

**RÉPONSES D'HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION
À LA DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS N° 2
DE L'AHQ-ARQ**

RECONSTITUTION DE SÉRIES HISTORIQUES DE PRODUCTION ÉOLIENNE

1. **Références :** (i) B-0032, HQD-1, document 3, page 5, lignes 8 à 11;
(ii) B-0032, HQD-1, document 3, annexe A, page titre.

Préambule :

(i) « Le Distributeur a octroyé un mandat de reconstitution de séries historiques de production éolienne à la firme AWS Truepower (AWS). Les résultats de ce mandat sont présentés dans le rapport *Historical Meteorological and Wind Power Time Series 1979-2015*, déposé à l'annexe A de la présente pièce. » (Nous soulignons)

(ii) Le rapport de la firme AWS Truepower intitulé *Historical Meteorological and Wind Power Time Series 1979-2015* est daté du 15 décembre 2016.

Demandes :

- 1.1 Veuillez justifier le choix de l'année 1979 comme date de début de l'analyse dans le mandat octroyé à la firme AWS, tel qu'indiqué à la référence (i).

Réponse :

1 **Ce choix est principalement influencé par la disponibilité des données**
2 **météorologiques de réanalyse du modèle ERA-Interim utilisées comme**
3 **intrants dans le modèle d'AWS.**

- 1.2 Veuillez justifier le choix de l'année 2015 comme date de fin de l'analyse dans le mandat octroyé à la firme AWS, tel qu'indiqué à la référence (i), étant donné que le rapport de la firme AWS a été livré le 15 décembre 2016 tel qu'il apparaît à la référence (ii). Une analyse plus récente n'aurait-elle pas permis d'inclure les années 2016 et 2017, plus pertinentes?

Réponse :

4 **Le mandat effectué par la firme AWS demande plusieurs mois de simulation,**
5 **d'où le besoin de fixer une période définie. La période de 1979 à 2015 fut**
6 **choisie et les travaux de la firme ont pris fin en décembre 2016.**

- 1.3 Veuillez déposer une mise à jour de l'analyse de la firme AWS en incluant les années 2016, 2017 et, si possible, 2018.

Réponse :

7 **L'information demandée n'est pas disponible.**

- 1.4 Veuillez justifier le fait que le Distributeur n'ait déposé à la Régie le rapport de la firme AWS que le 15 avril 2019 alors que ce rapport existe depuis le 15 décembre 2016 tel qu'il apparaît à la référence (ii).

Réponse :

1 **Le rapport d'AWS a été déposé en appui à la mise à jour de l'évaluation de la**
2 **contribution en pointe des éoliennes, puisque les séries reconstituées d'AWS**
3 **ont été utilisées comme intrant dans l'analyse du Distributeur.**

2. **Références :** (i) B-0032, HQD-1, document 3, annexe A, page 2;
(ii) B-0032, HQD-1, document 3, annexe A, page 6.

Préambule :

(i) « *HQD also provided 10-minute operational data from the turbine SCADA system at the 18 operational wind farms.* »

(ii) « *The pre-construction met mast data (TMM) was provided by HQD on a 10-minute time interval. After reviewing the TMM dataset, AWST deemed necessary to quality control the observed data.* » (Nous soulignons)

Demandes :

- 2.1 Veuillez indiquer si les données dont il est question à la référence (i) sont les mêmes que celles qui sont utilisées pour déterminer les quantités mensuelles de production éolienne servant à la facturation et aux calculs de l'entente d'intégration avec le Producteur. Dans la négative, veuillez expliquer la différence.

Réponse :

4 **Le Distributeur confirme que ce sont les mêmes données.**

- 2.2 La référence (ii) indique que la firme AWST a procédé à une validation des données météorologiques. Veuillez indiquer si AWST et/ou le Distributeur ont aussi procédé à la validation des données opérationnelles dont il est question à la référence (i). Dans l'affirmative, veuillez fournir les résultats de la validation. Dans la négative, veuillez justifier cette omission.

