

# Analyse coûts-bénéfices de la maintenance additionnelle demandée par Hydro-Québec TransÉnergie

Panel 3

R-4012-2017, HQT-15,  
Document 2.3



# L'étude de rentabilité cherche à comparer les coûts d'une maintenance adaptée (+548 M CAD sur 10 ans) aux coûts incrémentaux dus à une hausse des IF et défaillances

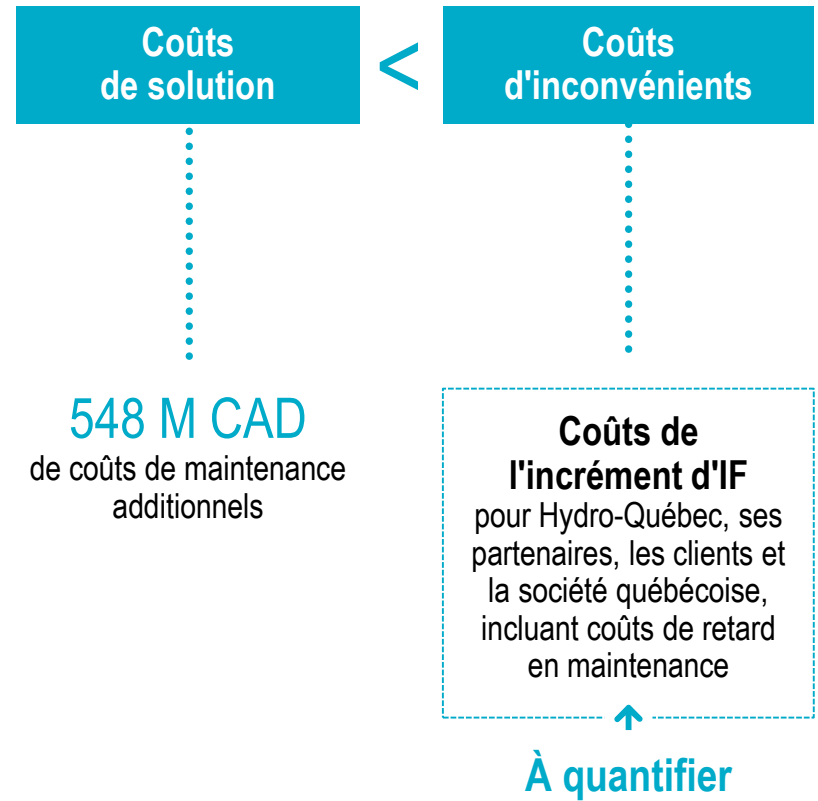
Développer une méthodologie opposable pour le calcul d'impact des IF en coût complet (coût direct et coût indirect), afin de **démontrer la rentabilité économique globale** du scénario de "Maintenance Adaptée" (...) en vue des discussions à engager avec la Régie sur le **prochain dossier tarifaire**

**” Demande formulée**

*Elle requiert du transporteur qu'il dépose [...] une analyse coûts-bénéfices de la maintenance additionnelle sur 10 ans, basée sur une quantification des coûts évités par la réduction des IF, en identifiant les hypothèses méthodologiques et les résultats de l'analyse*

*D-2017 021, par. 68*

**”**



# Points clés du rapport d'expertise - La demande de maintenance additionnelle de 54 M CAD annuels sur 10 ans est rentable

