

# Gestion hydrique de la rivière du Lièvre et sur le développement de stratégies d'adaptation aux changements climatiques

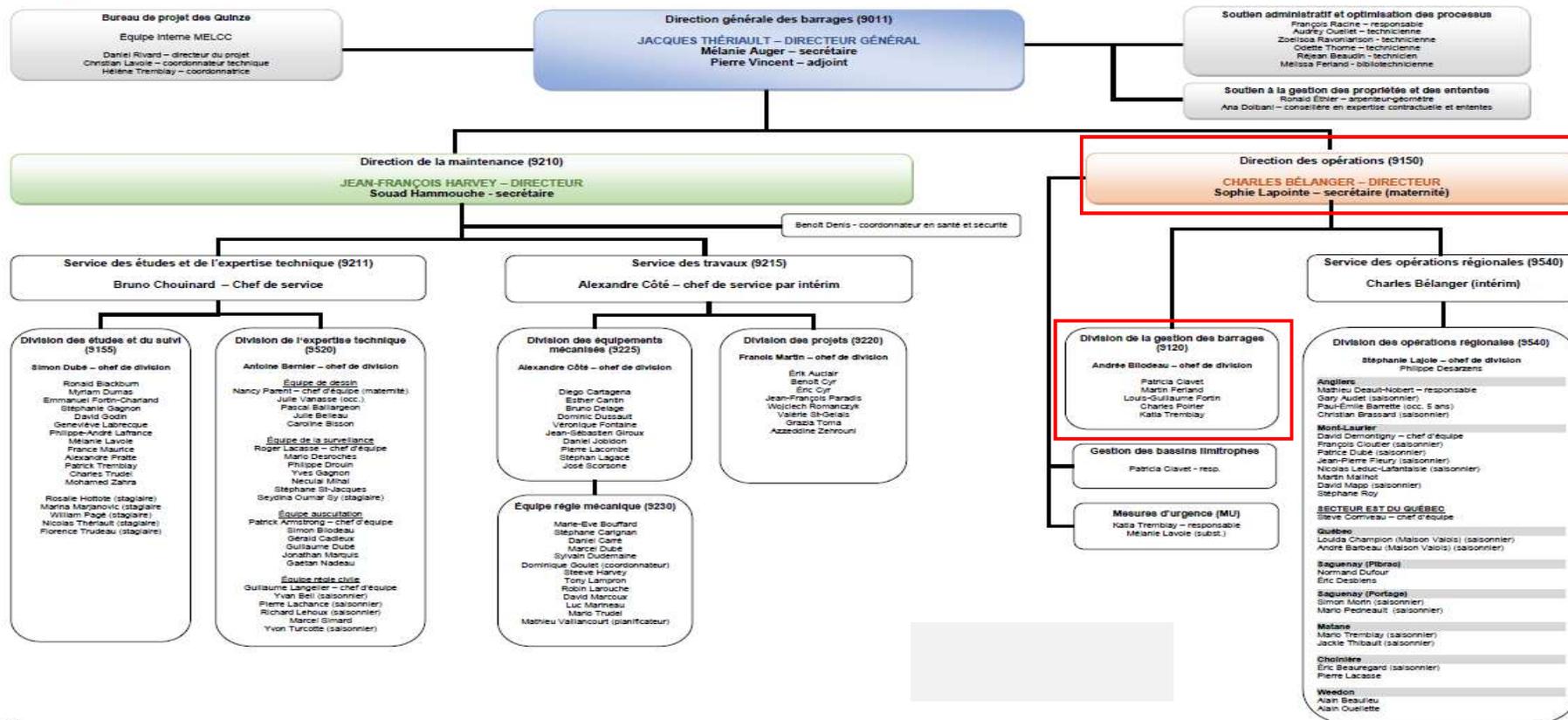


**23 mai 2019**

**Martin Ferland, ing., M.B.A.**  
Direction générale des barrages

Ministère de l'Environnement et de la Lutte  
contre les changements climatiques

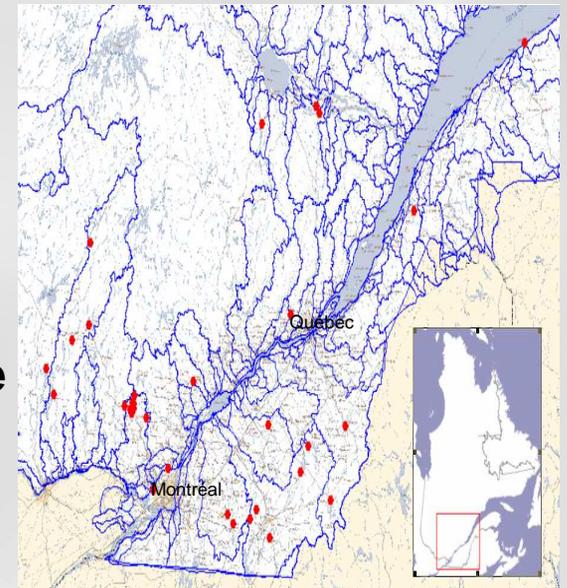
# Direction générale des barrages



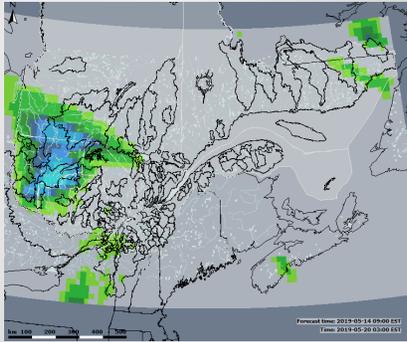
## Gestion des barrages publics

40 barrages publics nécessitent une gestion en temps réel et visent des objectifs multiples

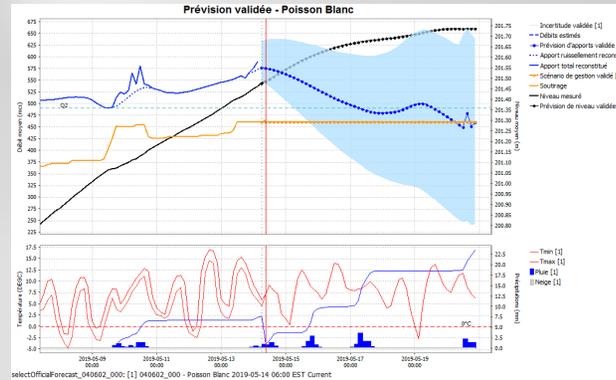
- Assurer la sécurité des ouvrages
- Assurer le contrôle des inondations
- Respecter les besoins environnementaux
- Respecter les besoins de la villégiature
- Répondre aux besoins de production hydroélectrique
- Assurer l'alimentation en eau potable



