

Productions distribuées et charges interactives : analyse technico économique

Système « Réponse à la charge » (*load driven system*)

Par André Goyette, ing.

Avec la collaboration de Diane Lavoie, ing.

Jusqu'à tout récemment, les réseaux de production et de distribution d'énergie électrique étaient conçus et opérés pour satisfaire la charge à alimenter (*load driven system*). Pour satisfaire la variabilité et le foisonnement de la charge, les réseaux d'énergie électrique se devaient d'être conçus pour répondre aux exigences de la charge de pointe (*peak load design criteria*) et devaient disposer en tout temps d'une réserve de production dite réserve tournante (*spinning reserve*).

Quelques cas d'exception s'écartaient de cette façon de faire. Par exemple, lors d'une défaillance ou d'une indisponibilité d'installations de production, on procédera au délestage de la charge (*load shedding*) pour maintenir l'équilibre charge-production du réseau.

Impact économique de l'alimentation de la charge de pointe

Concevoir les réseaux d'énergie selon le principe du « système réponse à la charge » comporte les contraintes suivantes :

Pour le transport et la distribution

Tous les équipements de transport et de distribution sont conçus pour la charge de pointe qui par définition est de brève durée. Il en résulte un faible facteur d'utilisation de l'équipement. À titre d'exemple, la charge de pointe du réseau d'Hydro-Québec est réputée durer moins de 300 heures par année (3,4 %). Pour d'autres réseaux, l'incidence de la charge de pointe est inférieure à 1 % du temps (voir figure n° 1).

Pour le parc de production

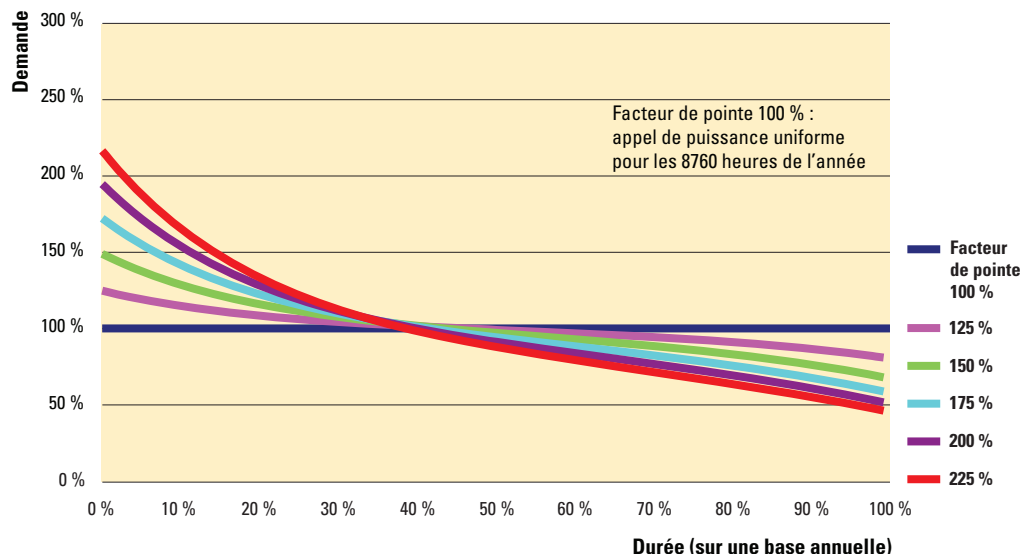
Le réseau se doit de disposer d'une capacité de production excédant la charge de pointe. À nouveau, le facteur d'utilisation des derniers MW de production à la pointe sera très faible.

Les conséquences des deux points précédents sont le surdimensionnement des réseaux de transport et de distribution et le suréquipement en installations de production (*over design capacity*). Les réseaux d'énergie sont surdimensionnés en capacité par rapport à leur charge moyenne. Il en résulte une surcapitalisation des installations.

Impact sur le parc de production en fonction de la filière énergétique

À livraison énergétique égale (kWh constant) et filière énergétique similaire (même type de production), la capitalisation et les frais d'exploitation d'un réseau d'énergie augmentent avec l'accroissement de la charge de pointe (voir figure n° 2). À titre d'exemple, le prix de revient d'un kWh sera accru de 150 % lorsque la charge de pointe desservie par le réseau est supérieure à 1,5 fois la charge moyenne. Les réseaux dont la filière de production est hydraulique et éloignée des centres de consommation sont particulièrement pénalisés par l'incidence de la charge de pointe sur la conception et l'exploitation des réseaux (voir figure n° 2).

Figure 1. Courbe des puissances classées type de la demande en fonction du facteur de pointe.