Réponse :

5 **Les données météorologiques ainsi que les données opérationnelles en**
6 **question ont été validées par AWS avant d'être utilisées dans le mandat de**
7 **reconstitution de séries historiques. Le Distributeur ne possède pas les**
8 **résultats de la validation faite par AWS.**

3. **Référence :** B-0032, HQD-1, document 3, annexe A, page 34.

Préambule :

« *Some filtering of the SCADA data was necessary. Since the first year of operation typically entails significantly higher losses than subsequent years, the SCADA data was filtered to discard the first few months of operation rather than using the commissioning operation date of each plant. HQD analyzed each plant to estimate the shakedown period when most of the plant start-up problems were resolved and the necessary tuning and testing completed. Overall, it was estimated that the shakedown period lasted approximately 4 months at most wind farms.* » (Nous soulignons)

Demande :

3.1 Veuillez fournir le résultat, pour chacun des 39 parcs éoliens, de la longueur en mois de la « *shakedown period* » estimée suite à l'analyse d'HQD dont il est question à la référence.

Réponse :

1 **La « *shakedown period* » est estimée à environ quatre mois pour les 18 parcs**
2 **en opération utilisés dans le mandat d'AWS.**

4. **Référence :** B-0032, HQD-1, document 3, annexe A, pages 40 et 41, table 4.2.

Préambule :

La première partie du tableau:

Table 4.2: Net power statistics at operational wind farms

Project	WindMap Domain	Number of Months	Observed net power (MW)	Modeled net power (MW)	Difference in net energy	Hourly R ²	Daily R ²
P33	A	36	29.70	29.80	0.1%	0.77	0.89
P32	B	24	28.97	28.69	-0.4%	0.72	0.78
P15	B	24	51.76	52.28	0.3%	0.75	0.80
P8	B	24	46.06	46.08	0%	0.83	0.89
P6	B	25	38.43	37.81	-0.6%	0.86	0.93
P26	C	25	46.04	45.33	-0.5%	0.83	0.90
P27	C	24	50.89	50.30	-0.4%	0.78	0.86
P37	D	24	8.68	8.63	-0.2%	0.81	0.91
P2	E	95	33.18	32.95	-0.2%	0.79	0.90
P14	E	45	40.72	40.47	-0.2%	0.86	0.92
P11	E	24	95.26	95.22	0%	0.75	0.79

Demandes :

4.1 Veuillez confirmer (ou infirmer avec explications) la compréhension de l'AHQ-ARQ selon laquelle les colonnes « *Observed net power* » et « *Modeled net power* » du tableau de la référence montrent une puissance moyenne sur l'horizon d'analyse.

Réponse :

1 **Les colonnes « *Observed net power* » et « *Modeled net power* » présentent la**
 2 **puissance moyenne horaire respectivement sur les données opérationnelles**
 3 **validées et sur les données modélisées, et ce, sur la période d'opération réelle**
 4 **de chacun des parcs et non sur la période de 1979 à 2015.**

4.2 Veuillez fournir avec un exemple la formule ayant permis de calculer la colonne « *Difference in net energy* » du tableau de la référence. Par exemple, pour le parc P15, l'AHQ—ARQ calcule un écart de $(52,28 - 51,76) / 51,76 = 1,00 \%$ et non 0,3 %.

Réponse :

1 **La colonne « *Difference in net energy* » est calculée en faisant la différence**
2 **entre la colonne « *Modeled net power* » et la colonne « *Observed net power* »,**
3 **laquelle est par la suite divisée par la puissance installée du parc éolien.**

4.3 Veuillez fournir une mise à jour du tableau 4.2 de la référence en ajoutant les résultats de 2016, 2017 et 2018 et les nouveaux parcs mis en service depuis 2015.

Réponse :

4 **Voir la réponse à la question 1.3.**

5. Références : (i) B-0032, HQD-1, document 3, annexe A, pages 41 à 47, figures 4.4 à 4.9;
(ii) B-0028.

Préambule :

(i) Les figures 4.4 à 4.9 présentent les résultats des productions simulées et des productions observées par AWS pour chacun des 18 parcs couverts par l'analyse.

(ii) La pièce B-0028 est un fichier Excel qui montre la production éolienne totale par mois et la puissance installée moyenne par mois.