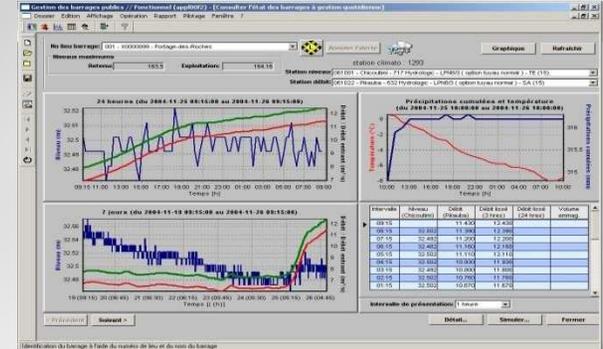
# Gestion des barrages publics



Données et prévisions météorologiques



Prévisions hydrologiques



Système GBP - Suivi en temps réel

Paramètres et contraintes de gestion

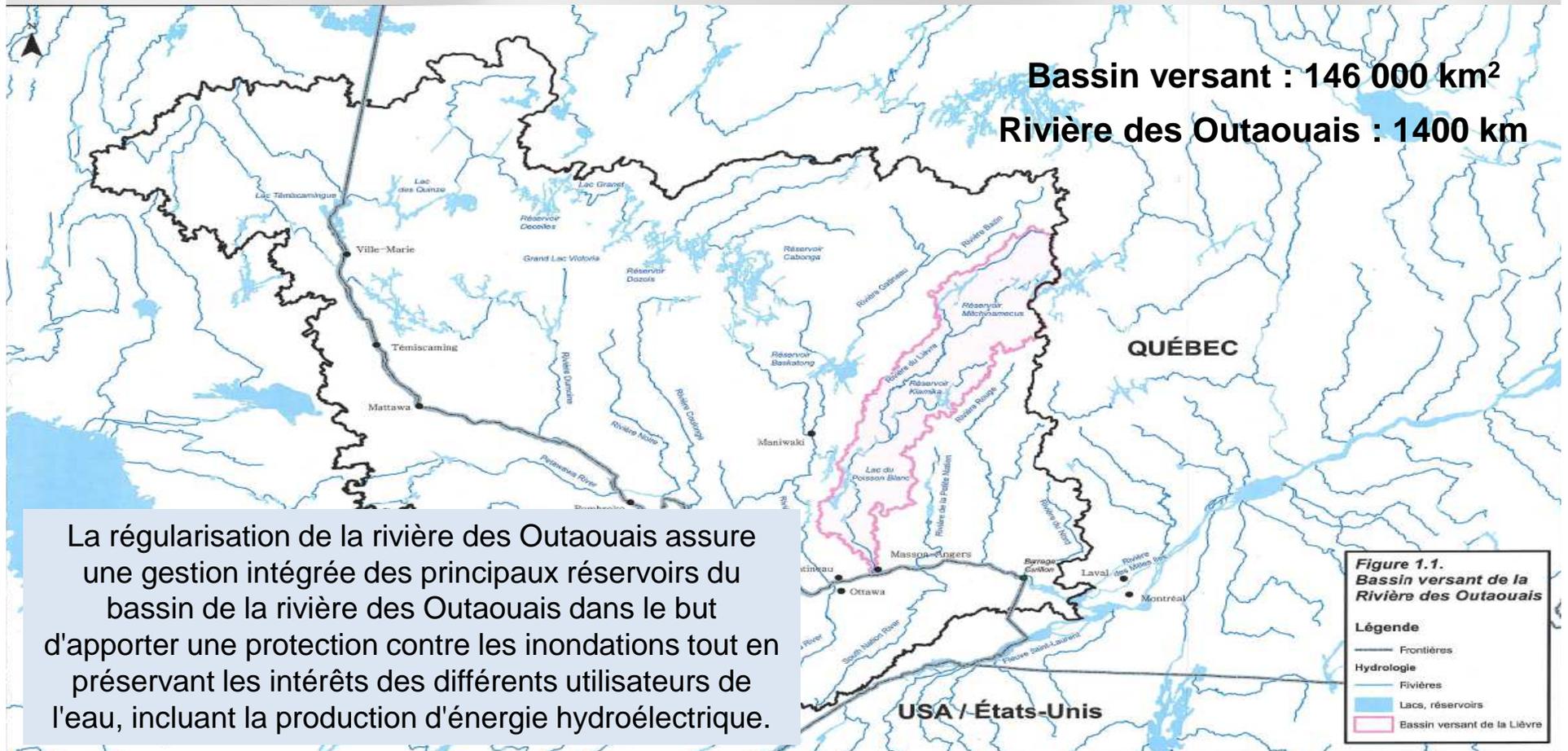


**Gestionnaires des barrages**



- ✓ Analyse
- ✓ Prise de décisions
- ✓ Opérations aux barrages

# Régularisation de la rivière des Outaouais

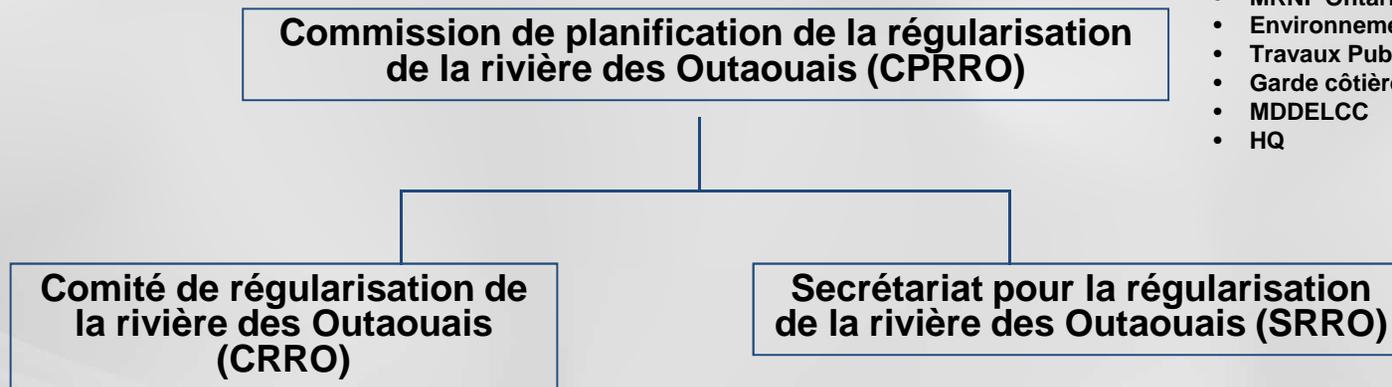


# Gestion intégrée de la rivière des Outaouais

## Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais

Créée en 1983, elle assure une gestion intégrée du système hydrique pour apporter une protection contre les inondations tout en préservant les intérêts des différents utilisateurs, dont ceux concernant la production d'hydroélectricité.

- OPG
- MRNF Ontario
- Environnement Canada
- Travaux Publics Canada
- Garde côtière Canada
- MDDELCC
- HQ





## Assurer la gestion intégrée des principaux réservoirs du bassin de la rivière des Outaouais

La Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais a été créée afin d'assurer une gestion intégrée des principaux réservoirs du bassin de la rivière des Outaouais dans le but d'apporter une protection contre les inondations tout en préservant les intérêts des différents utilisateurs de l'eau, incluant la production d'énergie hydroélectrique.



Suivez-nous sur twitter

<b>NIVEAUX ET DÉBITS DE LA RIVIÈRE</b> +	<b>NIVEAUX ET DÉBITS DES RÉSERVOIRS</b> +	<b>PRÉVISIONS DES NIVEAUX ET DÉBITS</b> +
--	---	---

### Plan du site

- À propos
- Niveaux d'eau et débits
  - > Niveaux et débits de la rivière
  - > Niveaux et débits des réservoirs
  - > Prévisions
  - > Autres liens
- Documentation
  - > Brochure d'information
  - > Information générale sur les barrages
  - > Sommaire chronologique des niveaux d'eau et des écoulements
  - > Liens à des sites connexes

### Liens externes

- MDDELCC Suivi hydrologique
- MDDELCC Prévisions Archipel de Montréal
- Relevés hydrologiques Canada
- MRNF Information générale
- Conseil international du lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent
- Sécurité publique et Protection civile Canada
- OPG Ottawa/Madawaska Rivers (*anglais seulement*)