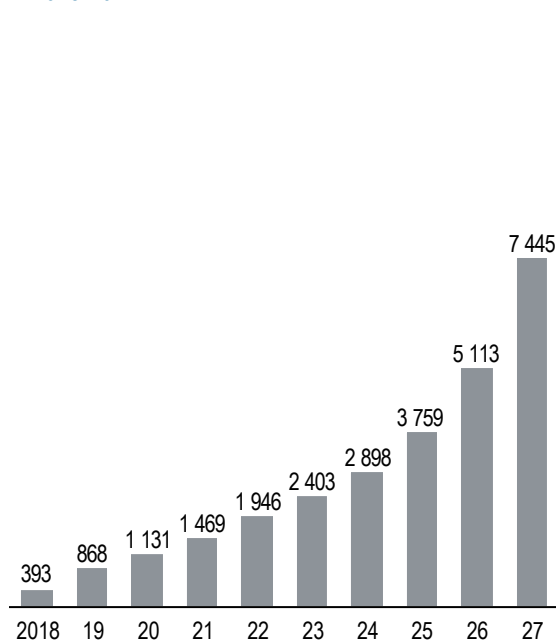
- > Dans la preuve, le calcul des **différents impacts** permettant de justifier la rentabilité de la demande est présenté **séparément** – Les **intrants utilisés**, soit les écarts entre les scénarios de maintenance considérés en nombre d'IF, défaillances et CHI, sont **issus d'HQT3, document 1.1**
- > Au total, **5 impacts principaux ont été retenus** dont 4 calculés par Roland Berger et permettant de justifier la rentabilité de la demande de maintenance additionnelle sur 10 ans
- > Chaque impact a été quantifié grâce à une **methodologie dédiée** intégrant pour chacun des **données réelles, historiques et publiques** dans un premier lieu, des données internes Hydro-Québec lorsque nécessaire, un **modèle analytique** reprenant la méthodologie de calcul et si possible des **balisages** de cas concrets et de résultats d'autres utilités au niveau mondial permettant de se contre-valider
- > Une **approche conservatrice** a été privilégiée dans l'ensemble de l'analyse; ainsi :
  - Les intrants fournis par Hydro-Québec ne prennent en compte que les IF et défaillances **dues aux sectionneurs et transformateurs**
  - **Seuls les impacts majeurs** permettant d'atteindre le seuil de rentabilité ont été pris en compte ; d'autres impacts, tel celui sur l'environnement, n'ont ainsi pas été détaillés mais leur valeur viendrait s'ajouter aux bénéfices
  - Les bénéfices sont calculés **sur 10 ans**, ce qui suppose que le réseau se retrouve dans le même état après 10 ans de maintenance additionnelle et sans ; or, les bénéfices sur le réseau de la maintenance additionnelle vont **perdurer les années 11 et au-delà**
- > L'analyse a été effectuée en dollars constants 2017 car nous sommes dans le cas d'une analyse coûts-bénéfices **au niveau des charges d'exploitation**, tant du côté des coûts de maintenance supplémentaire que du côté des bénéfices (pour HQT, pour la société québécoise dans son ensemble). En d'autres termes, l'objet de l'étude **ne porte pas** sur l'analyse d'un investissement (capitalisé), qui se prêterait à une actualisation

# Le calcul de rentabilité ne prend en compte que l'écart entre les scénarios de maintenance et sur 2 familles d'équipements uniquement – Hypothèses issues d'HQT-3, Document 1.1

Hypothèses des écarts de défaillances, IF et CHI<sup>1)</sup> entre les scénarios de maintenance

