

## LA DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ ET SES CONTRAINTES

### EDITORIAL

La parution en juillet des statistiques de l'électricité pour l'année 2008 nous incite à revenir sur un thème que nous avons déjà abordé (voir en particulier le Bulletin numéro 40, déc. 2005), à savoir la problématique particulière à la distribution d'électricité. Dans ce cas en effet, le « produit » ne pouvant pas être stocké, la production doit s'adapter instantanément, et en tout temps, à la demande. Sinon, c'est la panne ! Cette particularité entraîne une série de conséquences sur les performances nécessaires des systèmes de réglage, et sur la valeur de l'énergie produite.

### PROBLÈME NO 1 : VARIABILITÉ DE LA DEMANDE

La demande d'électricité varie fortement dans le temps, en fonction de l'heure de la journée, de la saison et du jour de la semaine (consommation réduite le dimanche). Ces variations sont dans une certaine mesure prévisibles (en fonction de la météo, par exemple), mais des écarts inopinés peuvent se produire, comme le déclenchement de lignes de transport suite à des coups de foudre ou des tempêtes.

Pour satisfaire cette demande fluctuante, la solution consiste à mettre en œuvre des équipements de production capables de s'adapter en tout instant à la puissance consommée, autrement dit de faire appel à des sources réglables, qu'on puisse piloter. Les machines thermiques (turbines à vapeur, moteurs à combustion interne, turbines à gaz) satisfont à cette exigence : en variant le débit du combustible ou du carburant, on règle la production. Et si aucune puissance n'est demandée, la machine est simplement arrêtée, on ne consomme plus rien.

Il en va de même pour les installations hydrauliques à accumulation : le débit de l'eau entraînant les turbines est contrôlé. Pour parler simplement, on ouvre ou ferme le robinet en fonction de la consommation. En cas d'arrêt de la production d'électricité, le débit est réduit à zéro. Cet avantage n'existe pas pour les centrales au fil de l'eau : la rivière ou le fleuve coule inexorablement. Le débit total reste le même, et l'eau non utilisée par le turbinage est simplement déversée : c'est de l'énergie perdue.

### PROBLÈME NO 2 : VARIABILITÉ DE L'OFFRE

Les nouvelles énergies renouvelables ne sont pas si faciles à utiliser que les sources conventionnelles. À part la biomasse utilisée comme combustible dans une installation thermique, elles ne sont pas pilotables. Le soleil et le vent, en particulier, posent des problèmes, du fait que ces sources sont non seulement variables, mais imprévisibles : on ne peut pas les enclencher sur commande.

Il est illusoire d'espérer tirer du courant du soleil quand il est voilé par de noirs nuages, ou des éoliennes par calme plat !

## **DES NIVEAUX DE DISPONIBILITÉ DIVERS**

On peut classer les différentes installations de production d'électricité en fonction du degré d'adaptabilité qu'elles offrent. Elles seront d'autant mieux à même de répondre aux variations de la charge qu'elles pourront être mises en marche et arrêtées aisément.

De ce point de vue, ce sont d'une part les machines thermiques à combustion interne (moteurs diesel) et les turbines à gaz, et d'autre part les centrales hydrauliques à accumulation, qui détiennent la palme : leur mise en route et leur connexion au réseau peut s'effectuer en quelques minutes. De tels équipements sont donc prédestinés à couvrir les pics de consommation. Le courant qu'ils livrent alors a une valeur élevée, puisqu'ils sont opérationnels lors des périodes de forte demande.

Les centrales thermiques à turbines à vapeur sont moins performantes en terme d'adaptabilité aux variations de charge. Ce sont le plus souvent de grosses installations (puissance installée de l'ordre de 1000 MW), pour lesquelles les temps de mise en route se chiffrent en heures. Ce sont surtout les centrales nucléaires qui sont les plus lentes à réagir, du fait leur taille et de la nature particulière de la source de chaleur (le réacteur nucléaire).