# Régularisation de la rivière des Outaouais

Superficie du bassin versant

**65%**

au Québec

**35%**

en Ontario

Plusieurs exploitants d'aménagements  
Nécessite une gestion intégrée



Gouvernement du Canada



# Régularisation de la rivière des Outaouais



**ONTARIO** **POWER**  
GENERATION



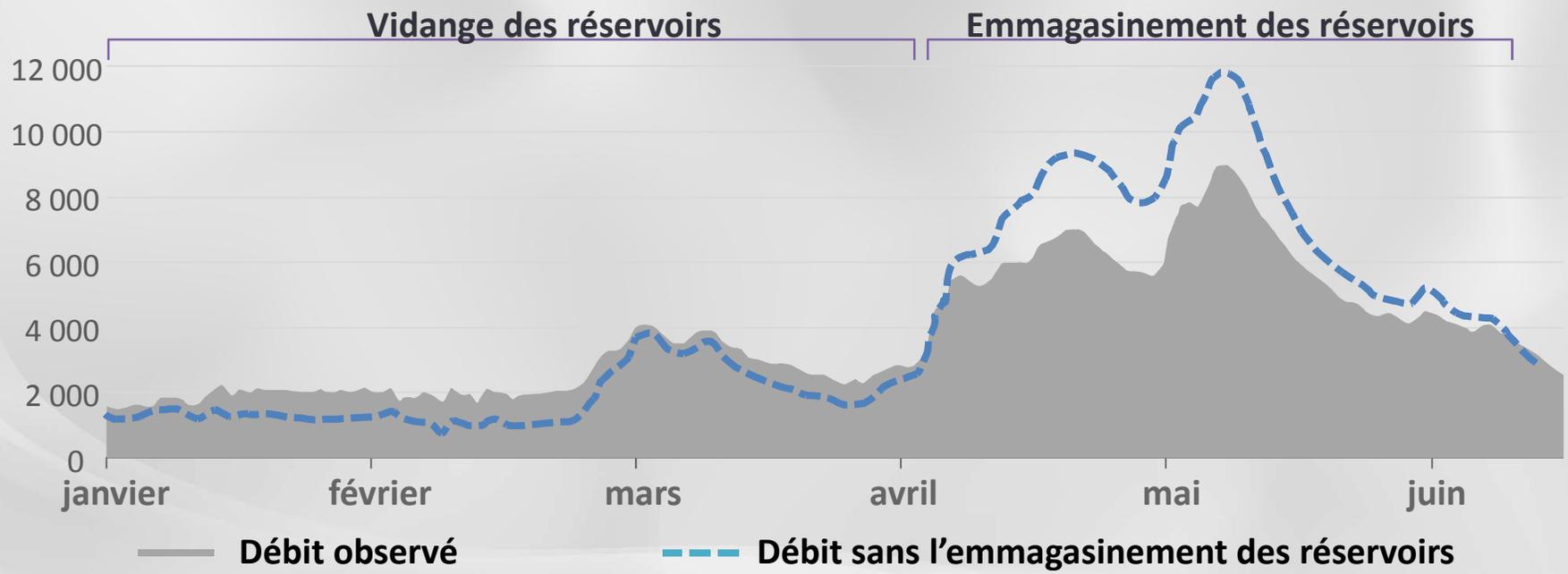
Gouvernement  
du Canada



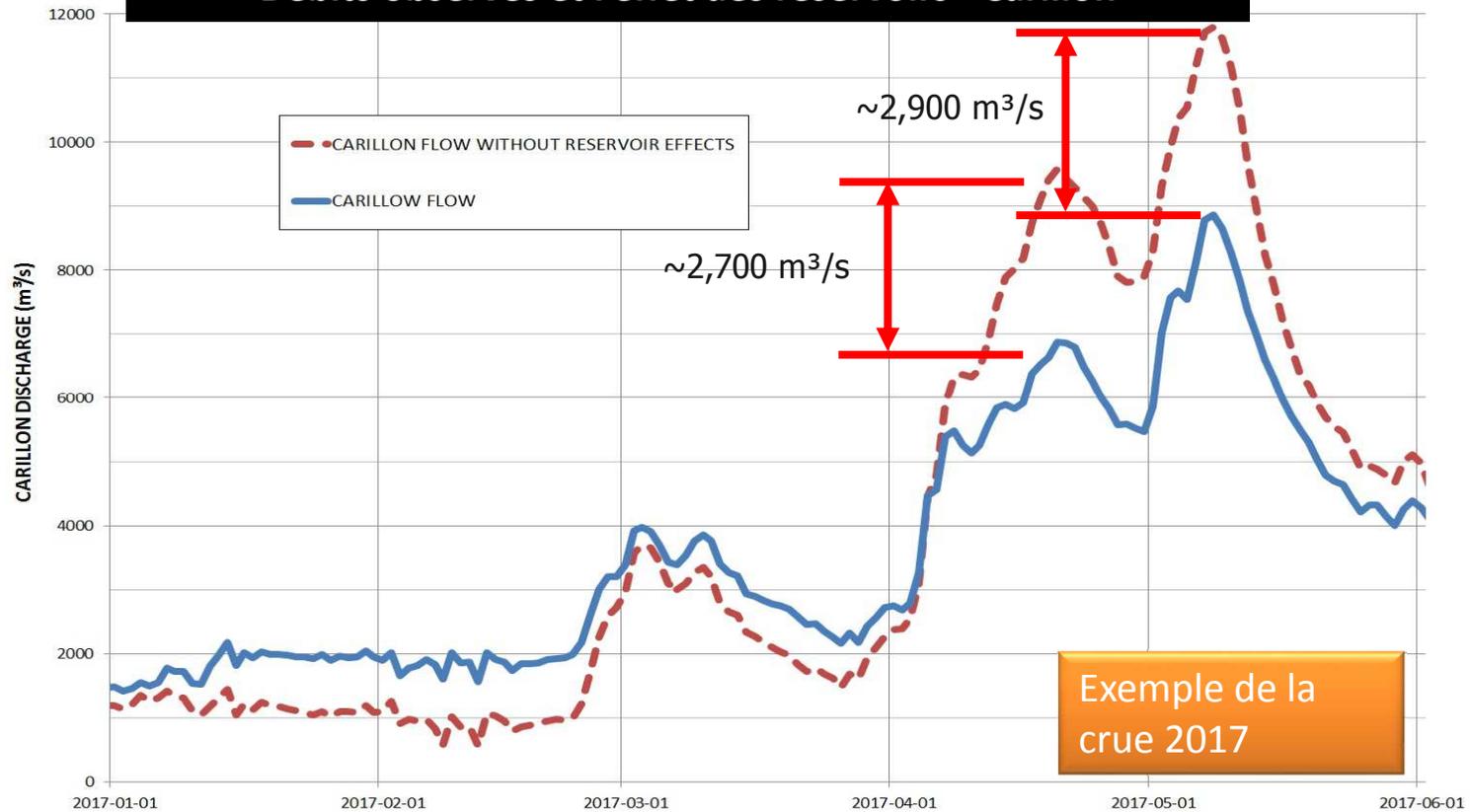
Québec 

# L'impact des barrages

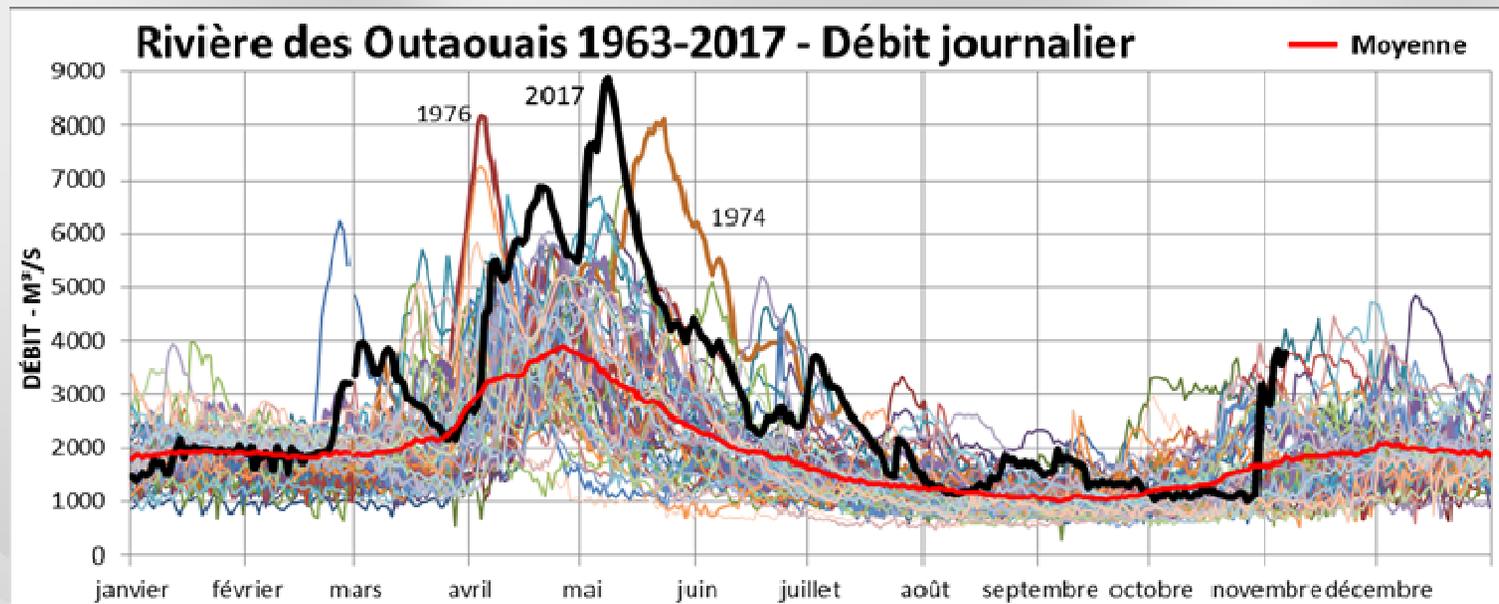
## Carillon - 2017 - Effets des réservoirs



## Débits observés et l'effet des réservoirs - Carillon



# Conditions hydrométéorologiques – Crue 2017



# Régularisation de la rivière des Outaouais

## Objectifs de la gestion des barrages :

- Assurer la sécurité du public;
- Assurer la sécurité des ouvrages;
- Assurer l'alimentation en eau potable;
- Respecter les ententes avec le milieu (environnement, villégiature, etc.);
- Répondre aux besoins de production hydroélectrique.

# Régularisation de la rivière des Outaouais

## Planification et suivi rigoureux de la crue :

### Avant la crue :

- Abaissement au minimum permis des réservoirs annuels avant la crue printanière.

### Durant la crue :

- Réduction des débits sortants des réservoirs de tête;
- Suivi intégré de la crue sur une base journalière.

# Régularisation de la rivière des Outaouais

- MODÉLISATION :**
  - Tous les mardis et tous les jours pendant la crue;
  - Court terme : prévision sur 10 jours;
  - Moyen terme : prévision de 14 semaines;
  - Prévision pour 46 sous-bassins.
- CONFÉRENCES TÉLÉPHONIQUES :**
  - Chaque jeudi, et ce, pendant la crue;
  - Au besoin, tous les jours, sauf les week-ends;
  - En période critique, 7 jours par semaine.

DATE: 2018-01-09

\*\*\*\*\*MODELE DE SIMULATION NEC-Ressir\*\*\*\*\*

LES PREVISIONS SONT PREPAREES PAR LE COMITE DE REGULARISATION DE LA RIVIERE DES OUTAOUAIS AFIN DE DESSEVRIR LES AUTORITES DES GOUVERNEMENTS PROVINCIAUX ET FEDERAL. SEULES CES AUTORITES SONT RESPONSABLES DE LA DIFFUSION PUBLIQUE DE CES PREVISIONS. LES RESULTATS SONT BASES SUR LA REGULARISATION ANTICIPÉE DES RESEVOIRS ET SUR LA PREVISION DES APFLOUX NATURELS. CES RESULTATS SONT SOUETS A DES CHANGEMENTS JOURNALIERS.

\*\*\*\*\*NEC-Ressir SIMULATION MODEL\*\*\*\*\*

THESE FORECASTS ARE PREPARED BY THE OTTAWA RIVER REGULATING COMMITTEE FOR USE BY PROVINCIAL AND FEDERAL GOVERNMENT REGULATORY AUTHORITIES. THESE AUTHORITIES, ONLY, ARE RESPONSIBLE FOR THE PUBLIC DISSEMINATION OF THE FORECASTS. THESE RESULTS ARE BASED ON THE ASSUMED EFFECT OF RESERVOIR REGULATION AND ON FORECASTS OF NATURAL INFLOWS. THESE RESULTS ARE SUBJECT TO CHANGE ON A DAILY BASIS.

