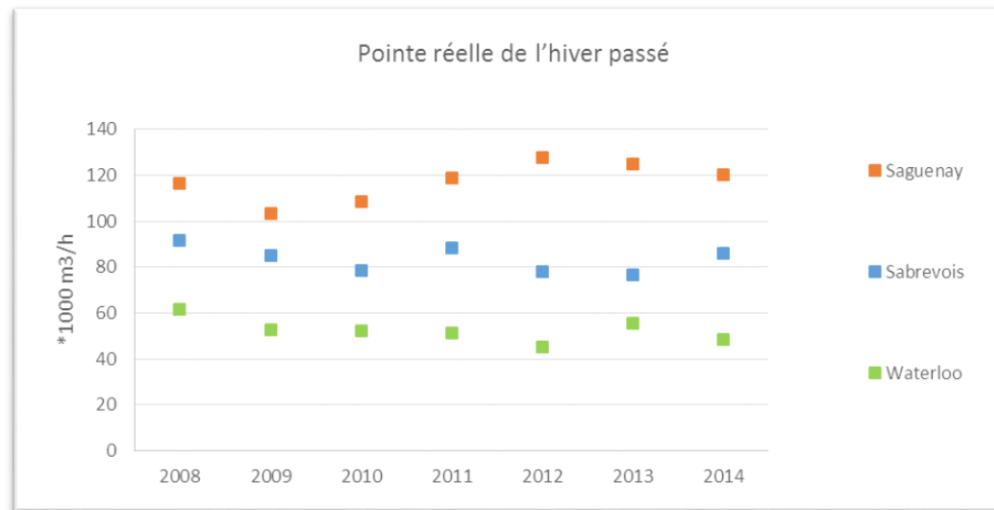
- | Arnaud Renaud, PhD
  - ↳ CEO Artelys
  - ↳ Plus de trente ans d'expérience dans le domaine de la planification de court à long terme de la production et du transport électrique/gazier, la valorisation d'actifs, la tarification
  - ↳ Prof. Associé (Paris I Panthéon Sorbonne, Méthodes et Modèles Mathématiques pour l'Économie et la Finance)
  - ↳ Ancien responsable du pôle optimisation et simulation de la production électrique à Électricité de France (EDF)
- | Guillaume Tarel, PhD
  - ↳ VP Artelys Canada
  - ↳ Expérience comme consultant en Suisse (Office Fédéral de l'Énergie), en France (Ministère de l'industrie, ministère de l'environnement) et au Canada

- ▣ *Cadre : Projet d'investissement visant l'amélioration et le renforcement des réseaux de transmission de l'Estrie et du Saguenay*
- ▣ Pour chaque tronçon



# PHASE 1: DÉBIT HORAIRE DE RÉFÉRENCE 2014

### 4 Approche historique de Gaz Métro : pointe réelle de l'hiver passé



### 4 Nouvelle approche: débit horaire de référence (*critère de conception #10 et #15*)

- | **Déterminer** le débit horaire qui ne sera **raisonnablement** pas dépassé étant donné l'historique des débits horaires observés sur un tronçon
  - ↳ **Raisonnement** : quantitatif, comparable à la pratique internationale
  - ↳ **Déterminer** (non nécessairement mesurer): il est possible que ce débit horaire de référence ne se soit pas présenté dans l'historique.

## 4 Nécessité: notion de débit indépendante de l'aléa climatique

- ↳ Évènement climatique de référence: normalisation
- ↳ Caractérisé par son temps de retour: nombre d'années, en moyenne, avant de retrouver un hiver comportant une pointe de froid similaire

## 4 Temps de retour : 30 ans

| moyenne sur la base d'une étude bibliographique

Amérique du Nord				Europe	
NERC (USA)	20	New York	Hiver 1976/1977	Europe (règlement UE)	20 « N-1 »
Manitoba	15	Washington + Oregon	30	Belgique	20
Pacific Northwest	20-30	Wyoming	20	Grande-Bretagne	20
Connecticut	30	Minnesota	20	Grèce	20
New-Hampshire	30-50			Pays-Bas	7j, 30 ans
Californie (PG&E)	90			Hongrie	20, « N-1 »
Nouvelle-Angleterre	30-50	Australie	20	France	3j, 50 ans

## Préliminaire: analyse détaillée de données

┆ Lecture horaire (postes de livraison + clients télémétrie)