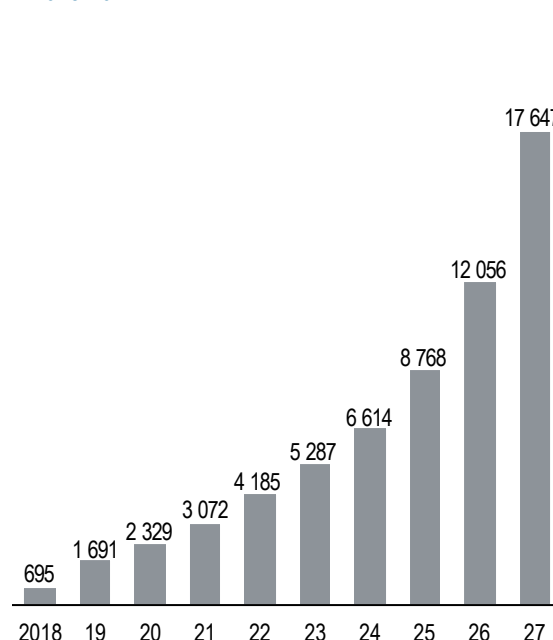
## Écart en défaillances

$$\Sigma_{2018-2027} = 27\,426$$



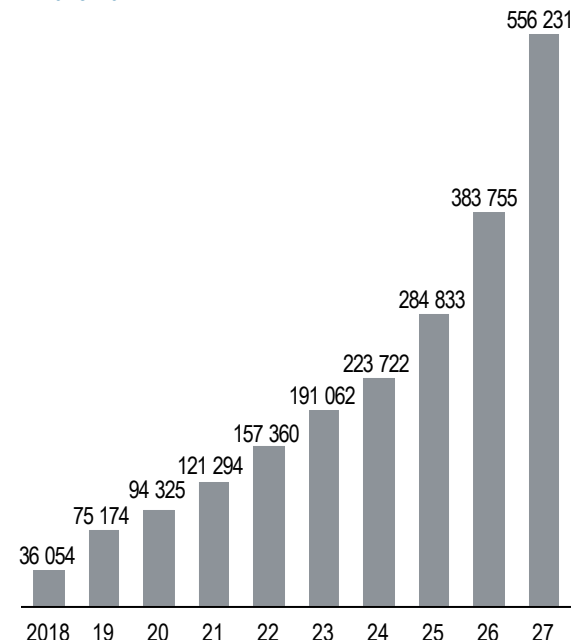
## Écart en IF

$$\Sigma_{2018-2027} = 62\,344$$



## Écart en CHI<sup>1)</sup>

$$\Sigma_{2018-2027} = 2\,123\,810$$



■ Écart annuel entre un scénario prévoyant une hausse de 548 M CAD sur 10 ans et celui d'un maintien budgétaire

Note: CHI = Client-Heure-Interrompu

Source : HQT-3, Document 1.1

# 5 impacts majeurs ont été quantifiés pour justifier la rentabilité – 9 impacts n'ont pas été considérés dans le calcul final

## Cadre d'analyse développé



Impacts négligeables (<5 M CAD) et non pris en compte dans l'analyse

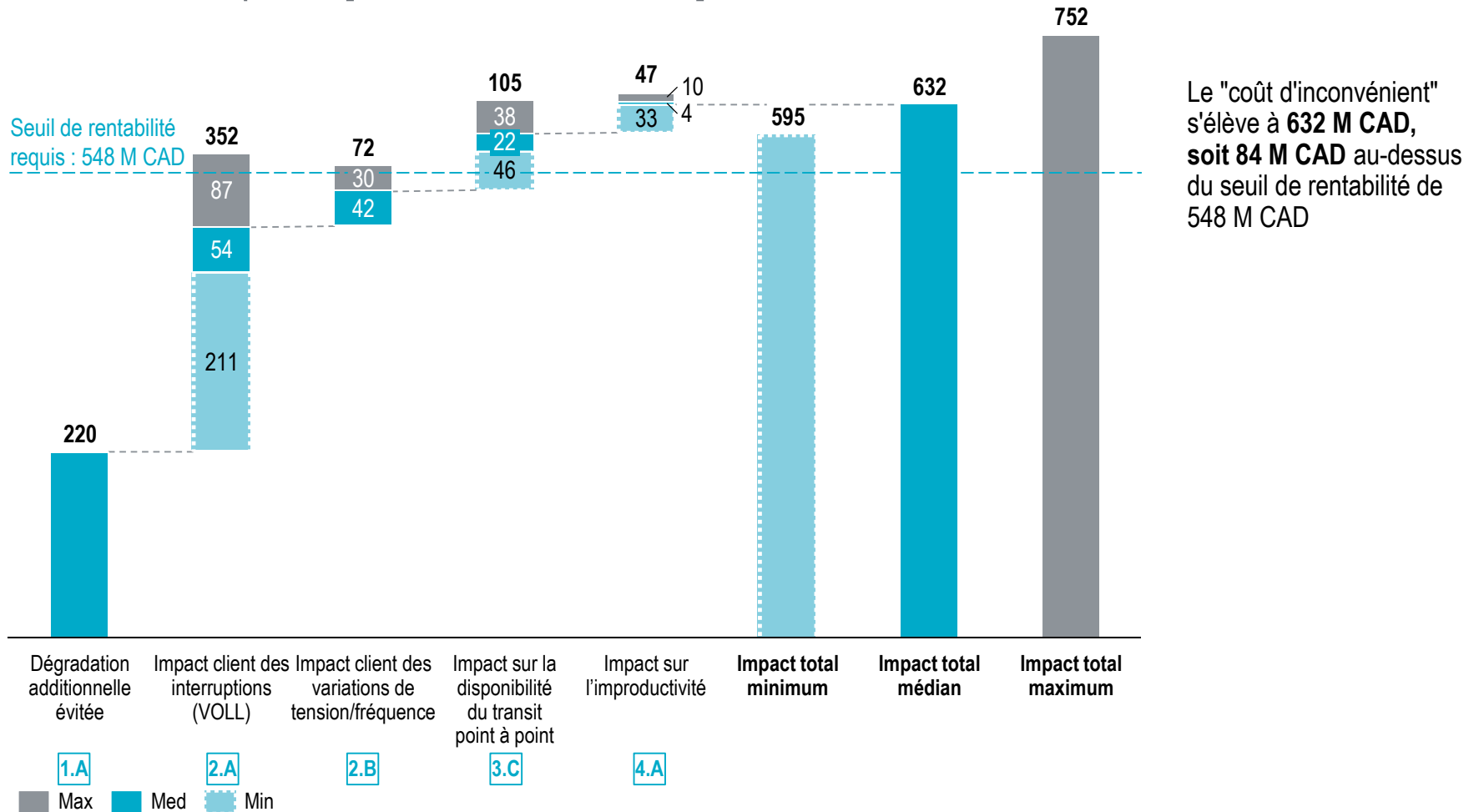
# Le calcul de chacun des impacts est issu d'une méthodologie spécifique détaillée dans le rapport HQT-3, Document 1.2