LES NIVEAUX SONT MESURES A LA 24EME HEURE DE LA JOURNEE INDIQUEE  
ELEVATIONS ARE MEASURED AT 24:00 HRS ON THE DAY INDICATED

LES DEBITS MESURES SONT LA MOYENNE DE LA JOURNEE INDIQUEE  
MEASURED DISCHARGES ARE THE MEAN DAILY VALUE FOR THE DAY INDICATED

PREVISION JOURNALIERE DE LA REGULARISATION DU BASSIN DE L'OUTAOUAIS  
PREVISION DU --> 2018-01-09 AU 2018-01-18

DAILY REGULATION FORECASTING, OTTAWA RIVER BASIN  
FORECAST FOR --> 2018-01-09 TO 2018-01-18

	MESUREE					PREVUE				
	JANV	JANV	JANV	JANV	JANV	JANV	JANV	JANV	JANV	JANV
	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18
BA DR	160	160	159	158	158	158	157	157	156	156
DE RC	68	68	65	63	62	61	61	60	59	58
DE RD	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7
DE DR	228	226	224	222	220	219	218	217	215	214
DE DM	234	234	230	228	226	224	222	220	218	217
DE ER	340.97	340.97	340.93	340.89	340.84	340.80	340.75	340.71	340.67	340.62
DE A	31	31	30	29	29	29	29	29	28	27
DE LS	581	581	574	566	556	548	539	531	523	514
LIV RD	18	18	14	14	14	14	14	14	14	13
LIV RC	268	268	262	258	252	248	244	240	236	232
LIV DR	276	276	275	278	289	294	298	298	305	308
LIV DA	242.09	242.08	242.08	242.11	242.13	242.15	242.17	242.19	242.20	242.23
LIV A	278	278	288	288	270	271	271	272	279	274
LIV EA	202	202	204	204	207	208	208	208	208	240
RT RC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RT RD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RT DR	277	276	274	274	278	283	289	293	297	301
RT DM	319	314	314	315	319	315	315	315	315	315
RT ER	308.98	308.96	308.95	308.93	308.92	308.91	308.90	308.89	308.88	308.87
RT A	78	77	76	75	74	73	72	72	71	70
RT LS	301	297	295	290	288	286	284	282	279	277
RT RD	8	8	8	8	8	8	8	8	7	6
RT DR	10	10	10	9	9	10	10	10	9	9
RT DM	314	312	312	312	312	312	312	312	312	312
RT DR	344	344	333	329	320	320	320	320	320	320
RT EA	282.32	282.28	282.25	282.25	282.26	282.26	282.27	282.28	282.29	282.30
RT A	88	83	81	81	81	81	82	83	84	84
RT LS	19	18	17	17	17	17	17	18	18	18
RT RC	16	15	15	15	15	15	15	15	14	14
RT RD	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
RT DR	34	33	32	31	31	35	38	37	35	34
RT DM	378	392	388	378	366	370	373	370	370	368
RT ER	318	319	323	320	322	322	320	320	320	320
RT A	262.88	262.85	262.81	262.78	262.74	262.71	262.68	262.65	262.62	262.58
RT LS	845	834	818	805	790	778	766	754	743	735
RT RD	12	12	12	12	12	12	12	12	9	8
RT DR	14	14	14	14	13	13	13	12	12	12
RT DM	16	15	15	15	15	15	15	15	15	14
RT ER	319.16	319.16	319.15	318.97	318.84	318.73	318.65	318.58	318.52	318.48
RT A	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77
RT LS	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
RT RD	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
RT DR	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17
RT DM	248.57	248.57	248.57	248.54	248.50	248.47	248.43	248.40	248.36	248.33
RT ER	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
RT A	236	236	236	234	231	228	225	222	218	216
RT LS	28	27	27	28	27	26	26	25	24	24
RT RD	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
RT DR	63	62	61	62	76	95	101	97	92	87
RT DM	131	149	148	148	148	149	149	149	149	149
RT ER	246.31	245.75	246.10	245.97	245.90	245.94	245.99	246.47	246.91	246.72
RT A	14	9	12	10	9	10	10	10	10	10
RT LS	14	9	10	10	10	10	10	10	10	10
RT RD	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
RT DR	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
RT DM	290.89	290.89	290.89	290.88	290.79	290.71	290.64	290.58	290.51	290.46
RT A	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
RT LS	107	107	107	107	104	102	100	98	96	94
RT RD	68	64	64	64	63	63	63	63	63	63
RT DR	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10



Gouvernement du Canada



## Types de réservoirs



### Réservoirs journaliers

Réserve restreinte. La production est modulée en fonction des aléas journaliers (apports, pannes, etc.).



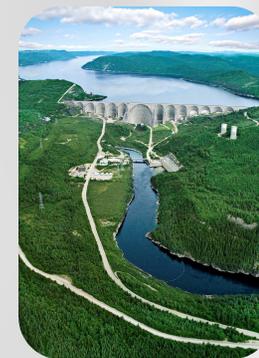
### Réservoirs annuels

Production modulée en fonction de la demande (Québec et hors Québec), de l'état des stocks, de la prévision des apports, des conditions du réseau de transport, etc.



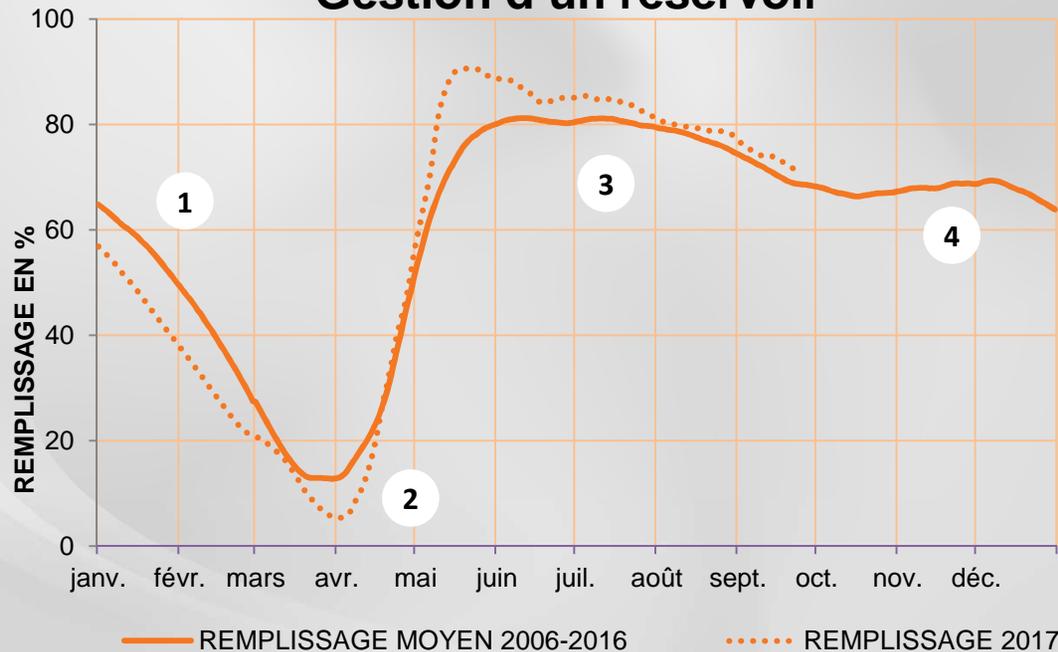
### Réservoirs multi annuels

Impactés par le contexte de forte hydraulité, ces réservoirs régularisent les apports sur plus d'une année.



# Gestion type d'un réservoir

## Gestion d'un réservoir



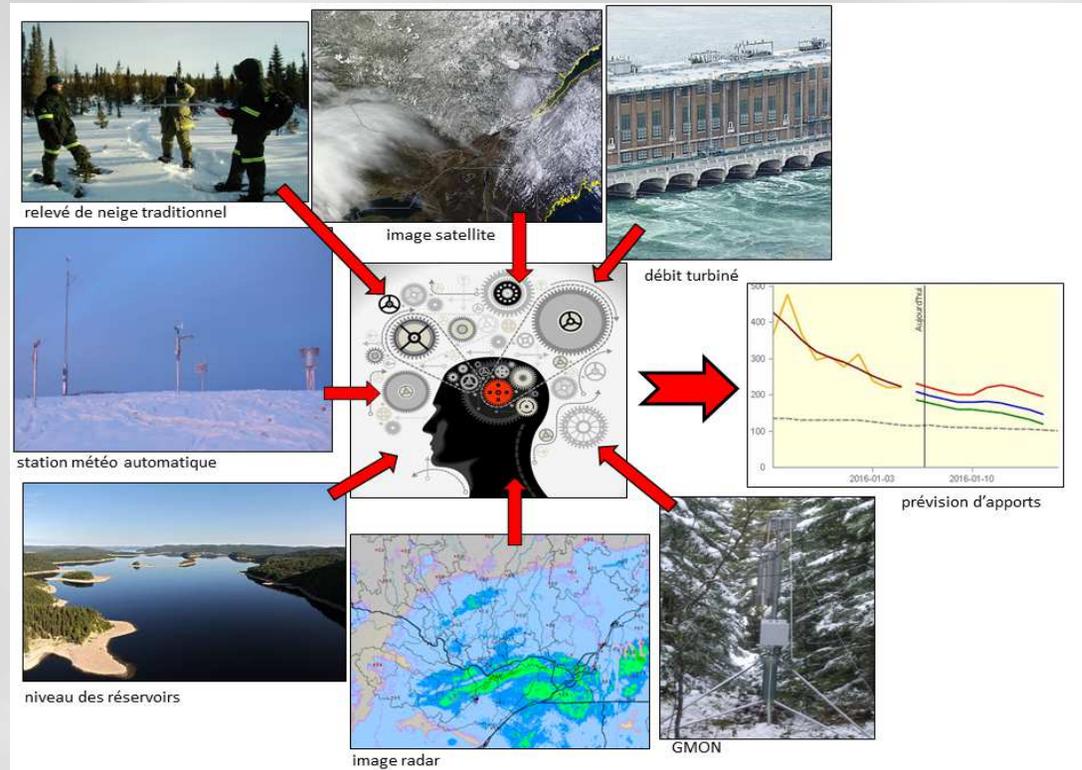
1. Vidange hivernale

2. Gestion de la crue du printemps

3. Gestion estivale

4. Gestion des crues automnales et finalisation du remplissage

# Prévision hydrologique



# Prévision hydrologique

## Besoin d'informations sur le terrain

Réseau d'instrumentation (HQ, MDDELCC, EC, OPG, MNRF, SOPFEU et ALCAN) :

- Plus de 600 stations hydrométriques (niveaux d'eau et débits);
- Plus de 300 stations météos (température, précipitations, vent, humidité et, radiation);
- Plus de 300 stations de mesures de neige (hauteur de neige, densité et ÉEN).