Demandes :

5.1 Veuillez fournir un fichier Excel contenant tous les chiffres derrière les graphiques de la référence (i), soit les productions mensuelles observées et simulées pour chaque parc (en MWh).

Réponse :

5 **Le Distributeur a fourni à la pièce B-0028 les données de production éolienne**
6 **réelle mensuelle totale. Il dépose, en réponse à la présente question et à la**
7 **question 5.3, les données de production éolienne mensuelle totale**
8 **reconstituées par la firme AWS.**

5.2 Veuillez fournir une mise à jour du fichier Excel faisant l'objet de la demande précédente en ajoutant les résultats de 2016, 2017 et 2018 et les nouveaux parcs mis en service depuis 2015.

Réponse :

9 **Voir la réponse à la question 1.3.**

5.3 Veuillez fournir un fichier Excel du même type que celui de la référence (ii) mais avec les valeurs simulées par AWS.

Réponse :

1 **Voir la réponse à la question 5.1.**

5.4 Veuillez fournir une mise à jour du fichier Excel faisant l'objet de la demande précédente en ajoutant les résultats de 2016, 2017 et 2018 et les nouveaux parcs mis en service depuis 2015.

Réponse :

2 **Voir la réponse à la question 1.3.**

ÉVALUATION DE LA CONTRIBUTION EN PUISSANCE À LA POINTE DES ÉOLIENNES

6. **Références :** (i) B-0032, HQD-1, document 3, page 5, lignes 24 à 27;

(ii) Évaluation de la contribution en puissance de la production éolienne sous contrat avec Hydro-Québec Distribution, Octobre 2009¹, pages 15 et 16;

(iii) *Ibid.*, page 9, tableau 2.

Préambule :

(i) « *L'analyse réalisée avec le modèle de fiabilité MARS consiste à calculer l'apport en puissance des éoliennes à la pointe, en tenant compte de leur contribution pour assurer le respect du critère en fiabilité du NPCC auquel le Distributeur doit se conformer, soit une espérance de délestage n'excédant pas 0,1 jour par année.* » (Nous soulignons)

(ii) « *La présente évaluation de la contribution en puissance de la production éolienne fait appel aux approches méthodologiques les plus reconnues dans la littérature et appuyées par les organismes de réglementation comme le NERC (réf 13). Deux modèles distincts ont été utilisés, à savoir, MARS commercialisé par General Electric et FEPMC développé par Hydro-Québec et conduisent à des résultats convergents.*

Le modèle MARS indique une contribution en puissance qui s'élève à 32 % de la puissance éolienne installée. Ce modèle est reconnu et largement utilisé dans l'industrie électrique. Par contre, son utilisation ne permet pas de capter, sur un pas de temps horaire, la corrélation entre la production éolienne et les fines pointes de charge susceptibles d'engendrer les événements de délestage.

¹ http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/EtatApproHQD/Rapport_Contribution%20en%20puissance%20.pdf

Ainsi, un second modèle (FEPMC) a été utilisé. Ce dernier permet de capter la corrélation entre les variations de charge et de production éolienne sur une base horaire. Les résultats obtenus avec ce modèle sont par ailleurs sensibles aux données simulées de production éolienne pendant un nombre limité d'événements de forte charge répertoriés durant la période de référence de 36 ans. Ainsi l'évaluation de la contribution en puissance résultant de ce modèle est de 36 % lorsque les données originales d'Hélimax sont utilisées et de 29 % lorsque les corrections apportées par le modèle GEM 2.5 d'Environnement Canada sont appliquées.

Puisque les données de simulation obtenues à partir du modèle GEM 2.5 se sont avérées plus précises, le résultat de 29 % est considéré plus fiable.