## Vue d'ensemble des méthodologies utilisées

<b>1.A</b> Dégradation additionnelle évitée	> Impact calculé par le <b>Transporteur</b>
<b>2.A</b> Impact sur les clients des interruptions de courant (VOLL)	> <b>Valeur accordée au MWh</b> (VOLL – Value of Lost Load) par type de clientèle, multiplié par la <b>consommation horaire</b> par type de clientèle, multiplié par le <b>nombre de CHI évités</b> sur 10 ans > Utilisation de <b>balisages et d'études externes</b> pour confirmer les hypothèses utilisées
<b>2.B</b> Impact sur les clients des variations de tension/fréquence	> Projection sur 10 ans de la part de l'impact économique des variations de tension causées par des défaillances (obtenue par <b>échantillonnage</b> ) > Utilisation de <b>balisages et d'études externes</b> pour estimer un proxy de l'impact total des variations de tension au Québec
<b>3.C</b> Impact sur la disponibilité du transit point à point	> Prix de vente "spot" sur les marchés client, multiplié par une estimation du <b>volume de ventes non réalisées à cause d'IF</b> , lui-même calculé avec un <b>échantillonnage des occurrences</b> historiques où une baisse de capacité aux interconnexions a entraîné une baisse des ventes > Analyse basée sur des <b>données historiques et un échantillonnage</b> permettant de définir quelle part des baisses de transit aux interconnexions sont dues à des IF
<b>4.A</b> Impact sur l'improductivité	> Projection sur 10 ans de la <b>partie de l'écart</b> en performance entre les <b>heures de maintenance prévues et les heures réalisées</b> due aux IF, multiplié par un <b>taux de prestation moyen</b> > Part de l'écart entre heures prévues et réelles dues aux IF estimée grâce à un <b>sondage interne</b> ; analyse basée sur des <b>données historiques d'heures de maintenance</b>

# Le calcul des impacts totaux prouve la rentabilité des montants additionnels en maintenance demandés sur 10 ans

Valeur des impacts [M CAD - 2018-2027]



# Une analyse de sensibilité montre que la demande est rentable quand bien même les intrants seraient tous inférieurs de 10% aux valeurs de référence

Étude de sensibilité sur les IF/défaillances et CHI – Impact total en M CAD

**CHI : -10% vs référence**

		IF		
		-10%	0%	+10%
Défaillances	-10%	580 (534-709)	590 (544-722)	601 (555-735)
	0%	595 (548-728)	605 (559-740)	615 (569-753)
	10%	609 (563-746)	620 (573-758)	630 (584-771)

**CHI = niveau de référence**

		IF		
		-10%	0%	+10%
Défaillances	-10%	606 (557-743)	617 (567-755)	627 (578-768)
	0%	621 (571-761)	632 (582-773)	642 (592-786)
	10%	636 (586-779)	646 (596-791)	657 (607-804)

**CHI : +10% vs référence**

		IF		
		-10%	0%	+10%
Défaillances	-10%	633 (579-776)	643 (590-789)	654 (600-801)
	0%	648 (594-794)	658 (605-807)	668 (615-819)
	10%	662 (609-812)	673 (619-825)	683 (630-837)

**632** = **Med**  
(582-773) (Min-Max)

Scénario avec intrant de référence (HQT-3, Document 1.2)

Scénario simulant 10% de moins d'IF, défaillances et CHI que dans le scénario de référence (encadré vert)



Nous proposons de nous concentrer sur 3 sujets amenés par les parties prenantes au dossier



1. Justification de la **méthode indirecte** pour le calcul de **VOLL**
2. Détails sur l'impact au niveau des **interconnexions**
3. Justification des **dollars constants** utilisés dans l'analyse

