

# **L'énergie éolienne, l'équilibrage, et la demande à la pointe, dans le contexte du contrat patrimonial**

**Philip Raphals**  
pour RNCREQ  
Régie de l'énergie  
R-3648-07  
**20 juin 2008**

# Mandat

- Dresser un portrait de l'interaction entre la variabilité de la ressource éolienne et la flexibilité inhérente au contrat patrimonial
  - > notamment pendant les heures de pointe
- afin de permettre un jugement quant à la pertinence de renouveler le contrat d'équilibrage

# Contexte

- Contrat patrimonial unique, n'étant ...
  - > ni sous le contrôle direct d'HQD
  - > ni défini en quantité et prix pour chaque période temporelle
- L'affectation des « bâtonnets » en fin d'année crée un contexte *sui generis* pour l'intégration éolienne
- Le simple calcul de la corrélation entre la production éolienne et la demande ne permet pas de connaître son effet sur l'affectation des bâtonnets
  - > donc sur les besoins en énergie postpatrimoniale

# Plan

- Approche et méthode
  - > Exemple
- Résultats des travaux antérieurs
- 990 MW en Gaspésie
  - > Données historiques vs. simulées
  - > Résultats
- 2<sup>e</sup> appel d'offres de 2000 MW
  - > Effet de lissage (thèse Michaud)
  - > Données
  - > Résultats
- Coûts du service d'équilibrage
- Conclusions et recommandations

# Méthode

- 36 scénarios pour l'an 2012
  - > En fonction des séries météorologiques des années 1971-2006
- Pour chaque scénario
  - > Évaluation des besoins postpatrimoniaux
    - a) contrat d'équilibrage
    - b) réception directe de l'énergie éolienne
      - Besoins net = besoins – production éolienne
        - » calculés pour chaque heure
      - Mène à un reclassement des charges (CPC)
        - » affectation des bâtonnets en fonction des besoins net de l'éolien
        - » tend à absorber l'intermittence

## Exemple: la fine pointe de 2006

A Index CPC	B Date et heure	C Index chrono	D Demande brute (sans éolien)
1	2/27/2006 18h	1386	36 184
2	2/27/2006 8h	1376	35 896
3	2/27/2006 19h	1387	35 792
4	1/16/2006 8h	368	35 558
5	2/18/2006 18h	1170	35 446
6	2/27/2006 9h	1377	35 294
7	2/28/2006 18h	1410	35 217
8	1/16/2006 18h	378	35 098
9	2/27/2006 20h	1388	35 019
10	2/10/2006 8h	968	34 896