# Rivière du Lièvre

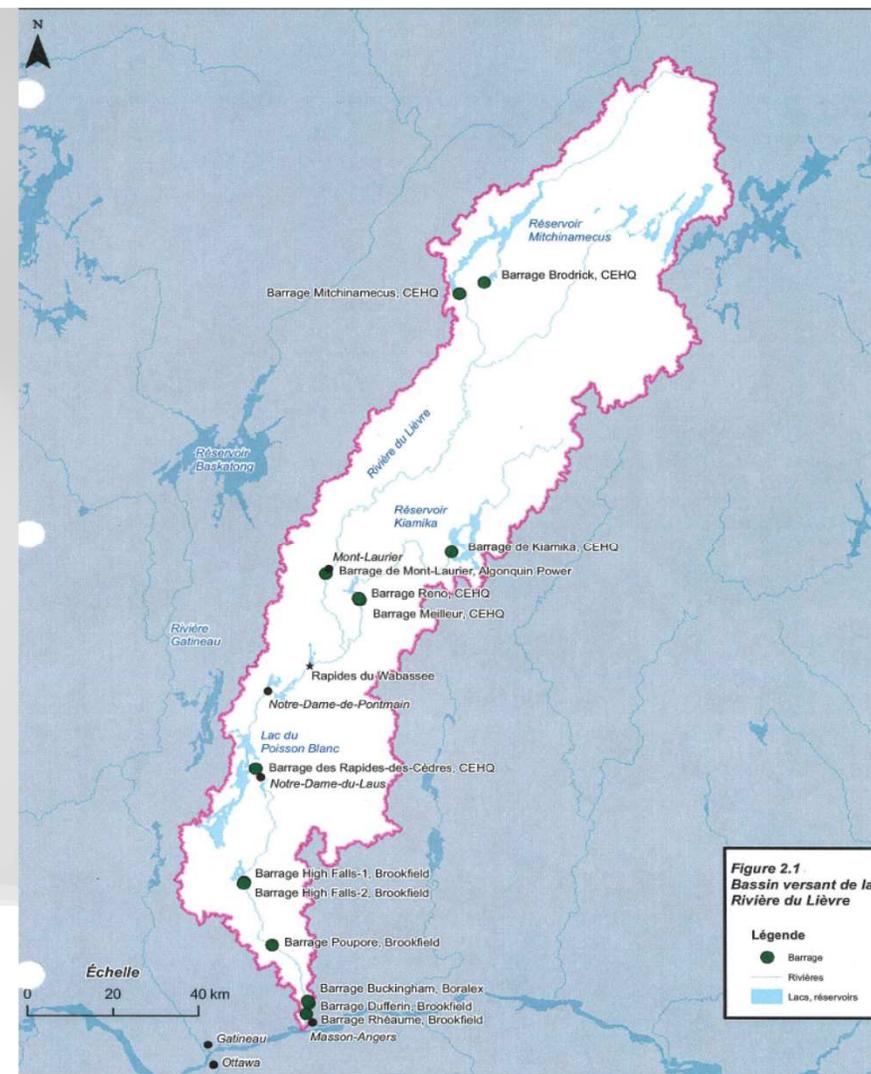
Bassin versant : 9560 km<sup>2</sup>

Rivière du Lièvre : 330 km

Emmagasinement : 1 697 hm<sup>3</sup>

Débit moyen : 165 m<sup>3</sup>/s

Débit moyen de pointe en crue : 460 m<sup>3</sup>/s





# Rivière du Lièvre

## OBJECTIFS DE LA GESTION DES BARRAGES

- Assurer la sécurité des ouvrages;
- Protéger les riverains des inondations;
- Assurer un débit minimum en périodes de sécheresse;
- Maintenir les niveaux des plans d'eau pour des fins de villégiature;
- Produire de l'électricité;
- Protéger la flore et la faune aquatiques;
- Contribuer à l'essor économique régional.

# Rivière du Lièvre



Barrage Mitchinamecus

# Rivière du Lièvre



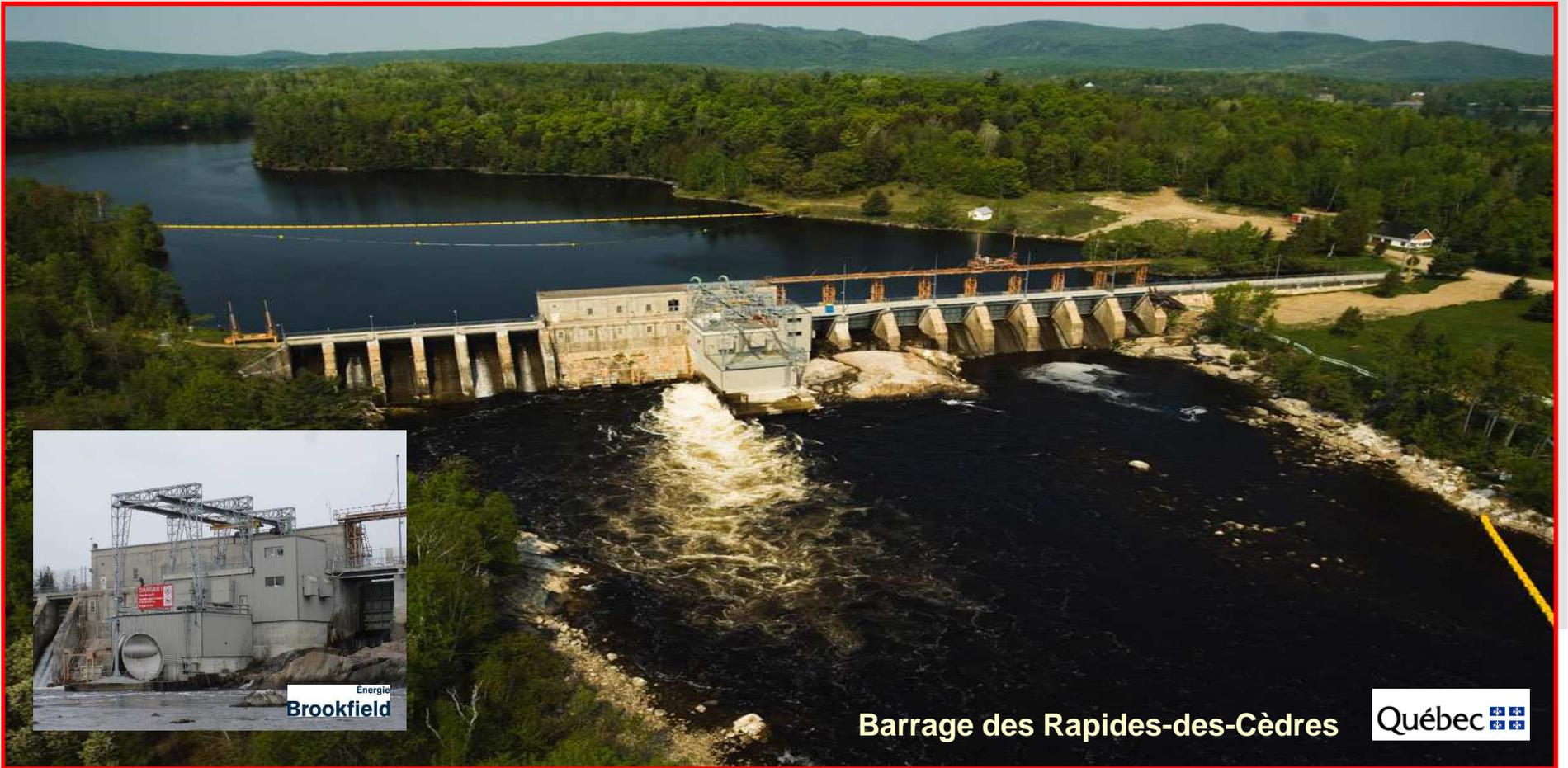
**Barrage Brodrick**

# Rivière du Lièvre



Barrage Kiamika

# Rivière du Lièvre



Barrage des Rapides-des-Cèdres

Québec 

# Rivière du Lièvre



Centrale de High Falls (1929)

109 MW

240 m<sup>3</sup>/s

Énergie  
**Brookfield**

# Rivière du Lièvre

## Planification et suivi rigoureux de la crue

### Avant la crue

- Abaissement au minimum permis des réservoirs annuels avant la crue printanière.

### Durant la crue

- Réduction des débits sortants des réservoirs de tête;
- Suivi intégré de la crue sur une base journalière.