# L'objectif recherché pour l'évaluation de la VOLL et le temps disponible justifient le choix de la méthode indirecte

---

- > Le choix de la méthodologie pour évaluer la VOLL est déterminé par deux facteurs :
  - **L'objectif visé**, soit dans le cas présent la démonstration de la matérialité de l'impact
  - Le **temps disponible et l'effort requis** : alors qu'une estimation par méthode indirecte peut être réalisée en moins de 6 mois, il faut au **minimum 1 an** pour réaliser l'exercice complet comprenant sondages, modèles, résultats préliminaires et validation par les parties prenantes
- > La finalité de l'exercice n'étant pas de définir et estimer spécifiquement la VOLL, mais bien de **montrer sa matérialité en quelques mois**, le choix de la méthode indirecte apparaît justifié
- > Cette approche méthodologique a par ailleurs été utilisée et publiée dans le **cas récent de la Nouvelle-Angleterre (ISO-NE)** et de l'Ontario (Hydro-One), ce qui confirme l'intérêt de la **méthode indirecte**
- > Afin de s'assurer de la cohérence des valeurs obtenues, l'étude propose une **triangulation de la VOLL par des méthodes distinctes**, incluant des valeurs issues de sondages, et montre que les résultats convergent. Les résultats retenus sont par ailleurs **très proches** de valeurs publiées par ISO-NE qui utilise une méthodologie similaire et Hydro-One
- > Le fait de ne pas prendre en compte les **spécificités québécoises est par ailleurs un biais conservateur** dans l'estimation de la VOLL : le Québec étant fortement dépendant de l'électricité (industries électro-intensives, chauffage majoritairement électrique combiné avec des hivers rigoureux), la valeur accordée au MWh est plus important que dans d'autres géographies

# 4 méthodologies différentes ont ainsi été utilisées pour trianguler les résultats

## Méthodologies utilisées pour estimer la VOLL

### 1 Balisage des sondages clients

- > **Revue détaillée de 12 sondages clients** menés depuis 1994
- > **Sélection de 9 sondages pertinents** selon la robustesse de la méthodologie et la similarité du contexte du pays sondé avec le Québec
- > **Calcul de la moyenne des VOLL par segment** (résidentiel, commercial, industriel)

### 2 Modèle économétrique de calcul de VOLL

- > Utilisation d'un **modèle économétrique** américain de 2015 agrégeant les **bases de données de 30 études** sur la VOLL menées aux États-Unis
- > Application des extrants de ce modèle au **contexte québécois**

## VOLL

- > Sélection de **2 cas réels d'interruption de service** de distribution d'électricité à grande échelle
- > Sélection d'études de **calcul d'impact économique lié à ces interruptions**
- > **Quantification de la VOLL associée** à l'interruption de service

- > Estimation du **coût d'une interruption** à partir du **PIB perdu** pour les **secteurs industriel et commercial**
- > Détermination de la VOLL du secteur résidentiel via la valeur intrinsèque des **heures de loisir perdues** en raison d'une panne de courant

### 4 Études de cas

### 3 Analyse macroéconomique

# La complémentarité des différentes méthodologies permet de renforcer la robustesse de l'estimation finale

## Avantages et inconvénients des méthodologies utilisées



### Avantages



### Inconvénients

#### 1 Balisage des sondages clients

- > Large éventail de sondages disponibles
- > Considération de divers scénarios d'interruption : période de l'année, durée, ...
- > Incorporation des **préférences clients**
- > **Robustesse des méthodologies employées** (ex : questions de compromis entre plusieurs scénarios)

- > **Hétérogénéité des méthodologies d'enquête** ne permettant pas d'agréger directement les résultats
- > Résultats **hypothétiques** - les clients doivent estimer le coût d'évitement d'une situation qu'ils n'ont parfois jamais vécue

#### 2 Modèle économétrique de calcul de VOLL

- > **Méthodologie éprouvée** : très large échantillonnage, traitement des biais, analyse de régression, ...
- > **Modèle utilisé par les grandes utilités américaines**, les entités gouvernementales et autres parties prenantes

- > Intrants du modèle (sondages) provenant majoritairement de régions du centre et du sud des États-Unis n'ayant **pas un contexte directement comparable au Québec**

#### 3 Analyse macroéconomique

- > **Peu de données requises**
- > **Granularité sectorielle** pour les clients commerciaux et industriels (agriculture, industrie de transformation, secteur minier, ...)
- > Facilité d'adaptation au **contexte québécois**