## ... net de la production éolienne

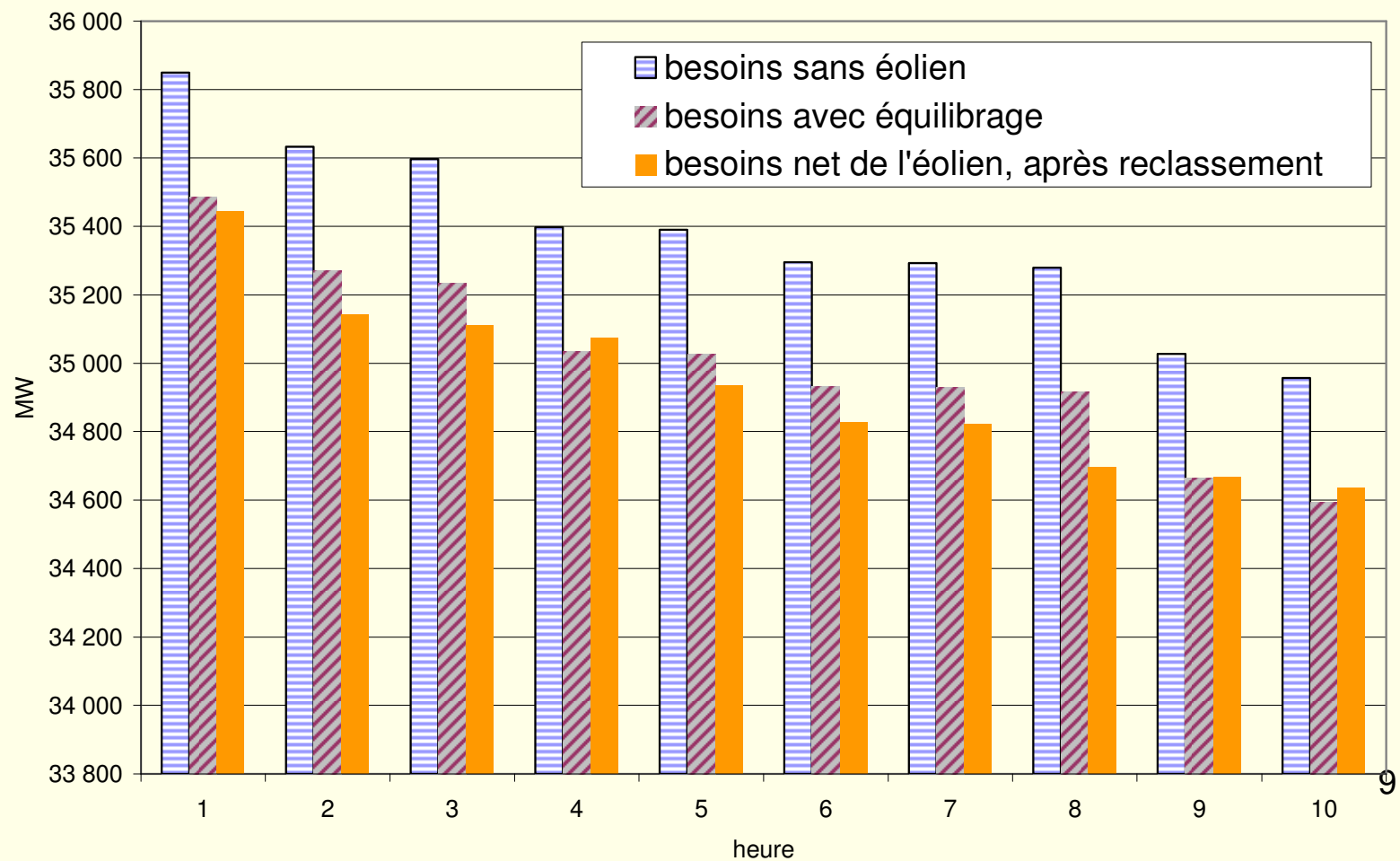
Index CPC	Date et heure	Index chrono	Demande brute (sans éolien)	Production éolienne	Nette de l'apport éolien
1	2/27/2006 18h	1386	36 184	325	35 859
2	2/27/2006 8h	1376	35 896	853	35 043
3	2/27/2006 19h	1387	35 792	430	35 362
4	1/16/2006 8h	368	35 558	538	35 020
5	2/18/2006 18h	1170	35 446	788	34 658
6	2/27/2006 9h	1377	35 294	748	34 546
7	2/28/2006 18h	1410	35 217	232	34 985
8	1/16/2006 18h	378	35 098	875	34 223
9	2/27/2006 20h	1388	35 019	363	34 656
10	2/10/2006 8h	968	34 896	54	34 842

# Reclassement

<b>A<sub>N</sub></b> <b>Index</b> <b>CPC</b> <b>(net)</b>	<b>B</b> <b>Date et heure</b>	<b>C</b> <b>Index</b> <b>chrono</b>	<b>A<sub>O</sub></b> <b>Index</b> <b>CPC</b> <b>(orig)</b>	<b>D</b> <b>Demande</b> <b>brute</b>	<b>E</b> <b>Production</b> <b>éolienne</b>	<b>G</b> <b>Net de</b> <b>l'apport</b> <b>éolien</b>
1	2/27/2006 18h	1386	1	36184	325	35 859
2	2/27/2006 19h	1387	3	35792	430	35 362
3	2/27/2006 8h	1376	2	35896	853	35 043
4	1/16/2006 8h	368	4	35558	538	35 020
5	2/28/2006 18h	1410	7	35217	232	34 985
6	2/10/2006 8h	968	10	34896	54	34 842
7	2/18/2006 18h	1170	5	35446	788	34 658
8	2/27/2006 20h	1388	9	35019	363	34 656
9	2/27/2006 9h	1377	6	35294	748	34 546
10	2/28/2006 19h	1411	15	34592	116	34 476