Enfin, en considérant l'ensemble des résultats obtenus ainsi que les forces et faiblesses propres à chacune des évaluations, une hypothèse de contribution en puissance de 30 % semble centrée. » (Nous soulignons)

(iii)

TABLEAU 2
Comparaison Hélimax Environnement Canada pour
les 14 pointes historiques

	Moment de la pointe	FU (%) Hélimax	FU (%) GEM 2.5	Écart Hélimax / GEM 2.5
1	04-janv-81 PM	11,0	20,7	+ 9,7
2	15-janv-04 PM	46,5	42,4	- 4,1
3	03-janv-81 PM	31,3	36,2	+ 5,0
4	16-janv-94 AM	43,5	44,7	+ 1,2
5	23-janv-76 AM	66,4	59,1	- 7,3
6	06-févr-95 PM	56,8	34,3	- 22,6
7	24-janv-76 AM	52,8	41,2	- 11,6
8	11-janv-81 PM	89,9	85,9	- 4,0
9	27-janv-94 AM	14,5	5,3	- 9,2
10	17-janv-82 PM	19,4	21,2	+ 1,9
11	16-janv-04 AM	57,0	48,8	- 8,2
12	16-janv-92 PM	60,2	60,4	+ 0,2
13	15-janv-94 PM	68,9	49,4	- 19,5
14	25-déc-80 PM	37,1	37,6	+ 0,5
Moyenne FU (14 pointes)		46,8	42,0	- 4,9

Demandes :

6.1 Étant donné les lacunes du modèle MARS pour évaluer la contribution en puissance et les avantages du modèle FEPMC pour le faire, tel que décrit à la référence (ii),

veuillez justifier le choix du Distributeur, à la référence (i), d'avoir réalisé l'analyse avec le modèle MARS.

Réponse :

1 **Au dernier paragraphe de la référence (ii), le Distributeur indique que la**
2 **contribution en puissance de 30 % tient compte de l'ensemble des résultats**
3 **obtenus dans le cadre de chacune des évaluations. Ces évaluations incluent**
4 **celles réalisées avec les modèles MARS et FEPMC.**

5 **La version du modèle MARS utilisée dans le présent dossier intègre une**
6 **fonctionnalité permettant de modéliser les ressources variables. De ce fait, le**
7 **modèle ne présente plus les lacunes énoncées en référence (ii). De plus,**
8 **comme indiqué à la page 4 du rapport présenté à l'annexe B de la pièce**
9 **HQD-1, document 3 (B-0032), le modèle MARS est celui utilisé par le**
10 **Distributeur et les juridictions voisines afin d'évaluer la fiabilité de leurs**
11 **approvisionnements. L'analyse de la contribution en puissance des éoliennes**
12 **s'inscrit dans ces évaluations.**

6.2 Veuillez fournir le résultat de la contribution en puissance mis à jour en utilisant le modèle FEPMC et les séries reconstituées par AWS, de la même façon que le Distributeur l'a fait à la référence (ii).

Réponse :

13 **Le Distributeur a évalué la contribution en puissance des éoliennes avec le**
14 **modèle FEPMC à 37 %, en utilisant les mêmes intrants que ceux présentés à**
15 **la page 6 de l'annexe B de la pièce HQD-1, document 3 (B-0032).**

6.3 Veuillez fournir le résultat de la contribution en puissance mis à jour en utilisant le modèle FEPMC et les séries reconstituées par AWS et en appliquant les corrections apportées par le modèle GEM 2.5 d'Environnement Canada, de la même façon que le Distributeur l'a fait à la référence (ii).

Réponse :

16 **Les séries reconstituées par AWS ne nécessitent pas les améliorations**
17 **apportées par le modèle GEM 2.5 d'Environnement Canada sur les séries**
18 **Hélimax.**

6.4 Veuillez fournir une version à jour du tableau 2 de la référence (iii) en ajoutant une colonne montrant les résultats de l'analyse faite par AWS et en ajoutant des lignes pour inclure les pointes de charge postérieures à 1995.

Réponse :

1 Le tableau R-6.4 présente, pour les 20 plus hautes pointes historiques, une
 2 comparaison des FU calculés à partir des séries reconstituées d'Hélimax,
 3 d'Environnement Canada (GEM 2,5) et par AWS, lorsque disponible. Certaines
 4 pointes ne peuvent être comparées entre elles, puisqu'elles n'étaient pas
 5 simulées dans les différentes périodes ciblées par les études respectives.