Les centrales hydrauliques au fil de l'eau se situent au bas de notre classement, en ce sens qu'on ne peut pas agir sur la source proprement dite : la rivière ou le fleuve coule de la même façon que l'eau soit turbinée ou non.

Il résulte de ces constatations que les centrales nucléaires, avec les centrales hydrauliques au fil de l'eau, sont prédestinées à couvrir la charge de base.

Quant aux sources solaire ou éolienne, il est exclu qu'elles puissent, à elles seules, nous fournir l'électricité dont nous avons besoin. Par contre, et même si leur part, dans notre approvisionnement est faible actuellement, elles peuvent constituer un appoint qui peut s'avérer précieux.

## **LES AVANTAGES DU RÉSEAU**

Un réseau de distribution suffisamment étendu et puissant assure une sécurité d'approvisionnement élevée. Un grand nombre d'utilisateurs y est raccordé, et le réseau est alimenté par des installations de production diversifiées. Cette structure maillée permet de gérer les ressources de façon intelligente.

Tous les utilisateurs ne consomment pas le courant de la même façon, au même moment, et cette multiplicité des besoins entraîne dans une certaine mesure un lissage de la charge. La situation peut encore être améliorée en gérant mieux la consommation, par exemple en n'enclenchant les installations fournissant de la chaleur (cas typique : l'eau chaude) que durant la nuit.

D'autre part, la variété dans le mix d'approvisionnement permet de substantiels avantages, en jouant sur les caractéristiques particulières des différentes sources. Des ressources non pilotables, comme l'énergie éolienne par exemple, peuvent être mises en valeur grâce à leur raccordement au réseau. En l'absence de vent ou de soleil, l'électricité tirée des bassins d'accumulation compensera les manques.

C'est dans cet esprit qu'on développe actuellement des équipements complémentaires, permettant de soutirer de plus grandes quantités d'eau des barrages de montagne. On n'augmentera pas, de cette façon, l'énergie totale produite, mais bien la puissance instantanée. Le lac d'accumulation se videra plus vite, mais on dispose alors quand le besoin s'en fait sentir, d'une puissance plus importante. L'installation Cleuson-Dixence, ou les nouveaux équipements planifiés pas les forces motrices de l'Oberhasli en sont des exemples typiques.