- > Exclusion des **effets indirects** des pannes pour les clients non résidentiels, ce qui sous-évalue considérablement la VOLL
- > **VOLL moyenne** ne tenant pas compte de la durée de l'interruption

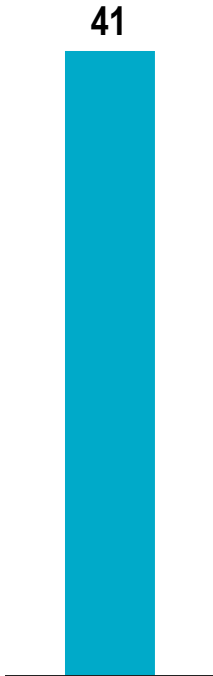
#### 4 Études de cas

- > Basée sur des **coûts réels**
- > **Bon indicateur "plancher"**

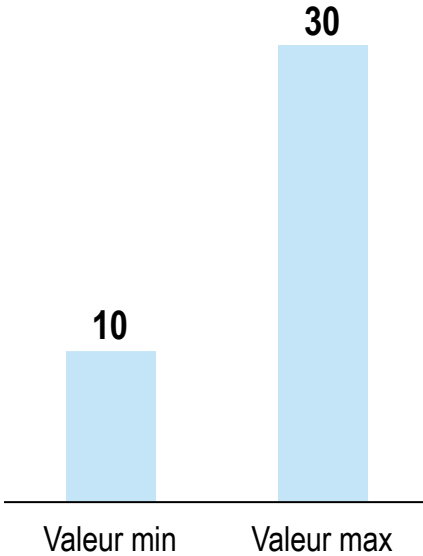
- > **Faible échantillon** de cas réels d'interruption de courant / *blackout*
- > **Exclusion de la valeur intangible de l'électricité** - seules les pertes économiques directes sont quantifiées

# Des exemples proches et récents montrent des VOLL similaires à celle retenue dans l'analyse coûts-bénéfices

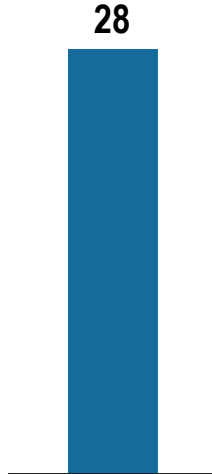
**Cas de la Nouvelle-Angleterre (ISO-NE) [2016 ; CAD/kWh]**



**Cas de l'Ontario (Hydro-One) [2016 ; CAD/kWh]**



**Valeur moyenne retenue dans le présent dossier<sup>1)</sup> [CAD/kWh]**



1) Obtenu par pondération des VOLLs par segment de clientèle en fonction de la consommation moyenne de chaque

# L'analyse aux interconnexions doit couvrir l'ensemble des systèmes électriques et ne doit pas singulariser le Producteur