TABLEAU R-6.4 :
COMPARAISON DES FU DES POINTES HISTORIQUES
SELON LES SÉRIES AWS, HÉLIMAX ET ENVIRONNEMENT CANADA

	Date de la pointe	FU (%) Hélimax	FU (%) GEM 2,5	FU (%) AWS
1	1981-01-04	11,0	20,7	35,8
2	2004-01-15	46,5	42,5	40,4
3	1994-01-27	14,5	5,3	9,1
4	1994-01-16	43,5	44,7	53,0
5	1981-01-03	31,3	36,2	18,4
6	1981-01-11	89,9	85,9	59,0
7	1976-01-23	66,4	59,1	-
8	2003-01-22	-	-	73,6
9	2004-01-16	57,0	48,8	54,3
10	1994-01-26	-	-	28,6
11	1982-01-18	-	-	11,8
12	2004-01-25	-	-	36,1
13	1992-01-16	60,2	60,4	58,2
14	1976-01-24	52,8	41,2	-
15	1994-01-15	68,9	49,4	61,9
16	2004-01-14	-	-	29,3
17	2009-01-16	-	-	27,9
18	1997-01-18	-	-	44,8
19	1999-01-14	-	-	39,0
20	1982-01-17	19,4	21,2	14,2

7. Référence : B-0032, HQD-1, document 3, annexe B, page 3.

Préambule :

« La mise à jour présentée ici repose sur les séries historiques de production reconstituées en 2016 par la firme AWS Truepower (AWS) (réf [2]) et qui intègrent, pour les parcs en opération, les observations collectées depuis leur mise en service. »

Demandes :

7.1 Veuillez indiquer si, pour évaluer la contribution en puissance à la pointe des éoliennes, le Distributeur a utilisé, pour la période où un parc était en exploitation, les données observées ou les données reconstituées de ce parc. Veuillez justifier ce choix.

Réponse :

1 **Le calcul de la contribution en puissance basé sur les séries historiques**
2 **d'AWS n'utilise que les données reconstituées, puisque celles-ci tiennent déjà**
3 **compte des données observées.**

7.2 Veuillez fournir le résultat, pour chacun des 39 parcs éoliens, de la longueur de la « *shakedown period* » estimée suite à l'analyse d'HQD dont il est question à la référence.

Réponse :

4 **Voir la réponse à la question 3.1.**

8. Référence : B-0032, HQD-1, document 3, annexe B, page 7.

Préambule :

« Les intrants utilisés pour l'évaluation de la contribution éolienne avec le modèle MARS sont basés sur les données présentées dans l'État d'avancement 2018 du Plan d'approvisionnement 2017-2026 pour le prochain hiver, soit l'hiver 2019-2020 (réf [5], page 13). Un profil de charge déterministe, représentatif des conditions climatiques normales, est utilisé. Le modèle MARS tient compte de l'aléa global sur la demande (aléa combiné prévisionnel + climatique) par le biais d'un générateur de scénarios de type Monte Carlo. Les données concernant les équipements de production, les programmes de gestion de la demande et les contraintes de transport sont conformes à celles utilisées pour les exercices de fiabilité. » (Nous soulignons)

Demandes :

8.1 Veuillez indiquer si les équipements de production dont il est question à la référence incluent celles d'Hydro-Québec Production. Dans la négative, veuillez expliquer cette omission.

Réponse :

1 **Les équipements de production dont il est question à la référence incluent**
2 **l'ensemble des ressources à la disposition du Distributeur, qu'il s'agisse des**
3 **ressources sous contrat ou des ressources du Producteur utilisées pour la**
4 **fourniture du bloc patrimonial.**

8.2 Veuillez indiquer si les moyens de gestion de la demande (p. ex. électricité interruptible, GDP) sont simulés avec leurs modalités propres en termes d'heures d'utilisation, de pré-avis d'appel, etc. Dans la négative, veuillez expliquer.

