

**Pannes du système électrique****Une électricité toujours plus présente - Systèmes électriques**

*Ce texte est conçu comme un document compagnon du livre « L'électricité, au cœur de notre futur bas-carbone ». Il n'est pas conçu comme un document indépendant. Il complète le chapitre mentionné ci-dessus.*

**La panne du Nord-Est des États-Unis de 2003**

L'après-midi du 14 août 2003, la charge dans la région du Nord-Est des États-Unis était particulièrement élevée, avec notamment une charge d'air conditionné importante compte tenu d'une température moyenne de 31 °C. Après que plusieurs centrales du Middle West se soient déconnectées du réseau, la centrale de 600 MW d'East Lake, proche de Cleveland dans l'Ohio, se déconnecta du réseau à 13 h 31. Ceci fut le début d'une cascade. En effet, plusieurs lignes de transport à 345 kV de la région furent alors surchargées puis déconnectées, parfois suite à des contacts avec de la végétation quand la distance au sol des lignes diminuait suite à la forte intensité du courant combinée à la température élevée. Plusieurs de ces premières déconnexions ne furent pas détectées correctement par les opérateurs locaux qui, de ce fait, ne prirent pas des mesures adaptées qui auraient pu limiter les pannes en cascade.

Plusieurs zones du Midwest et du Nord-Est furent isolées du réseau principal. Résultat : les tensions commencèrent à baisser localement, conduisant à de nouvelles surcharges.

À 16 h 13, sensiblement trois heures après la déconnexion de la centrale d'East Lake, la cascade de tension s'acheva. Plus de 500 génératrices de plus de 260 centrales étaient déconnectées du réseau. Huit États des États-Unis étaient affectés, incluant les villes de New York, Détroit, Cleveland et Baltimore ainsi que la province Ontario du Canada, dont Ottawa. 45 millions de personnes étaient sans courant aux États-Unis, 10 millions au Canada.

Même si le courant au niveau du réseau de transport fut rétabli tôt dans la soirée, la restauration prit plusieurs jours chez certains clients finaux.

Cet incident fut un révélateur sur la nécessité de rénovation des réseaux et d'amélioration des communications entre les différents opérateurs. Pour plus de détails, on peut consulter la « Technical Analysis of the 2003, 14 August, Blackout » du « North American Electric Reliability Council » [[nerc.com](http://nerc.com)]

**La panne italienne de 2003**

L'Italie dépend d'importations significatives d'électricité de ses voisins, principalement la Suisse et la France. La connexion avec la Suisse était assurée par deux lignes de 380 kV. Le 28 septembre 2003 à 03 h 01 du matin, l'une de ses lignes fut hors service suite à un court-circuit entre un des conducteurs et un arbre. Trois reffermetures automatiques eurent lieu ; une reffermeture manuelle à 03 h 08 ne réussit pas et la ligne resta ouverte. De ce fait, la seconde ligne devint surchargée. À cet instant, l'Italie importait 300 MW de Suisse de plus que les 6 400 MW contractuels. Les opérateurs du réseau suisse demandèrent à leurs collègues italiens de prendre des mesures pour réduire les importations en conséquence. Les mesures correctives furent mises en place. Elles ne furent néanmoins pas suffisantes pour empêcher la seconde ligne Suisse-Italie de « tomber » aussi, probablement en raison d'un abaissement excessif dû à la surcharge de courant.

La perte des deux lignes provoqua de sévères surcharges sur d'autres lignes avec l'Italie qui furent toutes perdues seulement 12 secondes après la perte de la seconde ligne Suisse-Italie. Le réglage primaire et l'arrêt de toutes les opérations de pompage hydraulique stabilisèrent la fréquence à 49 Hz. Suite à l'action de protections supplémentaires, notamment contre la baisse de fréquence et les

surcharges, la fréquence descendit à 47,5 Hz et toute l'alimentation électrique italienne s'écroula en 2 minutes 30 secondes après la séparation du système avec les pays voisins.

Le système fut à nouveau opérationnel tôt le matin dans le Nord de l'Italie, vers midi au milieu du pays et vers 17 heures sur le reste du continent. Le courant fut rétabli en Sicile vers 21 h 40. La Sardaigne ne fut pas affectée car elle est alimentée par la France via la Corse. Pour plus de détails, on peut consulter « le Rapport sur le Blackout » sur [[pubdb.bfe.admin.ch](http://pubdb.bfe.admin.ch)] ou sur [[autorita.energia.it](http://autorita.energia.it)].