# Résultats des travaux en R-3550

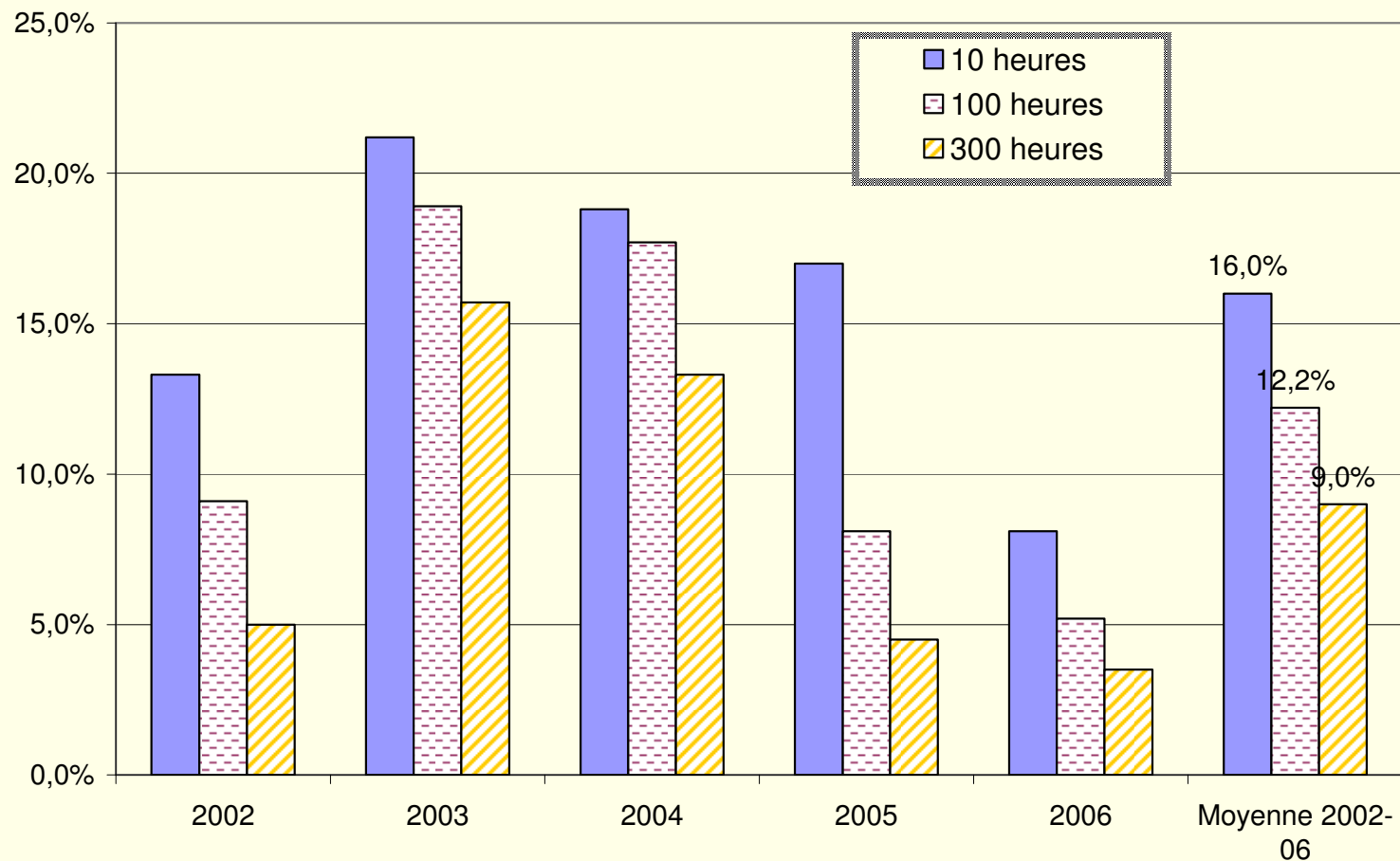
- pour les 10 heures de plus grande charge en 2005



990 MW