Les outils de mitigation actuels

L'incidence de la charge de pointe sur la conception et les retombées économiques des réseaux d'énergie est reconnue depuis des décennies. Pour la contrer, les exploitants ont opté pour des incitatifs au niveau de la structure tarifaire et des conditions contractuelles généralement sur une base volontaire pour la clientèle. À titre d'exemple, citons notamment :

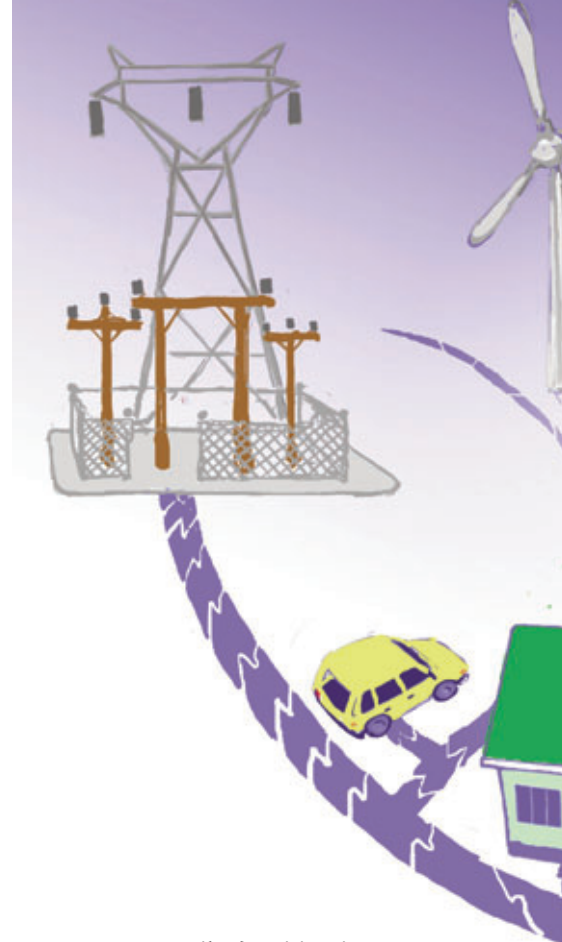
- Le concept de la puissance souscrite et les pénalités de dépassement, concept universel et retenu depuis plus d'un demi-siècle.
- La tarification horaire variable pour les heures de pointe (*on peak/off peak tariffs*) très populaire en Amérique chez les réseaux dont la filière de production est principalement de types fossile et nucléaire (introduit avec la crise du pétrole en 1973).
- La tarification variable en fonction de l'offre et de la demande récemment introduite avec la dérèglementation de certains marchés de l'électricité; citons à titre d'exemple, le HOEP (Hourly Ontario Energy Price) présentement utilisé en Ontario.
- Le délestage ciblé, encadré par des ententes contractuelles.

Tous ces incitatifs ont pour objectif de favoriser l'écrêtement de la charge de pointe sur une base volontaire en transférant le fardeau financier aux consommateurs contribuant à la pointe.

La révolution numérique et la réseautique : vers un réseau plus optimisé

La révolution numérique et la réseautique permettent de faire exploser le concept de téléconduite de la charge. Les possibilités sont infinies et la flexibilité du numérique permet d'appliquer ce concept de téléconduite à plusieurs types de charges en toute transparence pour l'utilisateur. La mise au point et le déploiement du *Smart Grid* non seulement au réseau de transport et de distribution, mais également à la charge chez la clientèle, permet à l'exploitant et au concepteur d'un réseau électrique d'abandonner le concept du « système réponse à la charge » et d'opter pour une nouvelle stratégie plus efficace et économique.

L'objectif est de satisfaire les besoins énergétiques de la clientèle tout en maximisant l'usage des infrastructures de transport et de distribution et en facilitant une exploitation optimale des installations de production. En bref, l'introduction du *Smart Grid* permet d'entrevoir le jour où les réseaux électriques seront conçus et exploités à leur optimum économique.

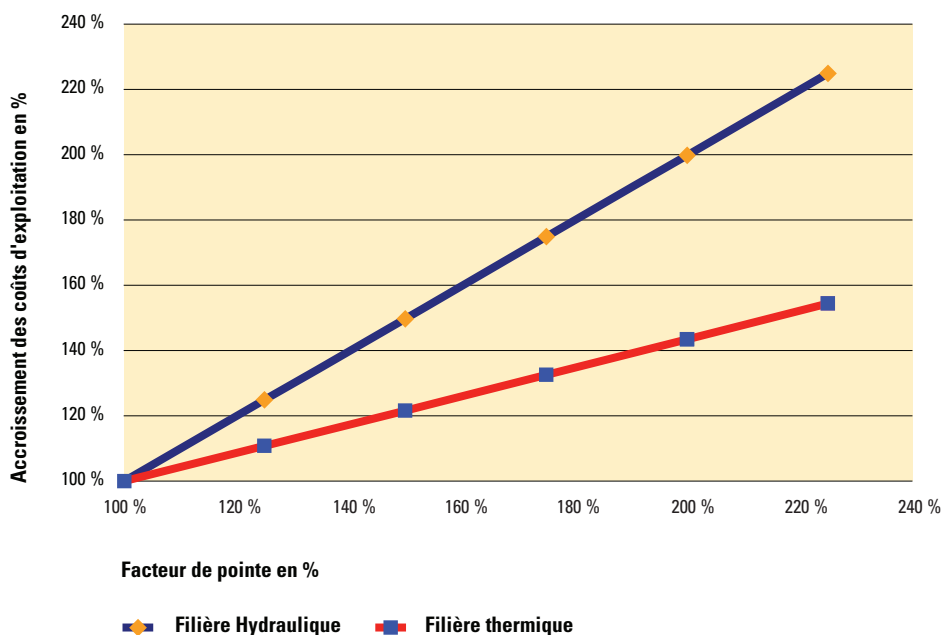


De nouveaux outils de mitigation pour la charge et la production distribuée

En plus des outils de gestion de réseau tels que la réserve tournante et le délestage de charge déjà disponibles à la conception et l'exploitation, le *Smart Grid* permet l'introduction d'outils de gestion additionnels tels que :