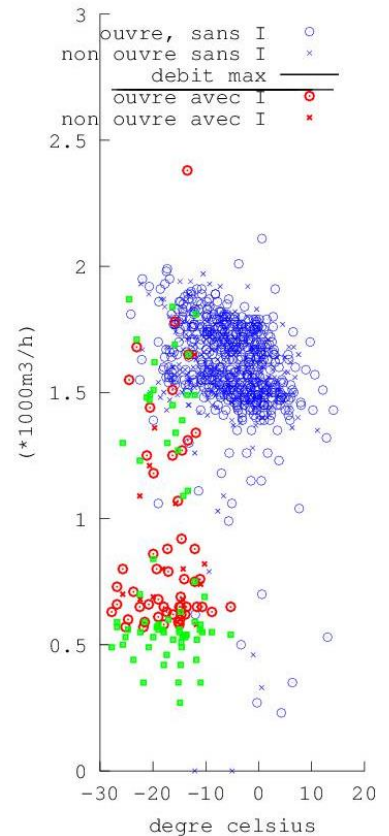
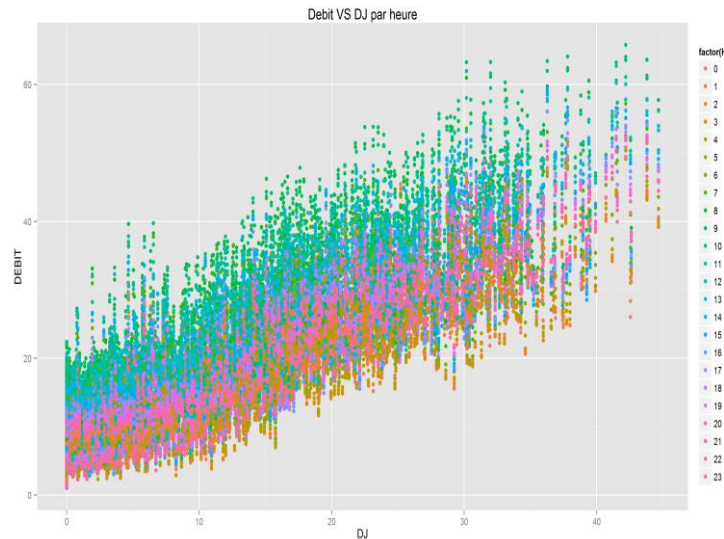
┆ 134 points \* 6 ans \* 365j \* 24h ≈ 7 millions de valeurs

┆ Analyse en plusieurs étapes

┆ Corrections

┆ Dépendance en facteurs explicatifs

┆ Analyse des interruptions



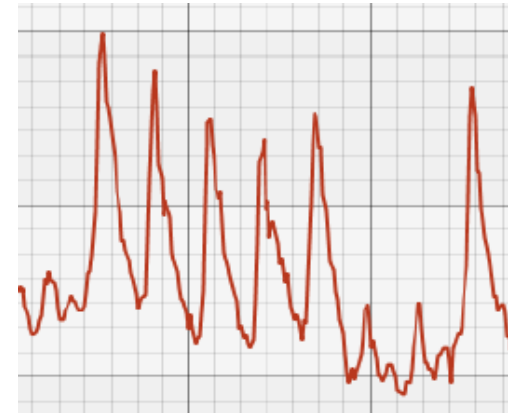
### ▣ Deux régressions linéaires du débit (télémétrie et lecture mensuelle)

#### I Facteurs explicatifs

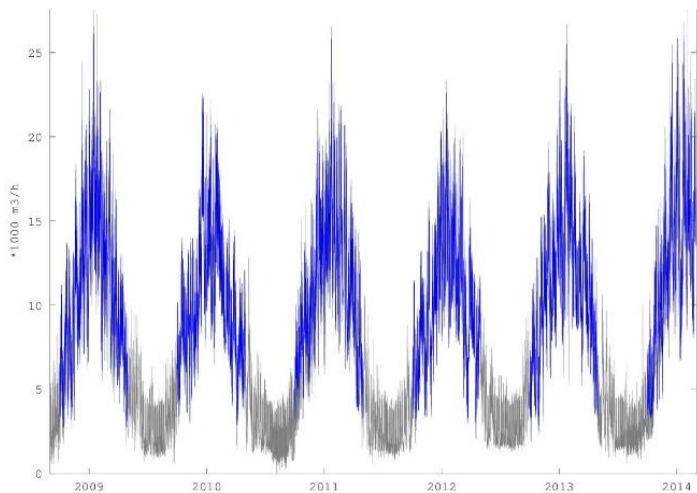
- ↳ Heure de la journée, DJ<sub>13</sub>, DJ-1<sub>13</sub>, DJV (températures réchauffées), type de jour
- ↳ Année: terme de croissance