# Sommaire des résultats 2002 à 2006 (données historiques)

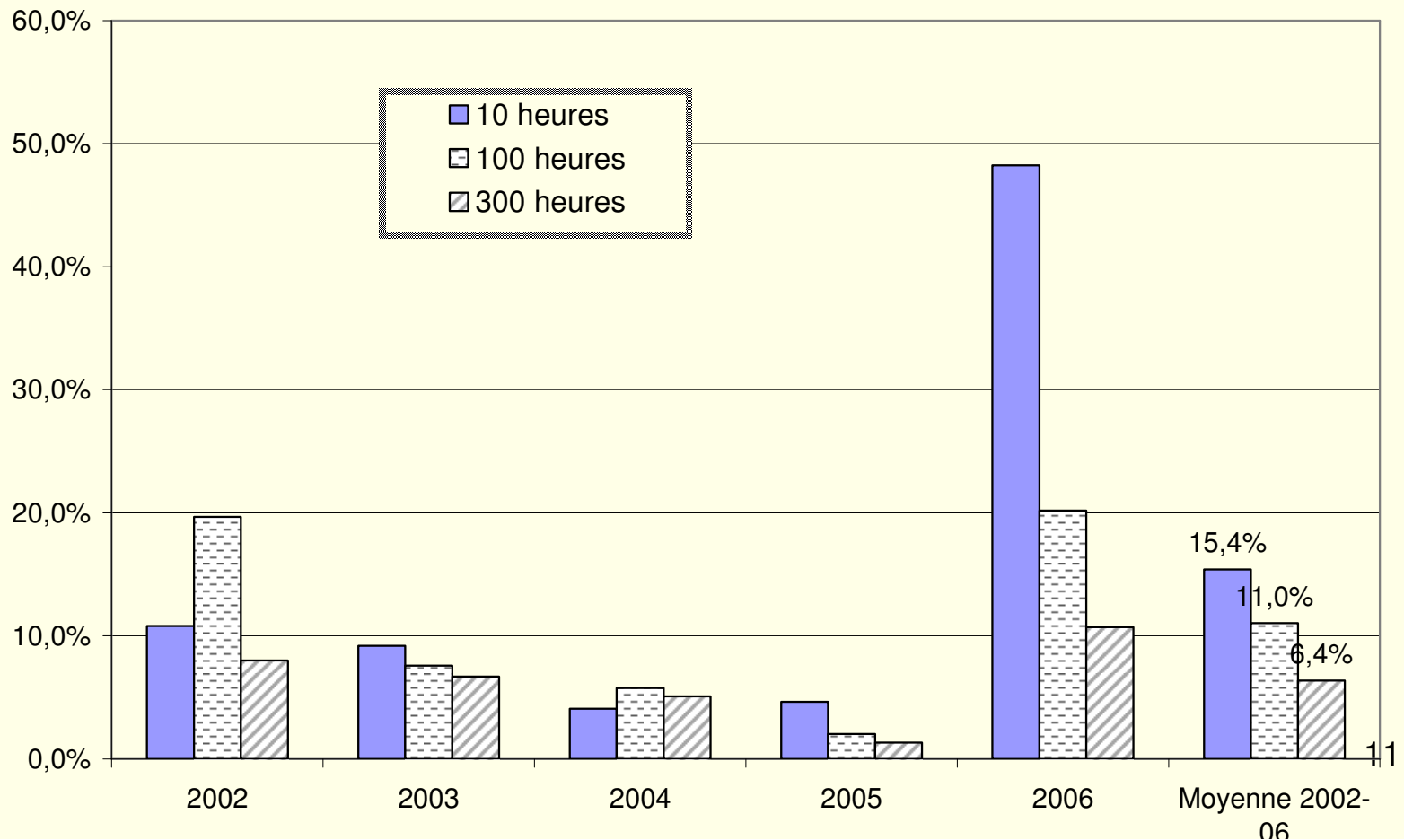
Réduction des besoins post patrimoniaux sans équilibrage