- La téléconduite de charge adaptée aux habitudes, préférences et besoins de l'utilisateur final (*End user preference load control*) pour la compression de la charge de pointe.
- La téléconduite rapide de charge pour satisfaire à court terme l'équilibre charge-production (*load spinning reserve*) et ainsi exploiter le parc de production au point optimal d'exploitation.
- La téléconduite d'ensemble chargeur-onduleur-accumulateur raccordée à l'ensemble du réseau de distribution. La venue prochaine des voitures électriques hybrides « *Plug-in* » est un excellent exemple de *Smart Load Control*. L'intensité de recharge de l'accumulateur est modulée en fonction de la charge sur l'ensemble du réseau et des besoins ou des habitudes de l'utilisateur. À l'occasion, sur demande, l'accumulateur via l'onduleur peut

Figure 2. Accroissement des coûts d'exploitation selon le facteur de pointe.





Michel Lamontagne 2010

momentanément injecter de l'énergie dans le réseau pour satisfaire l'équilibre charge-production (*Short Term Spinning Reserve*).

- La téléconduite des groupes électrogènes de secours distribués chez les consommateurs pour supporter le réseau en cas de besoins critiques.
- La téléconduite d'accumulateur thermique (réservoir d'eau chaude, usine à glace, etc.) pour comprimer la charge de pointe.

Outils de mitigation pour les nouvelles filières énergétiques

Les considérations environnementales et la volonté de réduire la dépendance aux combustibles fossiles nous incitent à considérer de nouvelles filières énergétiques pour fournir en électricité nos réseaux de distribution. Ces filières de production énergétique ont une caractéristique commune en ce qu'elles sont variables et que leur variabilité est tantôt fonction de leur source énergétique (soleil, vent), tantôt du procédé auquel elles se rattachent (besoin en chauffage, procédé industriel, etc.). La variabilité de

ces nouvelles filières énergétiques n'a rien, sinon peu à voir avec la variabilité de la charge raccordée à un réseau électrique. On ne peut donc pas compter sur l'apport de ces nouvelles sources de production pour satisfaire la demande de pointe et ainsi réduire le facteur de surdimensionnement des réseaux de transport et de distribution.

L'introduction massive de ces nouvelles filières énergétiques dans un réseau de type « système réponse à la charge » est un incroyable défi. Le développement et la mise en œuvre d'outils d'équilibrage et de mitigation seront essentiels pour éviter l'explosion des coûts de capitalisation en infrastructure, exploiter les installations de production existantes à l'optimal et réduire les pertes en réseau.

Parmi ces nouvelles filières, on prévoit notamment la venue de :

- La filière éolienne à grande échelle, dont les parcs éoliens raccordés aux réseaux de transport.
- La filière éolienne à petite échelle raccordée aux réseaux de distribution ou chez les abonnés.

- La filière solaire à grande échelle faisant appel à des mégacapteurs thermiques.
- La filière solaire à petite échelle généralement constituée de panneaux photovoltaïques installés sur les toits des résidences et des édifices commerciaux.
- La filière cogénération exploitant les rejets thermiques d'un procédé.
- Les microturbines servant à la fois au chauffage et à la production d'électricité.

Avec la *Smart Grid*, la mise en œuvre d'outils de gestion interactifs au niveau de la charge en temps réel permettra le développement de solutions qui favoriseront l'intégration des nouvelles alternatives de production au réseau de transport et de distribution.

La situation au Québec

La charge de pointe a une incidence sur la conception, l'exploitation et l'économie du réseau. Nous avons vu aux précédents paragraphes que cette incidence est d'autant plus marquée pour les réseaux faisant appel à la filière hydraulique dont les centres de production sont éloignés des centres de consommation.

Malgré sa nordicité, le Québec a également pour objectif d'être une des sociétés les plus vertes en Amérique en favorisant l'intégration de source alternative telles que l'éolien, la biomasse, la cogénération et de nouveaux types de transport électrifiés comme le véhicule hybride rechargeable.

Il ne fait pas de doute qu'il faudra développer et mettre en œuvre de nouveaux outils de gestion des réseaux de transport et de distribution pour assurer l'équilibrage des nouvelles filières de production et compresser la charge de pointe. Il faut faire plus et mieux avec le réseau et les équipements de production déjà en place. La technologie est disponible et présentement à l'essai sur certains réseaux. Parions que nous prendrons avantage du *Smart Grid* et de ses dérivés pour le réseau québécois par nécessité technique et économique. ■