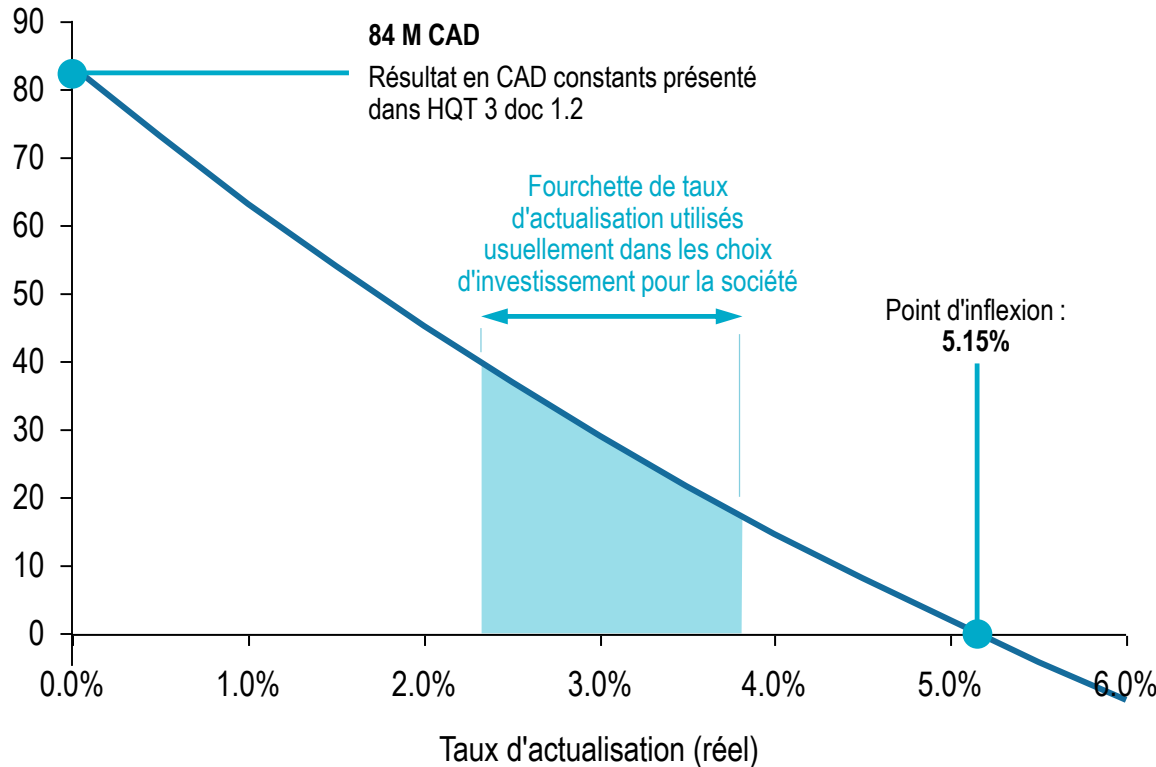
---

- > Bien que l'énergie du Producteur puisse effectivement être stockée en amont des barrages, l'analyse réalisée ici doit couvrir **l'ensemble des systèmes électriques**, sans égard aux **parties lésées** (le Transporteur, le Producteur, les producteurs tiers...) ni à leur **mode de production**
- > L'analyse doit refléter **l'obligation de traitement équitable** de tous les utilisateurs du réseau de transport, et en particulier les clients du service point à point
- > Le marché adressé est **profond** : les clients **substituent** avec une autre source et **n'anticipent pas** que l'électricité sera de nouveau produite plus tard. Il serait incorrect de présupposer que les clients achèteraient plus tard l'électricité qu'ils n'ont pas achetée
- > Il n'est pas approprié de présumer ni de généraliser les **conditions de reprise des ventes ou de décalage temporel** de la production des clients du Transporteur dans le calcul des bénéfices

# Quand bien même nous serions amenés à actualiser les valeurs, les conclusions quant à la rentabilité ne changeront pas

Rentabilité (bénéfices totaux – coût de maintenance additionnelle) [M CAD]

Rentabilité [M CAD]



- > L'actualisation n'aurait du sens qu'en se plaçant sous la **forte hypothèse** que les sommes demandées pour la maintenance additionnelle **seraient investies** (et immobilisées) par l'un ou l'autre des agents économiques de la société québécoise
- > Le taux d'actualisation devra donc être un **taux d'actualisation réel**, c'est-à-dire ne tenant pas compte de l'inflation
- > Dans ce cadre, l'effet de la maintenance additionnelle est rentable jusqu'à un **taux réel de 5.15%**, soit un **taux nominal de 7.25%** (en supposant une inflation à 2%)
- > Ces valeurs sont **au-delà des valeurs utilisées usuellement** dans le cadre de choix **d'investissement** pour la société

— Rentabilité (bénéfices totaux - coût de maintenance additionnelle) [M CAD]

Note : La rentabilité est calculée sur le scénario med

Source : analyses Roland Berger, recherches documentaires

# Le MTQ<sup>1)</sup> prend un taux d'actualisation réel de 2.37% qui ne dépend pas d'un coût du capital dans son calcul

Taux d'actualisation utilisé par le MTQ pour ses projets d'investissement publics