### ▣ Parties restantes: deux résidus

#### I Indépendants de T°, heure, année

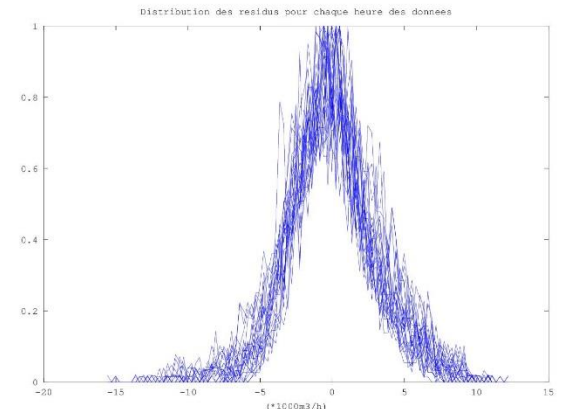


Exemple:  
données horaires, lecture mensuelle, 8 jours



Comparaison débit réel (gris)/modélisé (bleu)

R2	
Lecture mensuelle	0.9
Lecture horaire	0.45



Distribution du résidu



## 4 Méthodologie d'établissement du débit horaire de référence

### I Client majoritaire

↳ Lecture horaire au Saguenay et Waterloo, lecture mensuelle à Sabrevois

### I Le du débit horaire de référence est la somme de trois termes

↳ La pointe donnée par le modèle pour le type de client majoritaire du tronçon (événement climatique de référence)

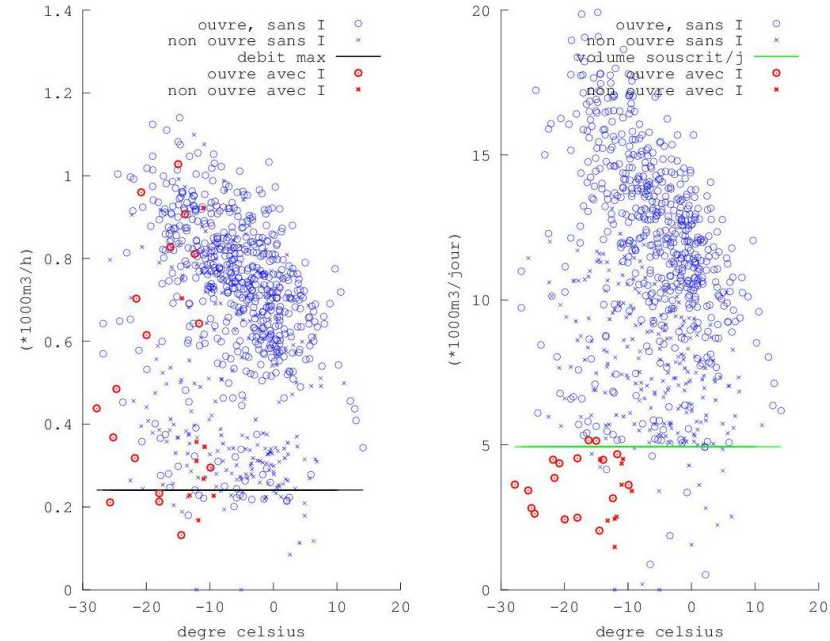
↳ La pointe du modèle pour l'autre type de client et les mêmes facteurs explicatifs (coïncidence)