990 MW

# Sommaire des résultats 2002 à 2006 (données simulées)

Réduction des besoins post-patrimoniaux sans équilibrage



# Données historiques vs. simulations

- Discordance viz. la pointe annuelle (2006)
  - > 27 février à 18h, selon les données réelles
  - > 18 février à 19h, selon la simulation
- Conséquences importantes sur
  - > l'affectation des bâtonnets
  - > la production moyenne de l'éolien pendant la fine pointe
    - 713 MW en fonction de la simulation
    - 521 MW en fonction des données historiques

# Données historiques vs. simulations

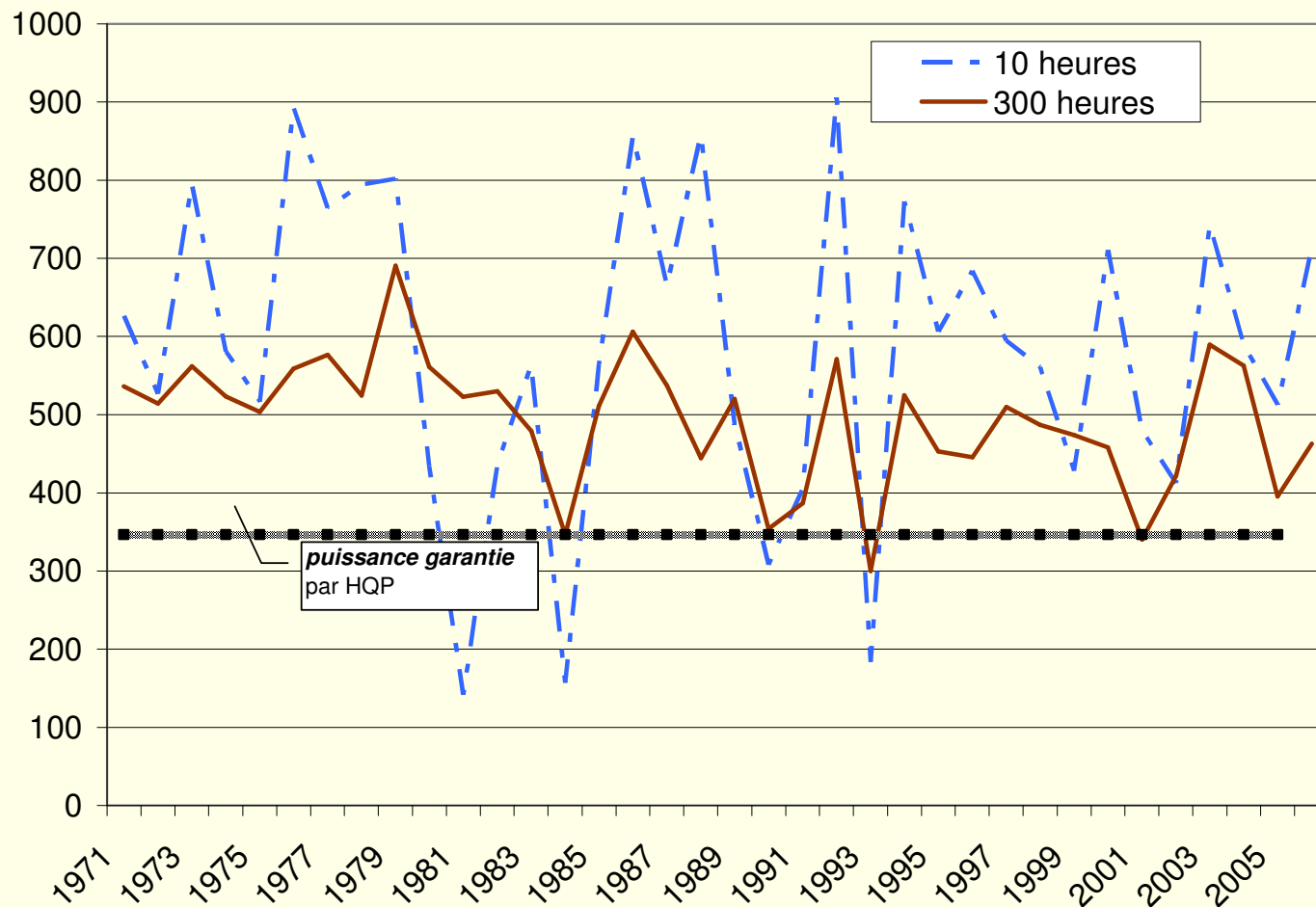
- Difficile de voir pourquoi les données simulées seraient plus fiables que les données historiques pour les années récentes
- Anomalies re 14 pointes exceptionnelles
  - HQD-3, doc. 9, annexe 2
  - dans certains cas, la pointe identifiée est loin d'être la pointe de l'année, selon les données simulées
- Remet en question l'utilisation des simulations pour analyser les apports éoliens
  - > La modélisation pourrait être adéquate pour les fins de la prévision de la demande (analyse statistique)
  - > Sans être suffisamment précis pour identifier les heures précises de la pointe et de la fine pointe
    - Nécessaire pour évaluer les apports éoliens