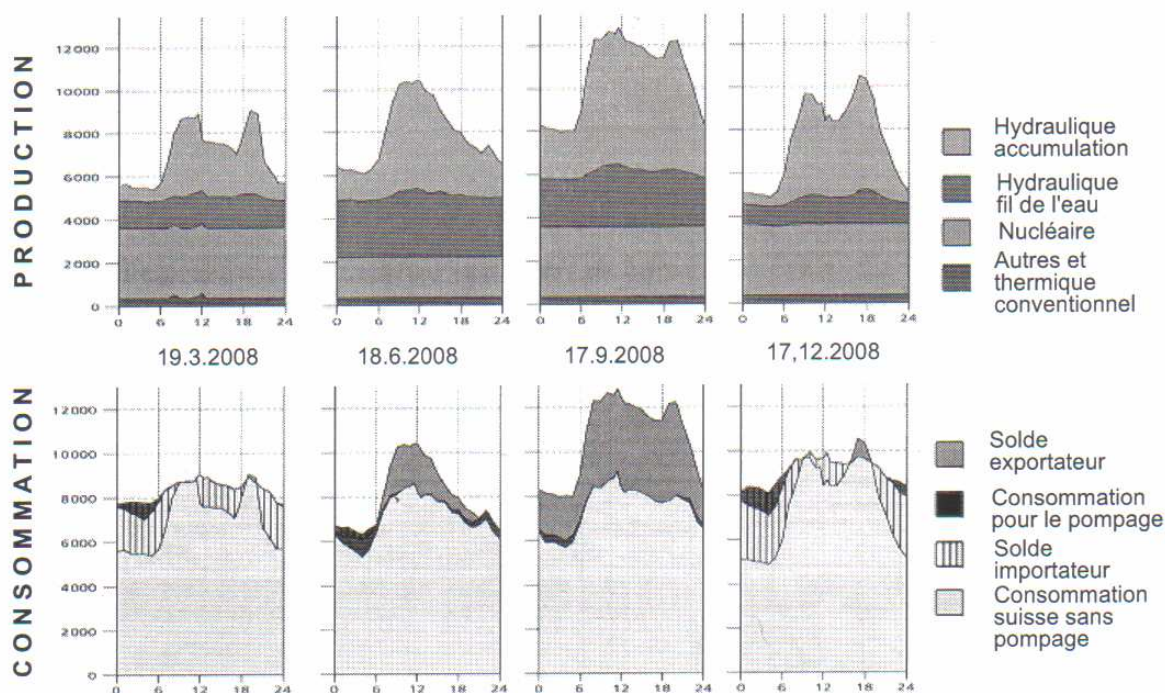
## L'ASTUCE DU POMPAGE-TURBINAGE

On ne peut pas stocker l'électricité, mais on peut stocker l'eau ! Les installations de pompage-turbinage permettent, durant les périodes où la capacité de production d'électricité dépasse les besoins, d'utiliser ce surplus pour pomper de l'eau à un niveau supérieur et remplir le bassin d'accumulation. L'alternateur, entraîné dans de la fonction « turbinage » par une turbine, fonctionne alors comme un moteur, et entraîne la pompe qui lui est accouplée.

Le rendement de la pompe étant moins bon que celui de la turbine, on dépense plus d'énergie pour pomper la même quantité d'eau que ce que le turbinage permettra de récupérer par la suite. Mais cette perte est plus que compensée par le fait que l'électricité utilisée pour le pompage a une bien moindre valeur que celle qu'on pourra produire en période de forte demande.

La centrale de Veytaux, qui pompe l'eau du Léman dans le lac de l'Hongrin, ou l'intéressant projet d'Emosson, sont de bons exemples de cette technique, appelée à se développer, et pour laquelle la Suisse est prédestinée.

**Diagramme de charge (en MW) le 3ème mercredi du mois**



## UNE UTILISATION OPTIMALE DES RESSOURCES

Nous avons reproduit les diagrammes de la puissance/charge du 3ème mercredi du mois pour l'année 2008, parus dans le Bulletin electrosuisse /VSE (No. 7, juillet 2009). La puissance fournie, resp. consommée, est donnée en fonction du déroulement (en heures) de 4 journées typiques.

Du côté production, on voit clairement que les centrales nucléaires et au fil de l'eau subviennent aux besoins de la charge de base (env. 5'000 MW). La baisse de régime des centrales nucléaires en été (due aux travaux de changement du combustible et de maintenance) est compensée par le débit plus élevé des cours d'eau. Les pointes sont absorbées principalement par les centrales à accumulation.

Les courbes du côté consommation sont particulièrement intéressantes. Le solde exportateur est élevé en été, et couvre les pointes, tandis qu'un solde importateur est nécessaire en hiver. L'énergie pour le pompage est prélevée quand les besoins sont faibles, donc quand l'électricité disponible est bon marché. Nous importons du courant en hiver, essentiellement durant la nuit, profitant en particulier de la production à bas prix des centrales nucléaires françaises.

Ainsi, nous importons du courant bon marché au moment favorable, pour le revendre cher, quand les besoins de nos clients sont élevés. Une telle opération est éminemment lucrative, mais elle permet de plus une optimalisation quasi parfaite des ressources. On ne gaspille ainsi pas d'eau, et on contribue à garantir aux usines nucléaires une charge stable, pour laquelle leur rendement est maximum.

---

Impressum : Association Genève-Energie  
C/o CCIG – Case postale 5039 – 1211 Genève 11  
Tél. +41 (0) 22 819 91 11 – Fax. +41 (0) 22 819 91 00  
[info@geneve-energie.ch](mailto:info@geneve-energie.ch)

Bulletin trimestriel envoyé aux membres et amis de notre Association  
CCP Genève-Energie: 12-12301-9