↳ Un terme additionnel, quantile du résidu pour le type de client majoritaire

↳ Permet de refléter le débit réel

## 4 Impact sur le débit horaire de référence

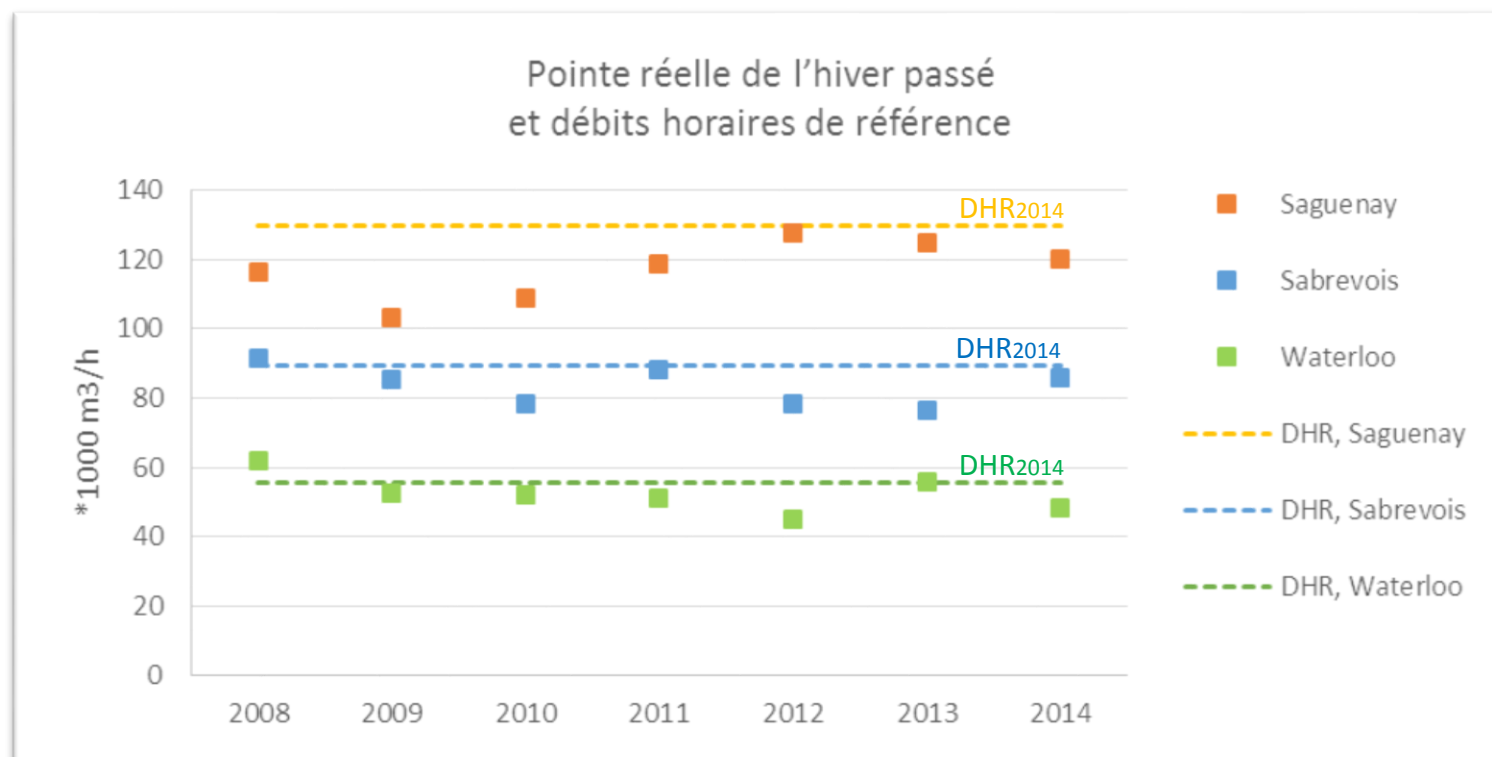
- | 0% pour les clients uniquement au tarif interruptible
- | Clients en combinaison tarifaire
  - ↳ Interruption en terme de volumes journaliers
  - ↳ On ne peut faire la même conclusion au niveau horaire



*Gauche: graphique de débit de pointe journalier  
Droite: graphique de volume journalier  
En rouge les jours d'interruption, en bleu les jours sans interruption*

## 4 Résultats

	Waterloo/Windsor	Sabrevois/Courval	Saguenay
<b>Débit horaire de référence en 2014, m3/h</b>	55'820	89'450	129'500



# PHASE 2: DÉBIT HORAIRE DE RÉFÉRENCE: PROJECTION

## 4 Définition

*La projection consiste à évaluer les débits horaires de référence qu'il est raisonnable de penser rencontrer sur chacun des tronçons du réseau de transmission dans les dix prochaines années, étant donné les informations actuellement disponibles.*

## 4 Finalité

- I Fournir une projection du débit horaire de référence indépendante des contraintes liées au réseau