## Sommaire des résultats (990 MW)

- La réception directe réduit les besoins postpatrimoniaux pendant les ...
  - > 300 heures
    - Puissance moyenne des éoliennes : 494 MW  
+ 43 % par rapport à la puissance garantie  
(Entente d'équilibrage)
    - Besoins postpatrimoniaux réduits de 11 à 12 %
  - > 10 heures
    - Production éolienne encore plus élevée : 585 MW  
+ 69 % par rapport à la puissance garantie  
mais plus volatile
    - Besoins postpatrimoniaux réduits de 15 à 16 %

# Puissance moyenne éolienne pendant la pointe (données simulées)

Puissance moyenne de l'énergie éolienne  
durant les X heures de charge la plus élevée



## 2<sup>e</sup> appel d'offres: 2000 MW

- Dispersion géographique plus grande
  - > Mémoire de maîtrise de R. Michaud: *L'effet de lissage induit par la répartition géographique de groupes éoliens* (Laval, 2007)
  - > Données de 2001 sur 8 sites
  - > Amélioration sur plusieurs paramètres
    - Variabilité (écart-type)
    - Puissance minimale
    - Variation horaire maximale
  - > Effet de lissage associé au nombre de centrales éoliennes ainsi qu'à la distance qui les sépare

# Méthode

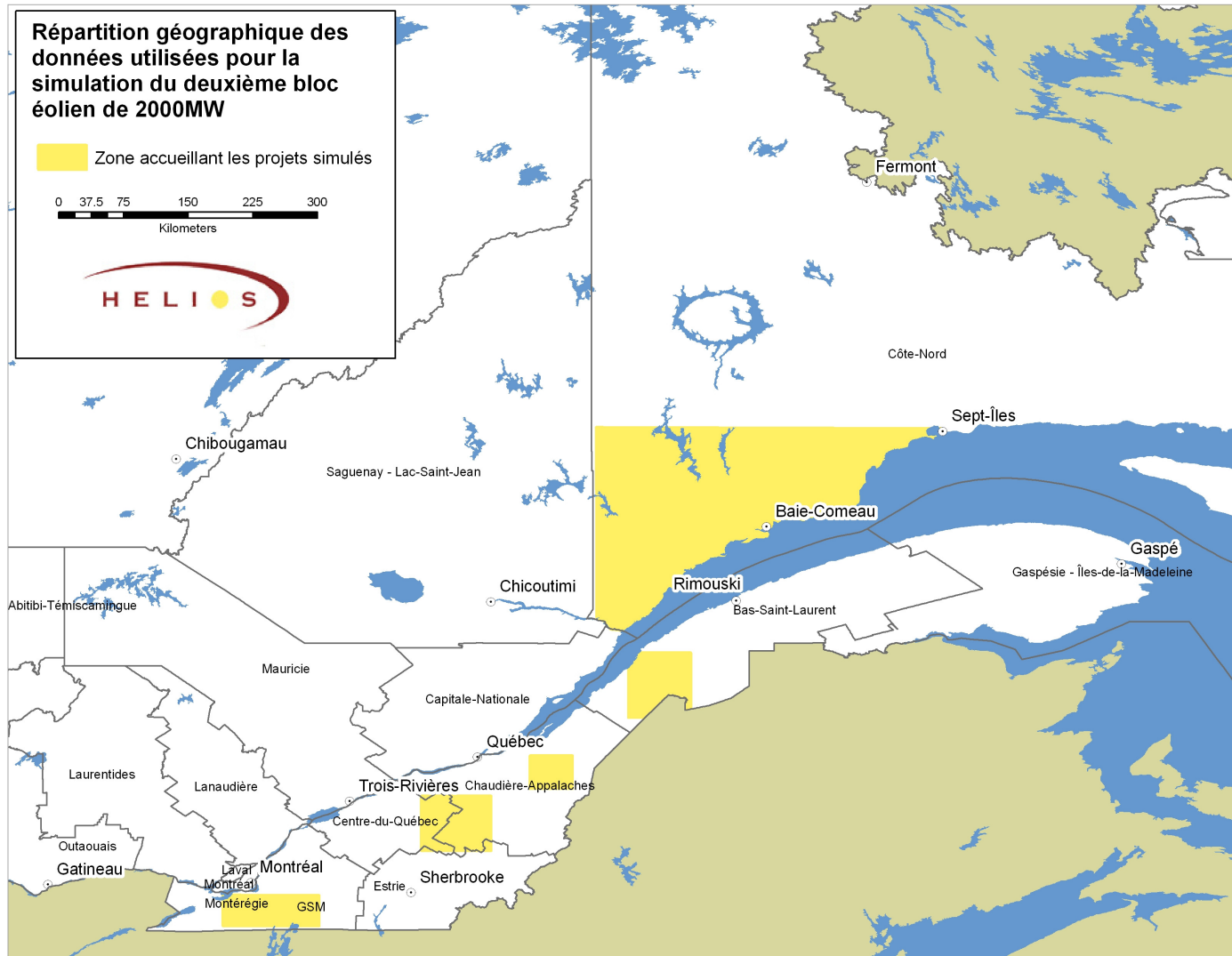
## ■ Données

- > Données réelles de mesure obtenues de promoteurs dans l'appel d'offres
  - 5 sites dans 4 régions administratives
  - Ententes de confidentialité
- > Données de vents converties en production électrique par les promoteurs
  - Méthode validée par M. Tim Weis
  - Tient compte de la température (- 30° C)
  - Données manquantes laissées à 0
    - Taux de perte de données similaire au taux d'arrêts non planifiés