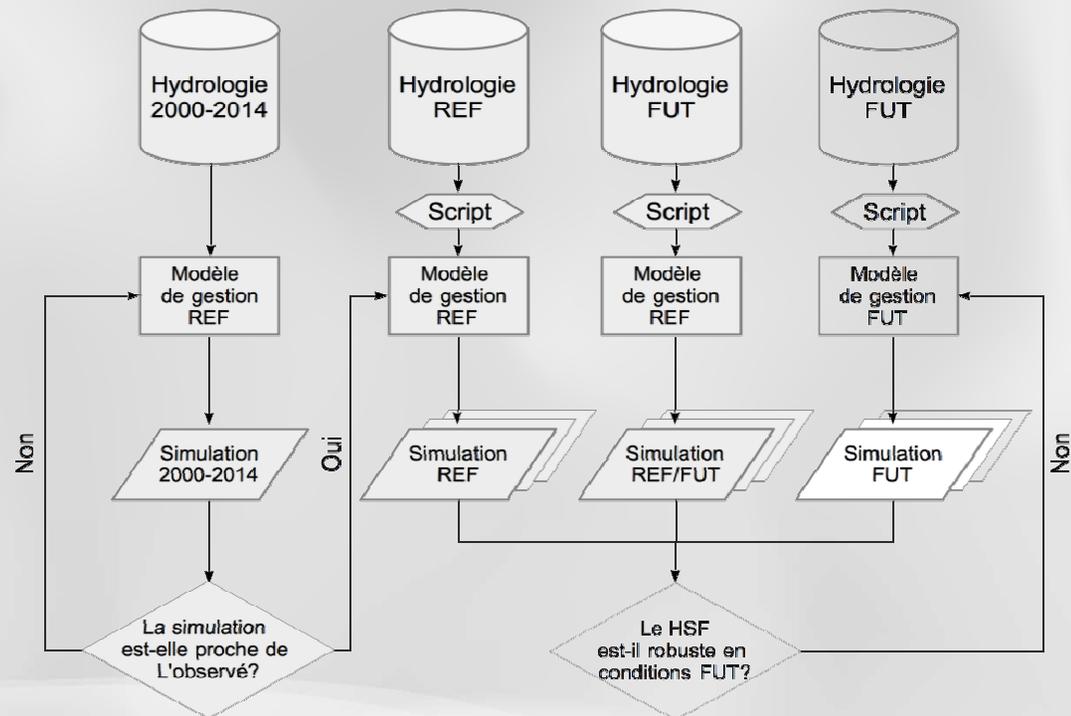


# Adaptation de la gestion du système hydrique du Lièvre aux changements climatiques

- Les objectifs du projet sur l'adaptation de la gestion des barrages du bassin du Lièvre aux changements climatiques sont:
  - D'implanter un modèle de gestion en vue de simuler les effets des projections hydrologiques futures sur les niveaux et soutirages des barrages.
  - D'analyser les performances de la gestion en climat actuel et futur par rapport aux objectifs de gestion.
  - D'adapter les règles de gestion des barrages pour limiter les impacts des changements climatiques.

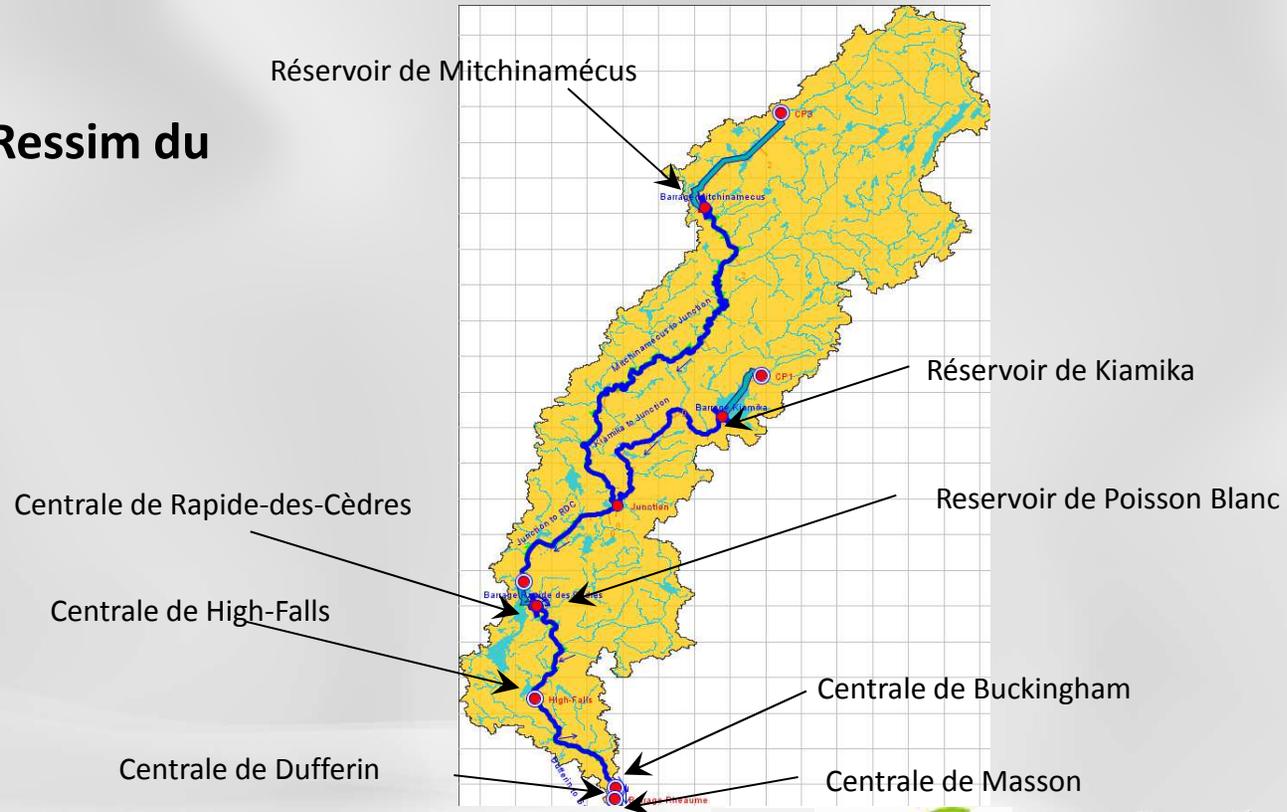
# Adaptation de la gestion du système hydrique du Lièvre aux changements climatiques

- L'approche de modélisation comprend 4 étapes;
- Au mois de mai 2019, les trois premières étapes ont été réalisées.



# Méthodologie

- **Modèle Hec-Ressim du Lièvre**

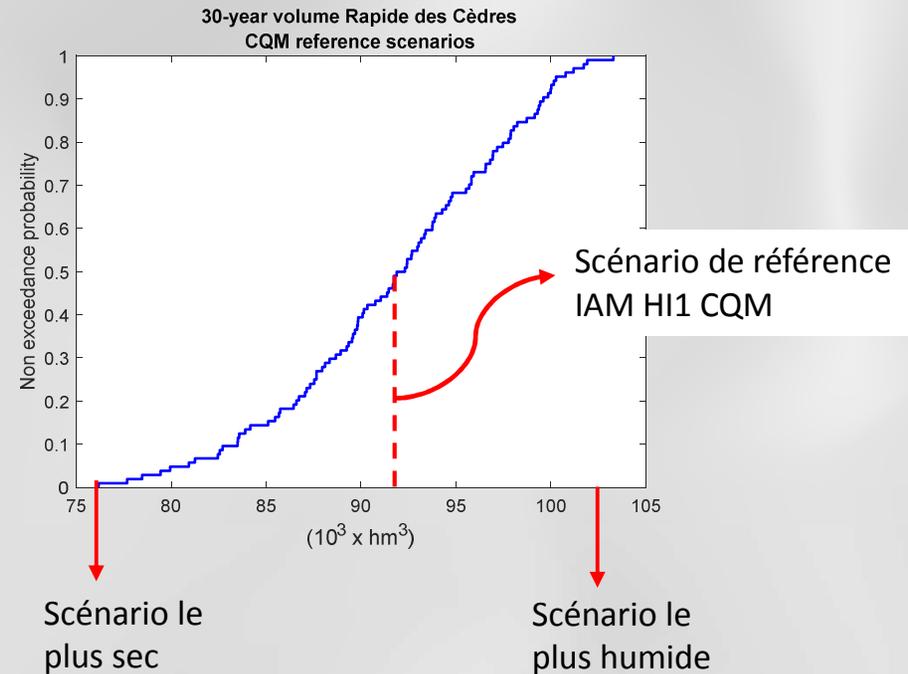


# Méthodologie

## CHOIX DU SCÉNARIO

### MÉDIANE DE RÉFÉRENCE

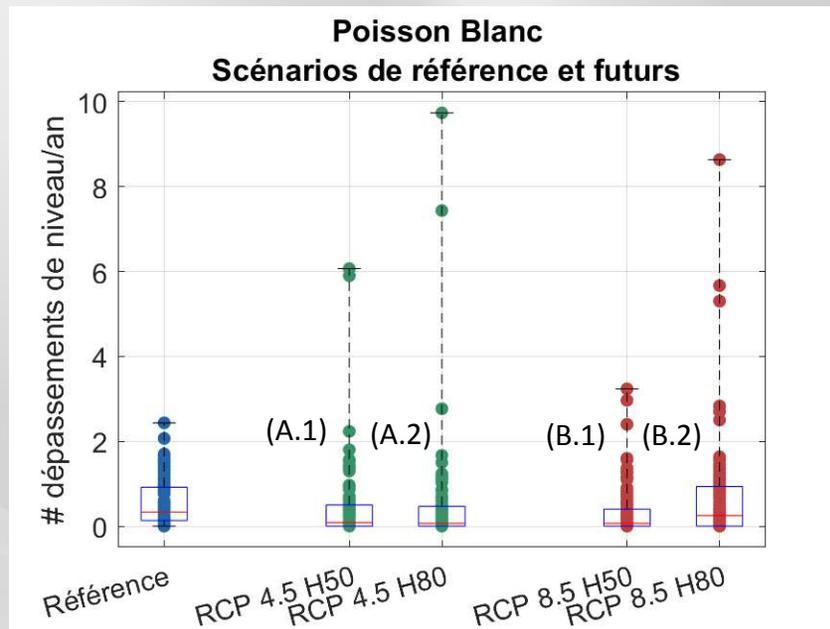
- Le volume sur 30 ans a été calculé pour 104 projections de référence ; et
- Le scénario représentant la médiane de ces valeurs a été considéré comme le scénario de correction de référence. C'est le scénario utilisé pour la production de la fonction de transfert.