## 4 Méthode

- I Déterminer les contributions (ajouts et pertes) qui feront évoluer le débit horaire de référence de 2014

## 4 Les spécificités de l'analyse dans cette étude

### I Aspect horaire

↳ Le contexte économique n'influence pas nécessairement le débit en pointe de la même façon que les volumes annuels

### I Aspect local: réseau de taille intermédiaire, l'effet de moyenne est réduit

## 4 Clients à lecture horaire

### I Quelques dizaines de clients

↳ Effet de moyenne réduit

↳ Impact important du gain/ de la perte de client

## 4 Clients à lecture mensuelle

### I Grand nombre de clients similaires

↳ Évolution homogène du débit consommé

## 4 Une première partie de contributions sans probabilité (déterministe)

### I Clients à lecture mensuelle

- ↳ Clients nombreux, similaires
- ↳ Terme de croissance calculé (pertes, gains, EE)

Sabrevois	Waterloo	Saguenay
+0.75%/an	+0.18%/an	+0.13%/an

### I Clients à lecture horaire, existants et stables

- ↳ Terme de croissance calculé (pertes, gains, EE)
- ↳ Changements de contrat (transferts)

Sabrevois	Waterloo	Saguenay
-0.09%/an	-0.50%/an	+0.71%/an

### I Débit additionnel

- ↳ Gaz naturel de compression: volumes fournis par KPMG-SÉCOR. La transposition en débit horaire a été effectuée par Gaz Métro
- ↳ Nouveaux projets projetés: volumes fournis par KPMG-SÉCOR. La transposition en débit horaire a été effectuée par Gaz Métro.

### 4 Deuxième partie de contributions : probabilisée

- | Nouvelles ventes et pertes de clients

### 4 Les probabilités (perte ou gain) individuelles proviennent de KPMG-SECOR. Pour les débits:

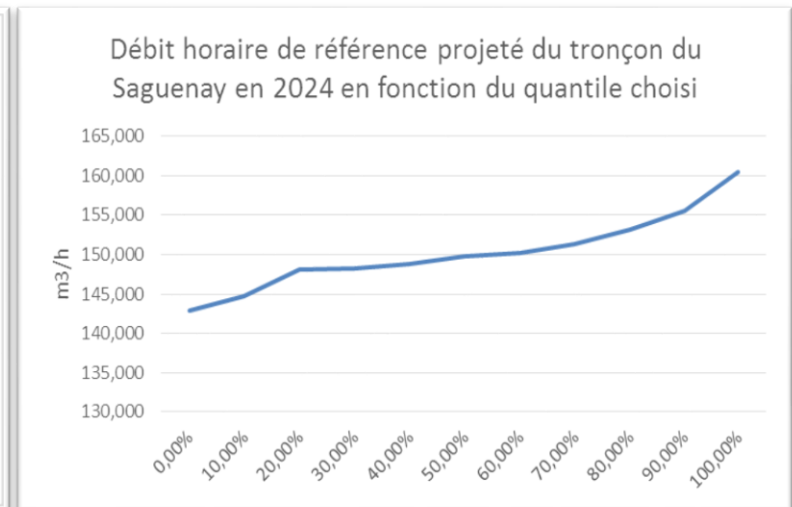
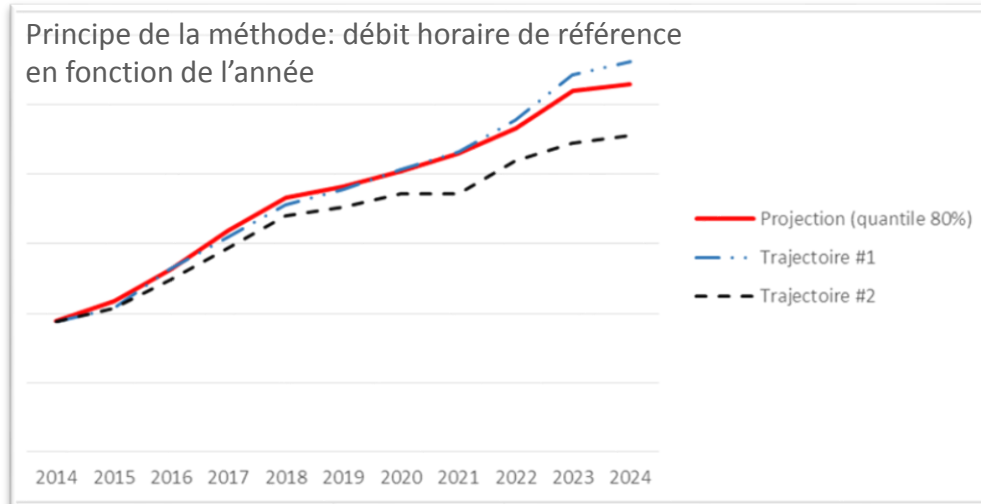
- | Gains: transposition en débit horaire effectuée par Gaz Métro (en fonction de l'utilisation)