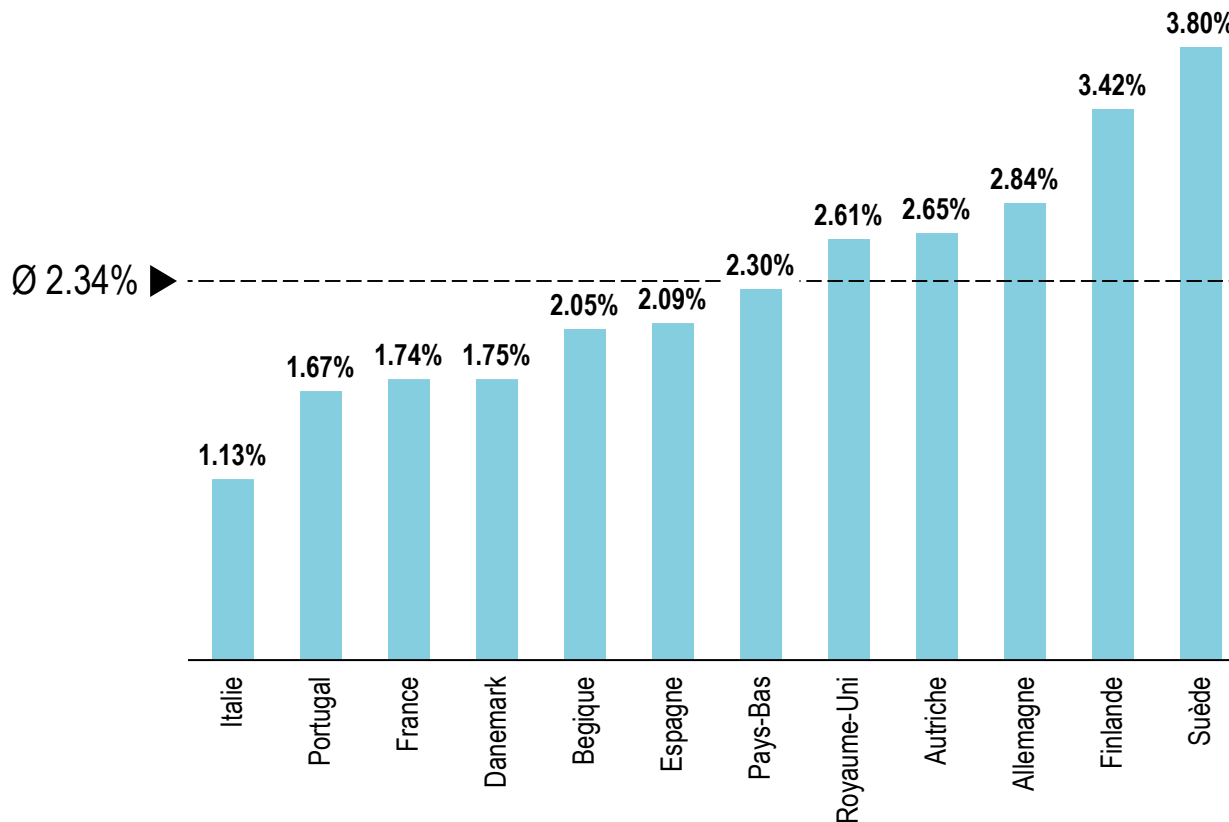
Année	Consommation		Épargne		Investissement des entreprises		Taux d'actualisation retenu
	Pondération	Coût d'opportunité [%]	Pondération	Coût d'opportunité [%]	Pondération	Coût d'opportunité [%]	
2015	0,46	1,70%	0,04	2,93%	0,50	2,93%	<b>2,37%</b>
		↓ Rendement moyen : dépôts 5 ans des particuliers, certificats de placement garanti 5 ans et obligations du Québec 10 ans		↓ Moyenne indice composé Standard et Poor's (S&P) (10%) et rendement des obligations 20 ans des sociétés canadiennes (90%)		↓ Entreprises : moyenne S&P (10%) et rendement des obligations 20 ans des sociétés canadiennes (90%)	

1) Ministère des Transports du Québec



# Les exemples internationaux confirment l'ordre de grandeur du taux utilisé par le MTQ

## Taux d'actualisation social de différents pays



### Calcul prenant en compte :

- > La préférence temporelle
- > L'élasticité sur la consommation
- > Taux de croissance de la consommation par habitant

# Conclusions sur le rapport d'analyse coûts-bénéfices

- > L'analyse coûts-bénéfices montre que la demande de maintenance additionnelle de 54 M CAD annuelle sur 10 ans est effectivement **rentable**
- > La rentabilité a été élaborée et calculée à l'aide de **méthodes robustes et souvent similaires** à ce qu'utilisent d'autres énergéticiens vis-à-vis de leurs régulateurs respectifs
- > Toutes les **méthodes et les hypothèses utilisées sont conservatrices** et **sous-estiment** donc les impacts calculés, ainsi que la rentabilité finale
- > Le **calcul de plusieurs scénarios** ainsi que l'analyse de **sensibilité** réalisée a posteriori sur les intrants augmentent la confiance quant aux résultats de l'analyse

Roland  
Berger