Réponse :

5 **La modélisation réalisée avec le modèle MARS n'intègre pas les modalités**
6 **propres des moyens de gestion, cette fonctionnalité n'étant pas disponible**
7 **dans le modèle. Toutefois, le Distributeur précise que les modalités sont**
8 **prises en compte dans le cadre des analyses permettant d'établir les taux de**
9 **réserve des moyens de gestion de la demande, réalisées avec le modèle**
10 **FEPMC. La contribution attendue de ces moyens, c'est-à-dire après**
11 **application de la réserve, est par la suite utilisée dans les analyses réalisées**
12 **avec le modèle MARS.**

9. Référence : B-0032, HQD-1, document 3, annexe B, page 7, section 4.1.1.

Préambule :

« Le modèle MARS permet de modéliser les ressources renouvelables et variables en utilisant la distribution de probabilité de production de ces ressources. Cette distribution permet de bien représenter la série de production.

La distribution cumulative de la production éolienne a été établie à partir des données de production des mois d'hiver (décembre à mars) des séries reconstituées par AWS pour la période 1979-2015.

Il s'agit de la même approche utilisée par le Distributeur pour modéliser les petites centrales hydrauliques (PCH) dans son modèle de fiabilité [note de bas de page omise].» (Nous soulignons)

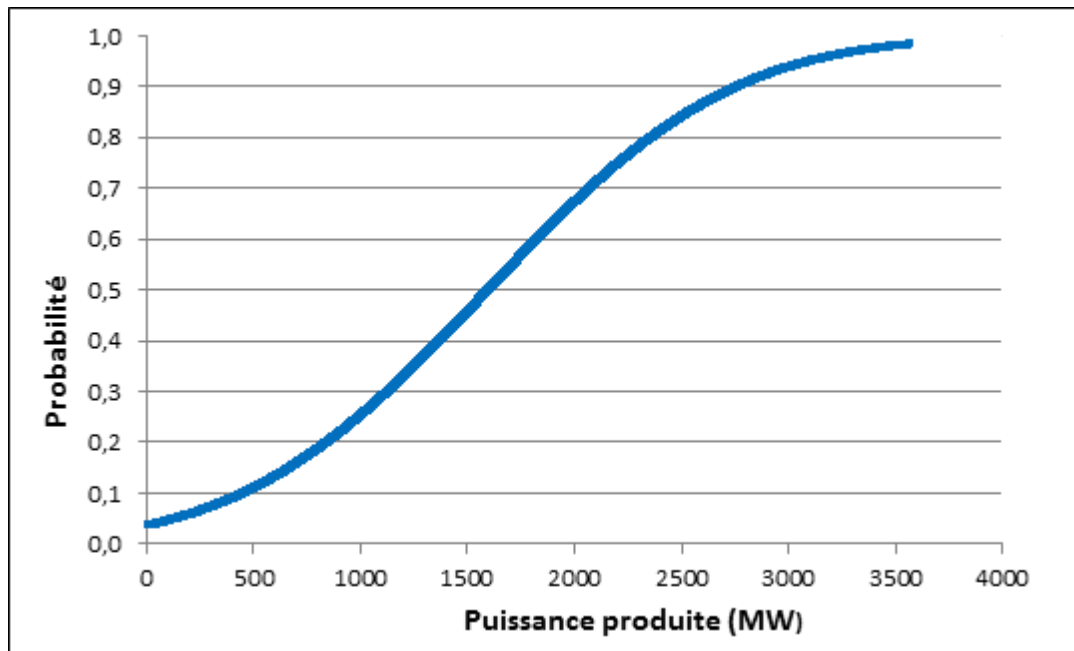
Demande :

9.1 Veuillez fournir la distribution cumulative de la production éolienne dont il est question à la référence.

Réponse :

1 La figure R-9.1 présente l'information demandée.

FIGURE R-9.1 :
DISTRIBUTION CUMULATIVE DE LA PRODUCTION RECONSTITUÉE DES ÉOLIENNES
POUR LA PÉRIODE DE DÉCEMBRE À MARS



10. **Référence :** B-0032, HQD-1, document 3, annexe B, page 9.

Préambule :

La page 9 présente une liste de références utilisées par le Distributeur.

Demande :

10.1 Veuillez fournir le texte des références 6 et 7 dont il est question à la référence.

Réponse :

2 Les références 6 et 7 sont disponibles respectivement aux adresses
3 suivantes :

4 <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1748006x11418288>

5 <https://www.nrel.gov/docs/fy12osti/53482.pdf>