- | Pertes: débit horaire perdu évalué par Artelys sur la base de l'historique

### 4 Ensuite, on utilise une méthode Monte-Carlo

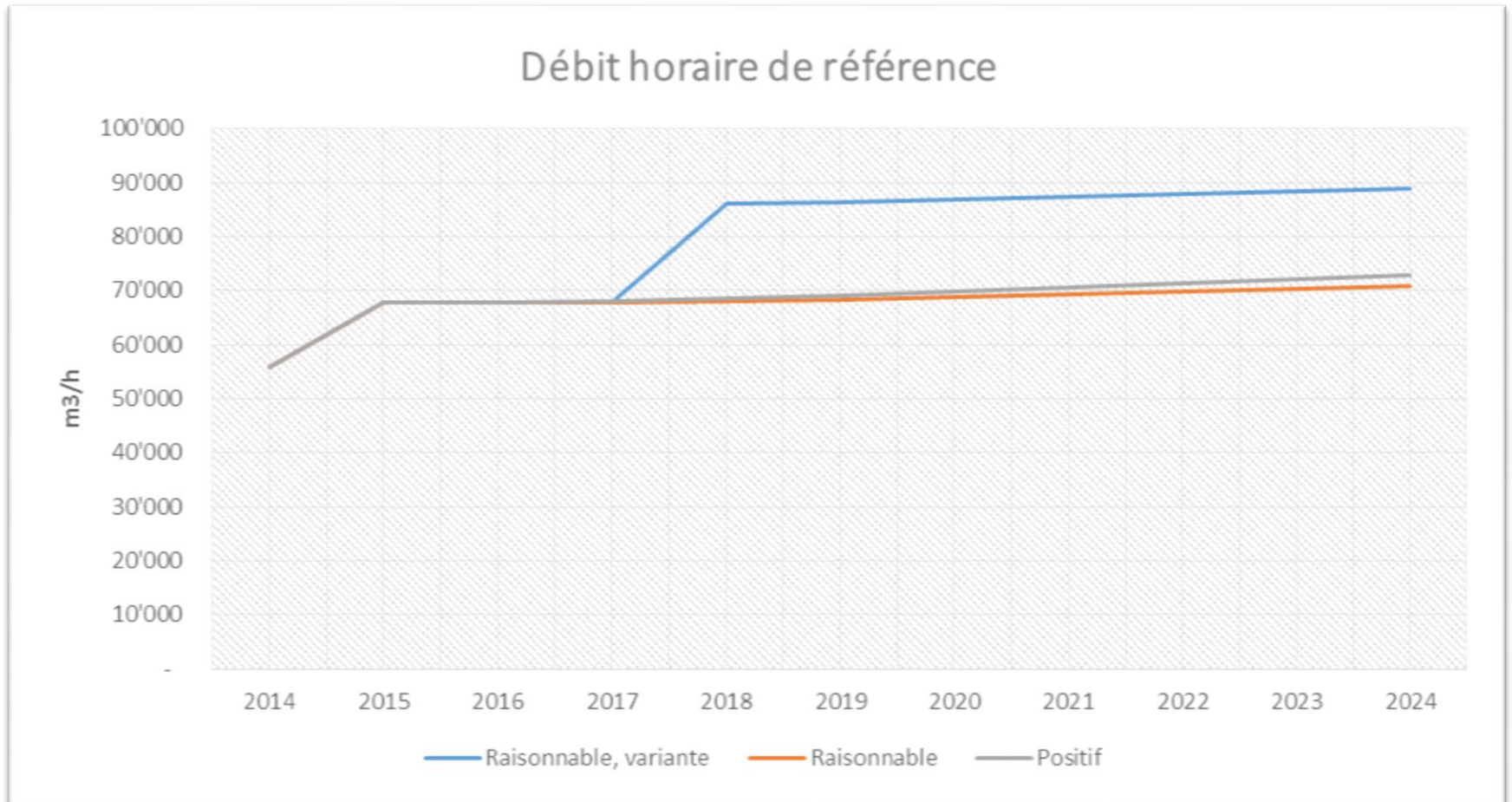
- | Plusieurs milliers de trajectoires de débit horaire de référence 2014-2024 respectant ces probabilités