## ■ Une année complète de données

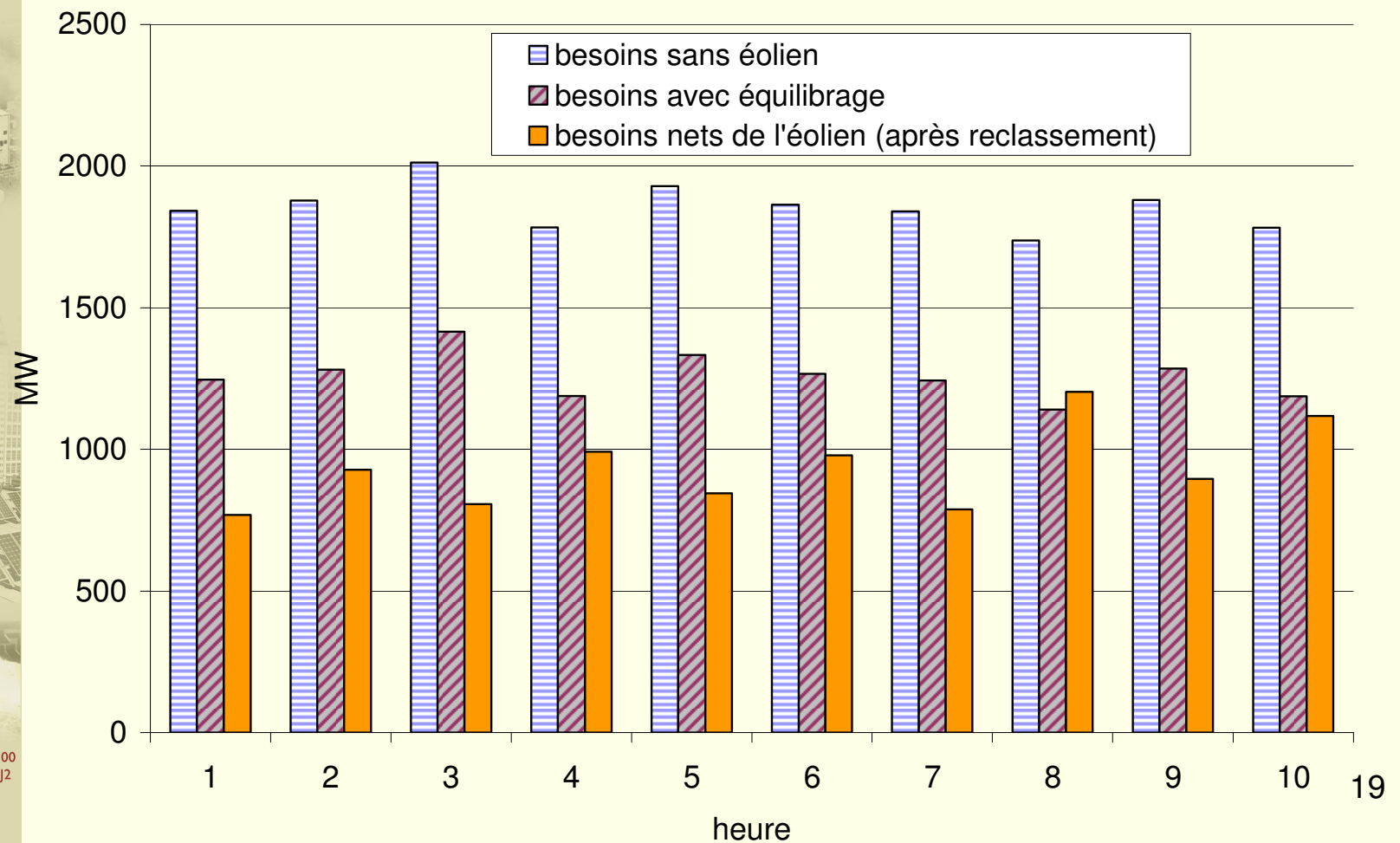
- > Mais pas une année calendrier
- > 1<sup>er</sup> octobre 2006 à 30 septembre 2007 : traitée comme une année calendrier pour les fins d'affectation de bâtonnets

# Répartition géographique



# Résultats

Énergie post patrimoniale requise pour les 10 heures de plus grande charge  
(2007)