# Analyse des résultats: Inondations

NOMBRE ANNUEL DE DÉPASSEMENTS

Dégradation de la performance



Scénarios

Référence : climat actuelle (1970-2000)

RCP 4.5 H50 : Émission de gaz à effet de serre modéré (2041-2070) optimiste  
RCP 4.5 H80 : (2071-2100)

RCP 8.5 H50 : les plus extrême, variation la plus importante pessimiste  
RCP 8.5 H80 :

A.1 :

A.2 :

B.1 :

B.2 :

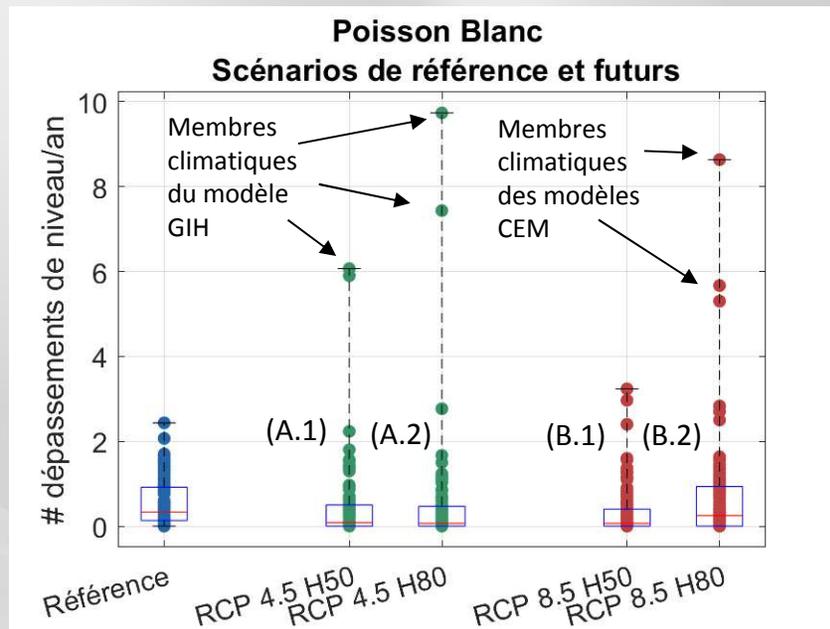
## Analyse des résultats: Inondations

- Mitchinamecus et Kiamika: Aucun risque d'inondation pour ces deux réservoirs sur l'ensemble des scénarios; et
- Des scénarios vulnérables pour Poisson Blanc (en considérant les seuils de niveau et de débit) et High Falls (en considérant un seuil de débit).

# Analyse des résultats: Inondations

NOMBRE ANNUEL DE DÉPASSEMENTS

Dégradation de la performance



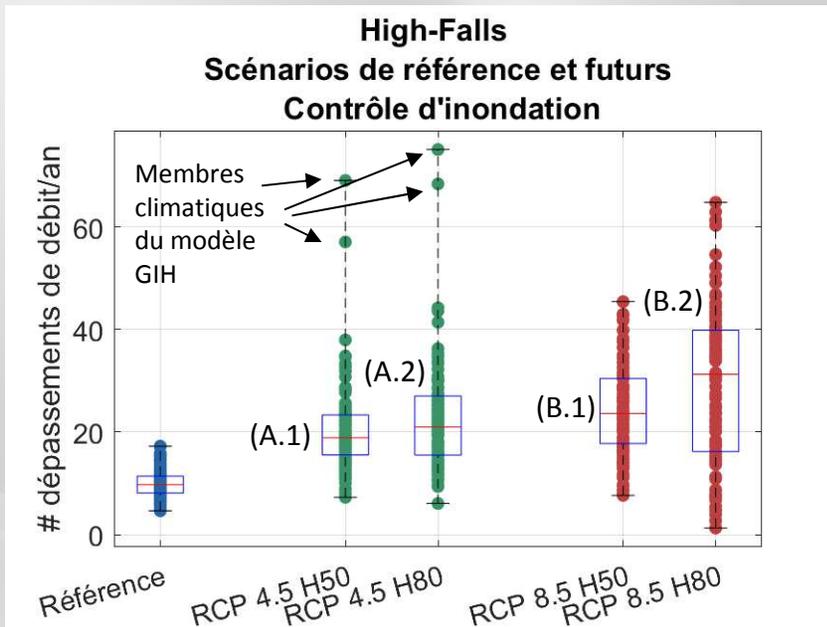
(A.1, A.2, B.1, B.3) En climat futur, à Poisson Blanc, il n'y a pas d'augmentation du nombre de dépassement du seuil concernant le contrôle d'inondation.

(A.1, A.2) Parmi les scénarios « RCP4 », on trouve des membres climatiques du modèle GIH, créés par le groupe de modélisation de la NASA. Les résultats de ces scénarios divergent du reste des résultats des scénarios « RCP4 ».

(B.2) Parmi les scénarios « RCP8 », à l'horizon 2080, on trouve des membres climatiques du groupe de modélisation Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici, Italie. Les résultats de ces scénarios divergent du reste des résultats des scénarios « RCP8 » à l'horizon 2080.

# Analyse des résultats: Inondations

## NOMBRE ANNUEL DE DÉPASSEMENTS



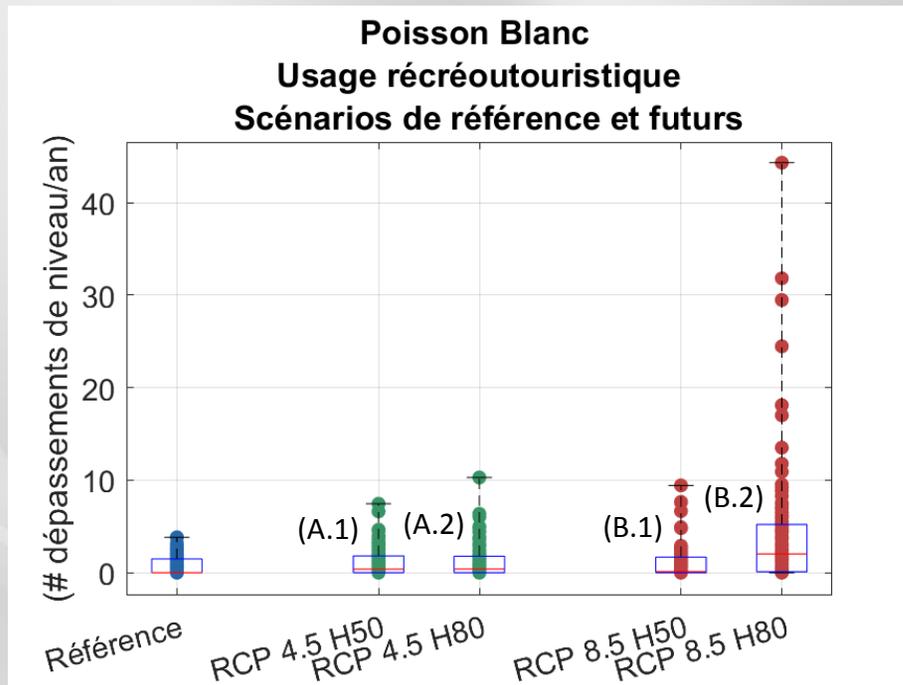
Seuil inondation: 380 m<sup>3</sup>/s (Débit pouvant commencer à entraîner des problèmes à N-D Salette).

(A.1, A.2, B.1, B.3) En climat futur, à High Falls, la performance relative au contrôle d'inondation se dégradera probablement: plus que 80% des scénarios futurs présentent une performance inférieure à la médiane de référence.

(A.1, A.2) Parmi les scénarios « RCP4 », on trouve des membres climatiques du modèle GIH, créés par le groupe de modélisation de la NASA. Les résultats de ces scénarios divergent du reste des résultats des scénarios « RCP4 ».