- | On retient comme valeur de la projection finale un débit couvrant un certain « quantile » des simulations: 80% dans le cas du scénario dit raisonnable

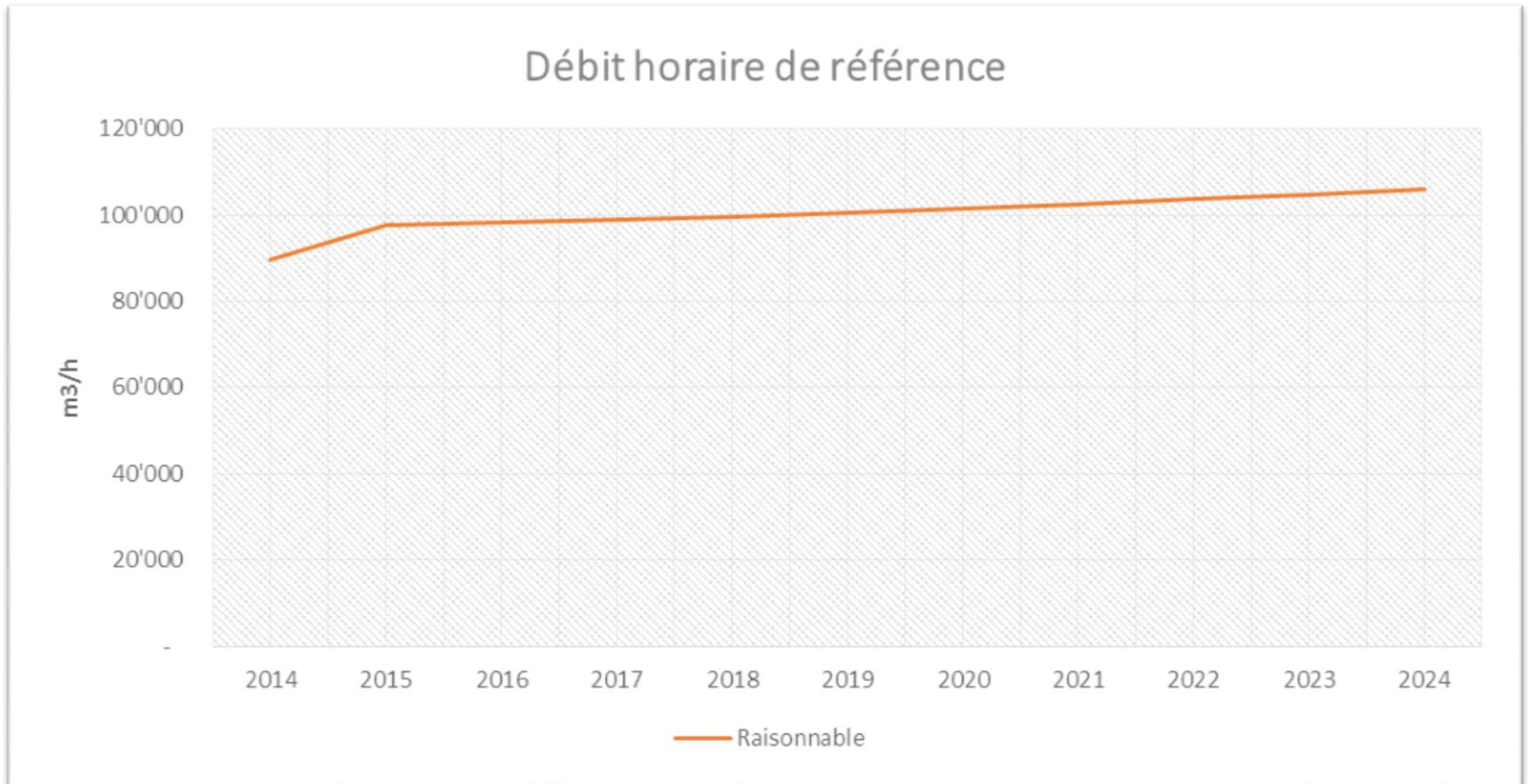




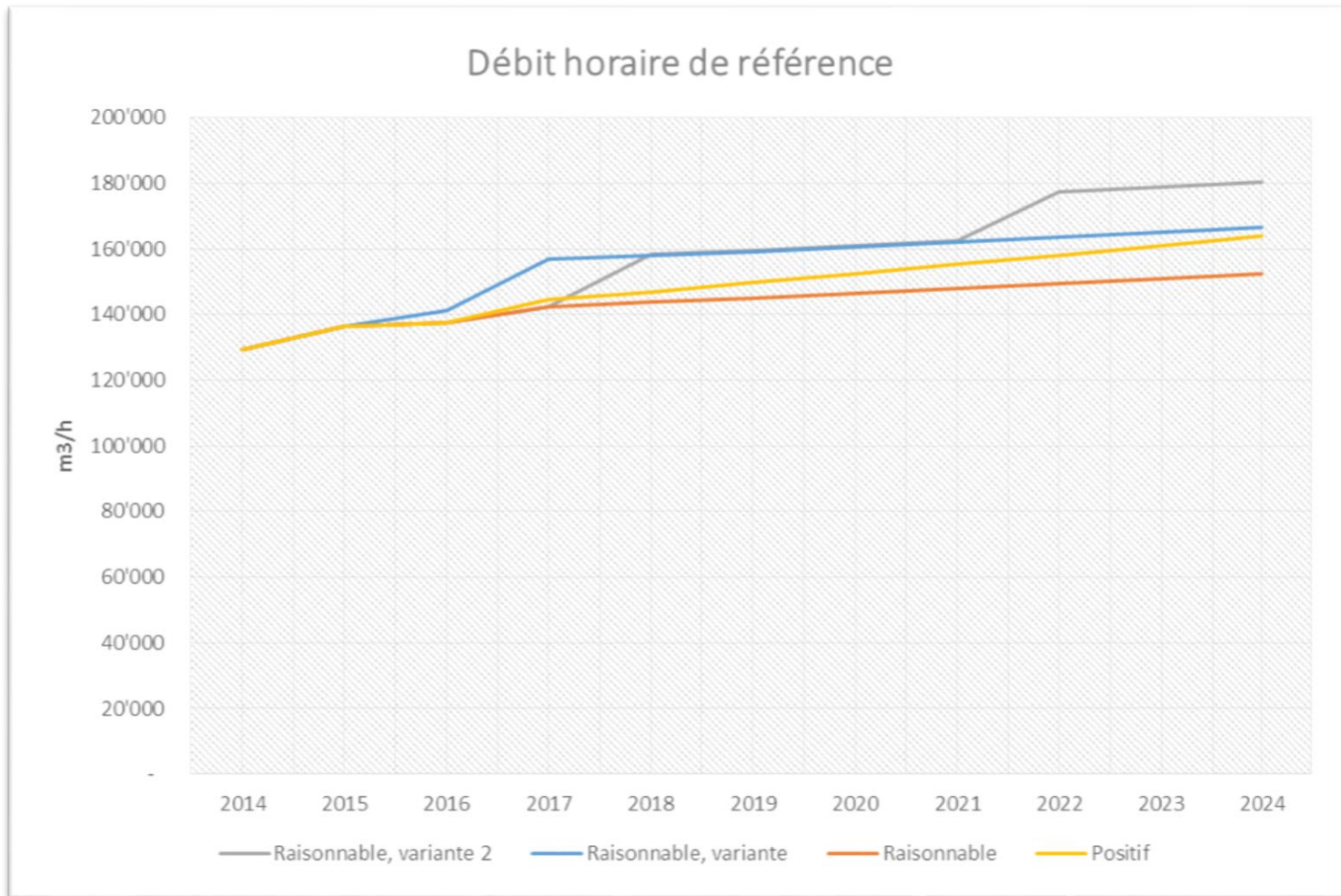
Waterloo



▣ Sabrevois



## 4 Saguenay







## Artelys France

12 rue du Quatre Septembre  
75002 – Paris  
FRANCE



## Artelys Canada

2001 rue University, Suite 1700  
H3A 2A6 – Montréal, QC  
CANADA



## Artelys USA

150 N Michigan Avenue, Suite 800  
60601 – Chicago, IL  
USA