# Résultats comparatifs

**Moyenne des premières X  
heures de plus grande**

**charge**

10

100

300

**Réduction en besoins post patrimoniaux  
sans équilibrage**

**Sur les cinq sites**

25,9 %

12,3 %

10,7 %

**En Gaspésie (2002-06)**

15,4 %

11,0 %

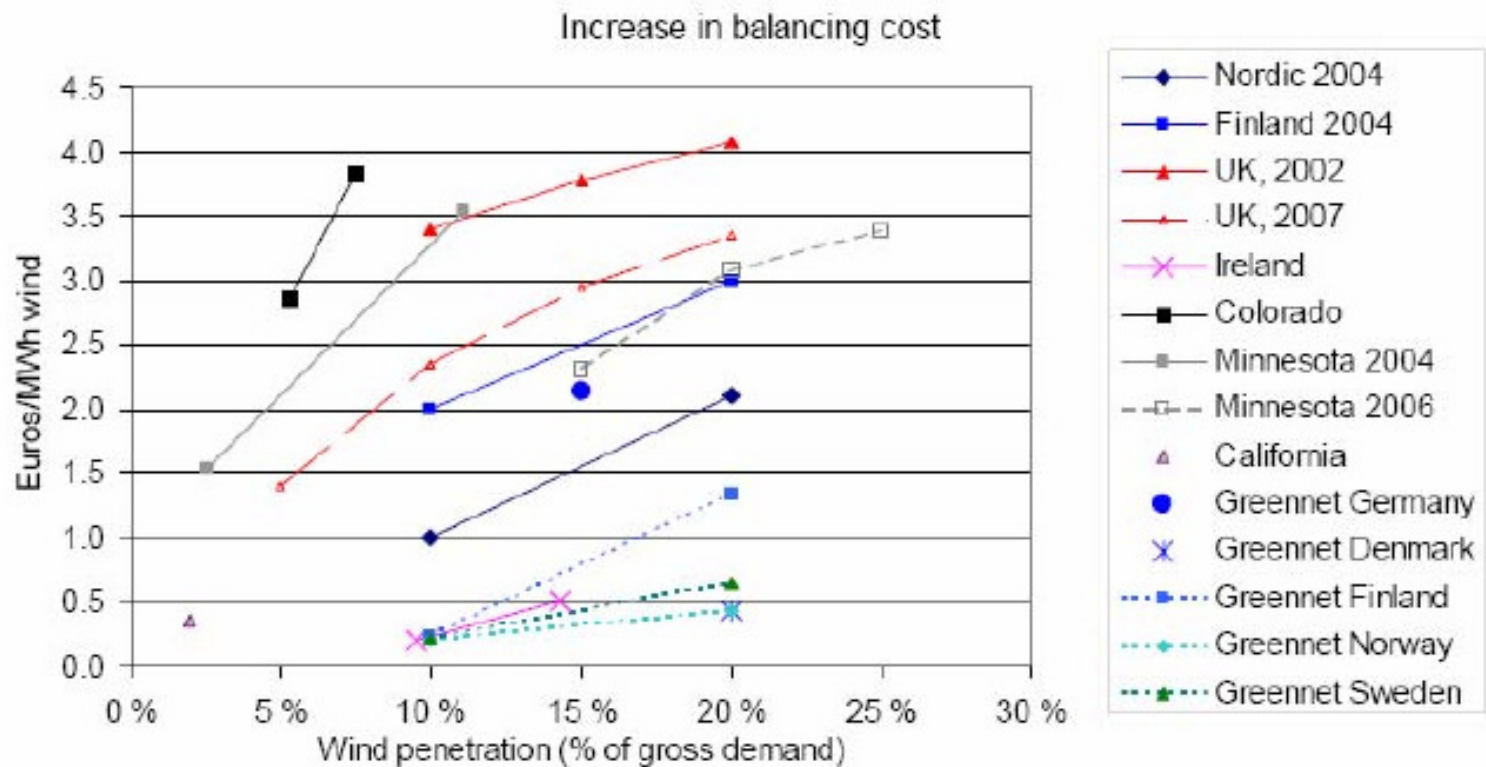
6,4 %

- Réduction des besoins postpatrimoniaux à la pointe beaucoup plus importante sur les cinq sites qu'en Gaspésie
- Dispersion géographique des projets retenus beaucoup plus grande que les cinq sites étudiés
  - > L'effet réel de lissage devrait être beaucoup plus important

# Coûts de l'équilibrage

- HQD (16 juin 08) : coûts modestes
  - > Coûts totaux  $\cong$  6 millions \$
  - > Coût unitaire = CA 1 \$ par MWh (service d'équilibrage)
- Balisage
  - > Pays scandinaves (Greenet)
    - Coût d'équilibrage de 0,25 € = CA\$0,40 / MWh
    - Pour pénétration de 10 %
    - Pénétration au Québec (990 MW)  $\cong$  3 %
  - > Impacts sur les réserves de stabilité à toutes fins pratiques nuls (Balisage, p. 20)
- Parc hydraulique d'HQP lui permet de fournir le service d'équilibrage à faible coût
  - > Régulation fréquence-puissance (RFP)
    - Fournie par les grosses centrales
    - moins cher (N.S., v. 2, p. 51)

# Coûts d'équilibrage (Balisage)



**Figure 6** Coûts estimés des besoins d'équilibrage de la production éolienne (réf. 32)

# Coûts d'équilibrage

- Source: H. Holttinen, *Estimating the impacts of wind power on power systems – summary of IEA Wind collaboration*
- *Balancing* fait référence aux réserves de court terme (jusqu'à demi-heure)
- Nordic/Finland inclut coûts de nouvelles installations pour fournir la réserve ainsi que l'utilisation additionnelle des réserves existantes
- Ireland: l'utilisation de la flexibilité inhérente aux centrales hydrauliques exclue des simulations
- Greennet: coûts calculés en fonction de la différence des coûts du réseaux avec production stochastique vs. production constante

# Conclusions

- **Les besoins postpatrimoniaux aux heures de pointe sont plus élevés avec le service d'équilibrage**
  - > pour la quasi-totalité des cas étudiés
- **Les services réellement requis n'incluent pas le « service équilibrage »**
  - > Art. 5.1: service d'équilibrage (0,1¢/kWh)
  - > Art. 5.2: puissance complémentaire (80 \$/kW et 7,5 ¢/kWh, indexés)
  - > pas de mention explicite des services complémentaires

# Recommandations et pistes additionnelles ...

- Renégocier l'Entente
  - > sans le volet « service d'équilibrage »
  - > volet « puissance complémentaire » à examiner une fois les études complétées
    - coût évité de puissance (marchés court terme) = 10 \$ / kW
- Traitement approprié des coûts réels liés aux services complémentaires
  - > Entente avec HQP ?
  - > ou dans les Tarifs et conditions d'HQT ?
- Dans tous les cas ...
  - > services fournis directement ou indirectement par HQP
  - > Paiements établis en fonction des coûts réels
    - D-99-120 (R-3405-98), p. 28-29 : coput complet comme règle général
    - D-2002-95 (R-3401-98) : coût complet pour les services fournis entre divisions (p. 59)