# Analyse des résultats: Usages récréotouristiques

NOMBRE ANNUEL DE DÉPASSEMENTS



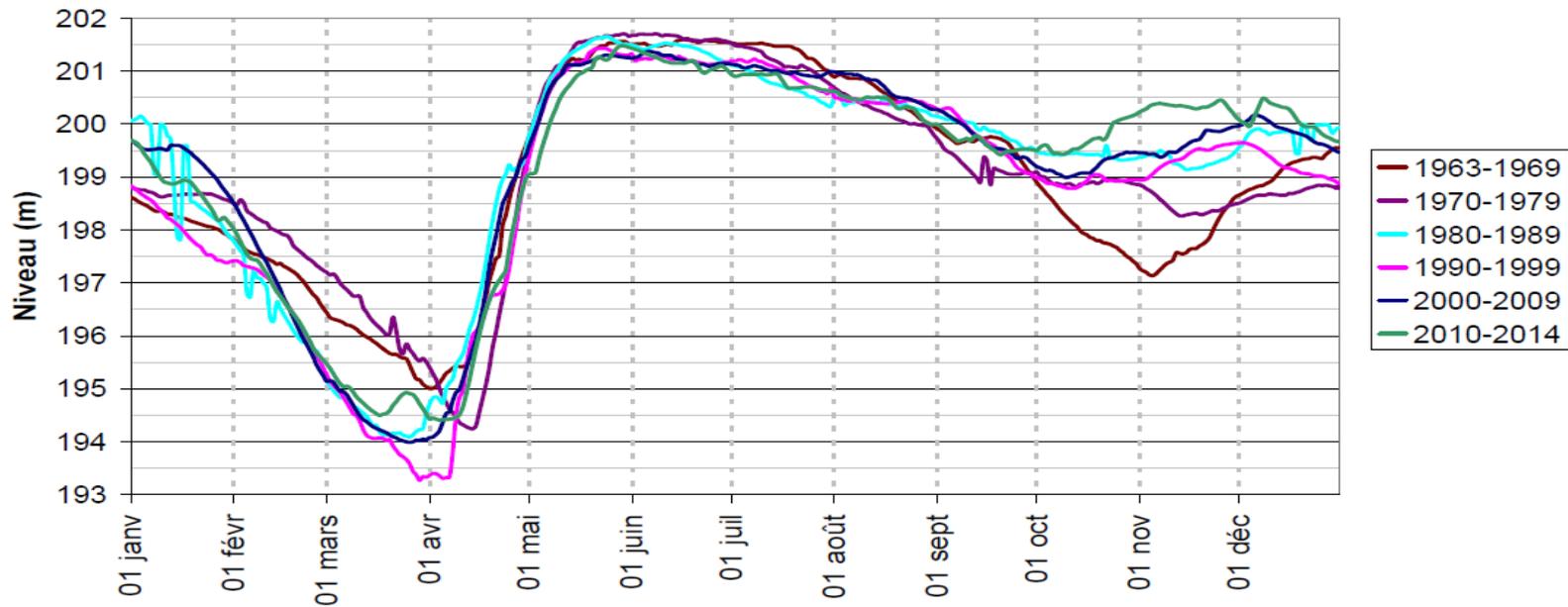
(A.1, A.2, B.1, B.2) En climat futur, à Poisson Blanc, une augmentation significative du nombre de dépassement du seuil concernant l'usage récréotouristique en période estivale semble peu probable à l'horizon 2050. À l'horizon 2080, une légère augmentation du nombre de dépassements a été détectée pour le forçage RCP 8.5.

(B.2) Il y a 3 modèles dont les résultats divergent du reste des résultats des scénarios « RCP8 », à l'horizon 2080.

# Analyse des résultats: Usages récréotouristiques

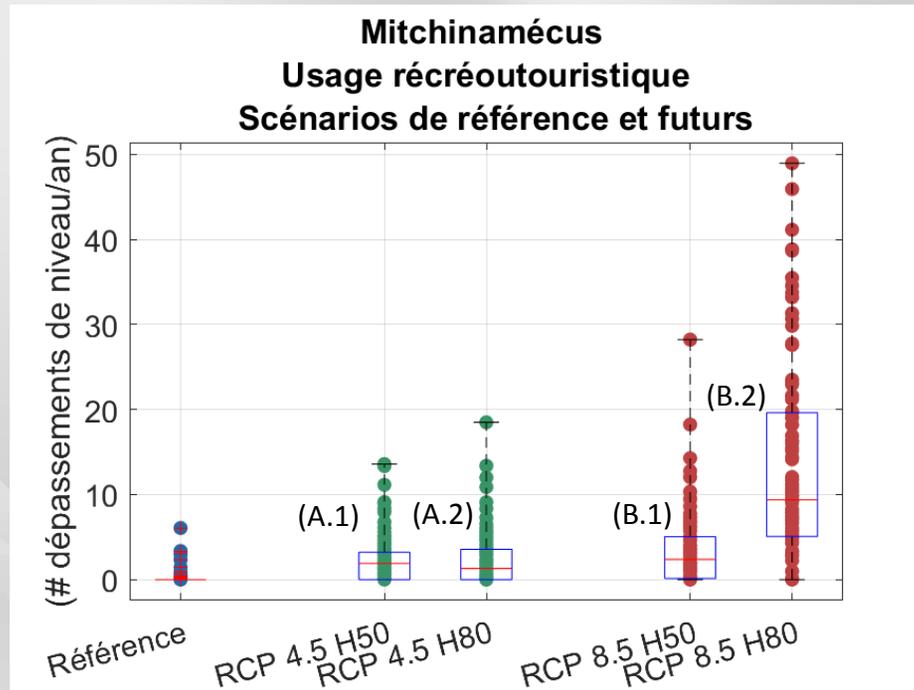
Centre d'expertise  
hydrique  
Québec

## Niveau médian du réservoir Poisson-Blanc Tranches de 10 ans



# Analyse des résultats: Usages récréotouristiques

NOMBRE ANNUEL DE DÉPASSEMENTS

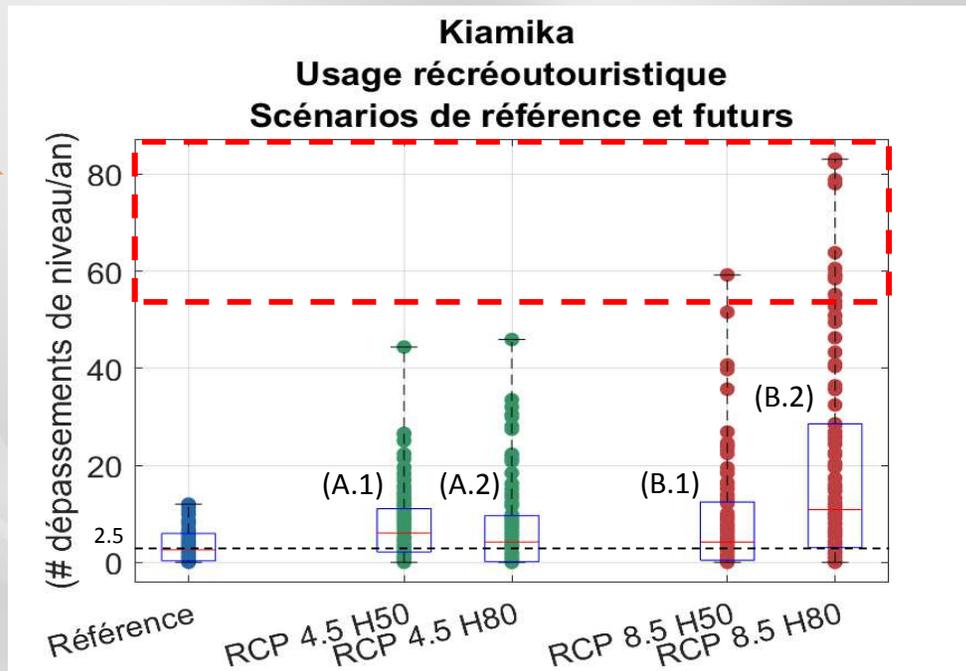


(A.1, A.2, B.1, B.3) En climat futur, à Mitchinamecus, une légère augmentation du nombre de dépassements du seuil concernant l'usage récréotouristique en période estivale semble probable: plus de 50% des scénarios futurs possèdent un nombre moyen de dépassements supérieur à la médiane de référence de 0 dépassements/an.

# Analyse des résultats: Usages récréotouristiques

NOMBRE ANNUEL DE DÉPASSEMENTS

Dégradation de la performance ↑



(A.1, A.2, B.1, B.3) En climat futur, à Kiamika, une augmentation du nombre de dépassements du seuil concernant l'usage récréotouristique en période estivale semble probable: plus de 50% des scénarios futurs possèdent un nombre moyen de dépassements supérieur à la médiane de référence de 2.5 dépassements/an.

(B.1, B.2) En cas de forçage radiatif important « RCP8 », le nombre de scénarios pour lesquels les usages récréotouristiques ne sont plus garantis 50% du temps (45 jours/période estivale) augmente significativement.

# Conclusions

- La technique de quantile mapping a permis de corriger des biais importants dans les débits des projections issues des modèles climatiques
- SANS mesures d'adaptation, les principales conclusions sont:
  - Inondations:
    - Aucun risque d'inondation pour Kiamika et Mitchinamécus sur l'ensemble des scénarios;
    - Une augmentation du risque inondation au niveau du réservoir de Poisson Blanc en climat futur est PEU probable;
    - À High Falls, une augmentation du nombre de dépassements du seuil d'inondation en climat futur est TRÈS probable; et
    - La résilience du système de la Lièvre concernant les épisodes d'inondation est faible, que ce soit en climat de référence ou futur.
  - Usages récréotouristiques:
    - En amont comme à l'aval, une augmentation probable de la dégradation des conditions favorables est attendue.

## Conclusions

- Les résultats confirment que la gestion du système de la Lièvre devra être adaptée afin d'atteindre des performances satisfaisantes en climat futur. Une piste à privilégier est la modification de la courbe guide pour favoriser un remplissage plus précoce.

# Merci !

**MELCC**

Suivi hydrologique des stations hydrométriques : <https://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/default.asp>

**ENSEMBLE**    
*on fait avancer le Québec*

Québec    
 