### **La panne européenne de novembre 2006**

Deux lignes aériennes 380 kV franchissant le fleuve Ems dans le Nord-Ouest de l'Allemagne sont interrompues de temps à autre par l'opérateur du réseau pour permettre le passage de grands navires des chantiers navals en amont vers la mer du Nord, sans risques de court-circuit entre leurs mâts et les câbles électriques. Une telle interruption était prévue le 5 Novembre entre 0 h et 6 h par accord entre les chantiers navals et l'opérateur de réseau, celui-ci ayant réalisé les analyses nécessaires de sûreté du système sans les deux lignes pour la période demandée.

Or, les chantiers navals demandèrent le 3 au soir d'avancer l'interruption à 10 h du soir le 4. Ceci fut accepté par l'opérateur, bien que seules des analyses partielles de sûreté du système pour cette nouvelle période aient pu être réalisées.

Les deux lignes furent déconnectées à 21 h 38 et 21 h 39 le 4 novembre. À cette heure, la charge totale du système européen interconnecté était 274 GW. La production éolienne était de 15 GW dont 10 en Allemagne du Nord, conduisant à des transferts de cette région vers le Sud-Ouest. À 22 h 10, une des interconnexions Est-Ouest importante se déconnecta par surcharge. Une cascade d'autres ouvertures de lignes en fut une conséquence directe. En moins d'une seconde, le système européen se sépara en trois sous-systèmes :

- Une zone Ouest, comprenant la partie Ouest de l'Allemagne, le Benelux, la France, l'Italie, la Suisse, l'Espagne et le Portugal. Après la séparation, la production y était de 182,7 GW dont 6,5 GW d'éolien, avec 8,9 GW de production manquante. De ce fait, la fréquence descendit à 49 Hz. La majeure partie de la production éolienne s'interrompit, car les protections par sous-fréquence étaient réglées à 49,5 Hz, ce qui aggrava la situation. Des délestages eurent lieu et toutes les centrales de pompage-turbinage furent mises sur le pont.
- Une zone Est, comprenant la partie Est de l'Allemagne ainsi que la partie continentale du Danemark, la Pologne, la Slovaquie, la République tchèque et la Hongrie. Après séparation, vu l'excès de production, la fréquence y monta à 51 Hz, ce qui déclencha nombre de protections par surfréquence, y compris celle des fermes éoliennes. Contrairement aux attentes, les fermes éoliennes se reconnectèrent automatiquement rapidement, aggravant la situation.
- Une zone Sud, comprenant les pays Balkans, la Roumanie et la Grèce. Le déséquilibre production-consommation y étant limité, la fréquence y resta proche de sa valeur nominale et l'impact de l'incident y resta limité.

Après que plusieurs tentatives de synchronisation eurent échoué, dues aux différences de fréquence trop élevées entre les trois zones, le système européen fut resynchronisé à 22 h 47 soit moins d'une heure après la séparation.

Cet incident, qui affecta 15 millions de clients, a de nouveau mis en évidence le besoin de meilleures communications entre opérateurs, l'importance d'analyses des contingences complètes, ainsi que la nécessité d'un meilleur système de contrôle central en temps réel des éoliennes. Pour plus de détails, on peut consulter le site [[entsoe.eu](http://entsoe.eu)].

**La panne en Inde de l'été 2012**

L'organisation administrative de l'Inde comprend 29 États ayant chacun son gouvernement et sept Territoires rapportant directement au gouvernement central. Les États et les Territoires ont des responsabilités différentes sur les services locaux. Le système électrique était initialement conçu et opéré au niveau des États. Durant les années 1960, les systèmes des États furent interconnectés en cinq systèmes régionaux : Nord, Est, Ouest, Nord-Est et Sud. En 1991, les systèmes Nord-Est et Est furent interconnectés. L'interconnexion avec celui de l'Ouest intervint en 2003 et celle avec celui du Nord en 2006, forgeant ainsi un système synchrone couvrant un très grand territoire. L'interconnexion avec le Sud eut lieu le 31 décembre 2013.

Le 30 Juillet 2012 à 2 h 35 du matin, un défaut sur une ligne 400 kV particulièrement critique la fit se déconnecter du réseau, provoquant une panne en cascade dans 14 États, avec la perte de 32 GW de production affectant plus de 300 millions de personnes. Le courant fut rétabli en 15 heures.

Le lendemain, à 13 h 02, un événement similaire provoqua une autre panne en cascade dans 22 États, avec la perte de 48 GW affectant 620 millions de personnes – cette panne restant en 2017 celle qui a affecté la population la plus large dans le monde.

Dans les deux cas, la cause profonde est la taille et la complexité du système qui n'est interconnecté que depuis quelques années. Dans les deux cas, le système du Sud n'a pas été affecté puisqu'il n'était pas encore interconnecté avec le système national. Pour plus de détails, on peut consulter le « Report on the grid disturbances on 30<sup>th</sup> & 31<sup>th</sup> July 2012 » sur [[cercind.gov.in](http://cercind.gov.in)].