

ÉLECTRICITÉ

# POUR CONJURER LE BLACK-OUT

PRIX SIEMENS 1996, LOUIS WEHENKEL PROPOSE D'APPLIQUER À LA SÉCURITÉ DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES UN MODÈLE D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE.

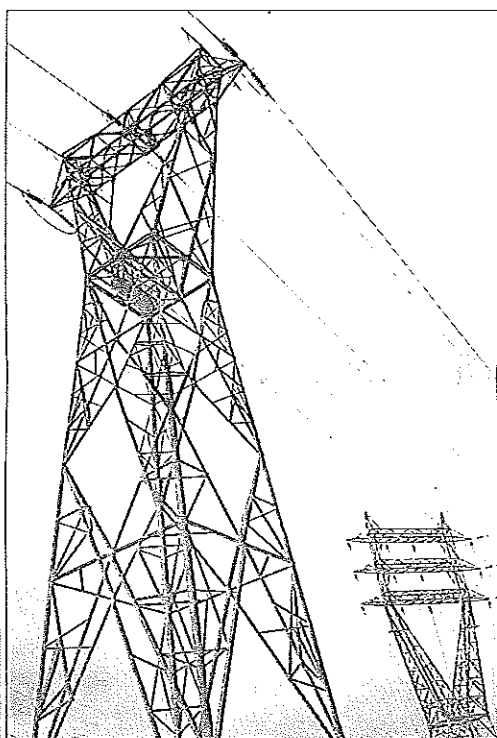
Pascal Durand

La complexité croissante des réseaux électriques et la faible fréquence des incidents majeurs exigent la mise en œuvre de techniques de simulation préventives et curatives. Une méthodologie d'auto-apprentissage informatique, mise au point par Louis Wehenkel et qui lui a valu d'être couronné par le Prix Siemens 1996, permettra de procéder plus efficacement aux études de sécurité.

Rappelez-vous *Ravage* de René Barjavel, l'un des classiques de la science-fiction, publié durant la seconde guerre mondiale. Nous sommes en l'an 2053, tout désormais fonctionne à l'électricité, appareils de chauffage et instruments ménagers, industries, communications, moyens de locomotion terrestres et aériens, cimetières à domicile avec leurs cadavres congelés - et jusqu'aux agrafes des vêtements... Un "Empereur Noir" (l'histoire s'écrit sous Vichy) appelle à la mobilisation contre la société des Blancs (urbaine, technicienne) et concentre l'énorme puissance de feu dont il dispose sur les centrales électriques alimentant leurs arrogantes cités. Arrive ce qui devait arriver. *Black-out* planétaire. Arrêt des machines. Liquéfaction des ancêtres, tombée collective dans la barbarie. Et grand exode de quelques rescapés, appelés à reconstruire, sous l'autorité d'un "chef" charismatique, une petite communauté tribale post-industrielle, d'où les mots "Progress" et "Techniques" seraient à jamais bannis.

Sortons du cauchemar. Louis Wehenkel est de ceux qui pourraient aider à le conjurer. À la faculté des Sciences appliquées et sur le terrain de grandes compagnies distributrices d'électricité, ce jeune chercheur qualifié du FNRS réfléchit et expérimente depuis plusieurs années sur les moyens d'améliorer la fiabilité des réseaux électriques. En 1994, il a soutenu, sur la question, une brillante thèse d'agrégation dont la publication lui a valu, en octobre dernier, d'être l'un des lauréats du Prix Siemens. Titre du travail couronné en l'occurrence : *Application des méthodes d'apprentissage à la sécurité des réseaux électriques*.

De quoi s'agit-il ? Essentiellement de substituer aux techniques manuelles de simulation d'incidents pratiquées jusqu'ici par les ingénieurs en charge de la fiabilité des réseaux un système de logiciels disposant d'une capacité d'auto-apprentissage et permettant d'automatiser ces simulations, et donc de multiplier les scénarios possibles tout en définissant les moyens d'y parer. Fruit de dix années de recherches et d'expériences menées à EDF puis à Hydro-Québec, la



Les réseaux électriques sont parmi les systèmes les plus complexes mis au point par l'homme. Leur interconnexion augmente leur fiabilité, mais engendre la possibilité d'accidents en chaîne.

méthodologie mise au point par L. Wehenkel devrait permettre aux ingénieurs de relever, en en maîtrisant les paramètres, les défis que leur adresse la complexification croissante des grands réseaux, à l'exemple européen de l'UCPTE (Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité). Un tel réseau gère en effet, observe-t-il, « un ensemble électriquement interconnectés s'étendant en Europe de l'Ouest sur plusieurs milliers de kilomètres du Nord au Sud et d'Ouest en Est, et alimentant 24 heures sur 24 non seulement une population de plus de 250 millions de personnes, mais aussi son industrie et ses services ».

## GRANDEUR ET MISÈRE DES RÉSEAUX

De telles interconnexions à l'échelle d'un continent comportent

deux avantages. D'une part, elles permettent à tout moment de moduler la production d'électricité - "dentée" qui ne peut pas être stockée durablement de façon économique - en fonction d'une demande qui ne cesse de varier selon différents facteurs qui ne sont pas tous maîtrisables (ainsi des facteurs climatiques). Si un réseau national est en manque d'électricité, un réseau voisin pourra faire l'appoint. D'où d'importantes économies d'échelle : les pointes de consommation n'étant pas situées au même moment dans les différents pays couverts, l'interconnexion permettra d'éviter de mettre en route, par exemple en Belgique, de coûteuses unités de production si de l'énergie est disponible en un autre point, par exemple en Allemagne.

Second avantage : une réduction substantielle de la probabilité

de pannes. Les réseaux sont en effet non seulement soumis à une demande extrêmement variable, mais aussi à une pluie d'aléas divers, impacts de foudre sur les lignes à haute tension, défaillances techniques ou encore conditions météorologiques affectant les composants physiques du système : « Une certaine redondance est nécessaire sur le réseau, explique L. Wehenkel, de telle sorte que si une grosse centrale tombe à l'arrêt, l'ensemble des autres centrales européennes en activité puisse ajuster la production en conséquence et éviter une rupture de l'alimentation. »

En principe, la complexité du système renforce donc sa sécurité, tout au moins localement. Mais elle compromet aussi bien sa stabilité globale en aggravant les conséquences éventuelles d'incidents en cascade. Qui peuvent tourner au scénario catastrophe. L'interconnexion et l'évolution des réseaux vers une libéralisation des sociétés de production, source supplémentaire d'incertitude, entraînent en effet la possibilité de voir un accident survenu en un point sensible se répandre en boule de neige et paralyser l'ensemble du système. Ce phénomène de *black-out* est peu fréquent - « dans des pays ayant un taux de panne relativement élevé, comme le Québec par exemple, il peut s'en produire environ tous les deux à trois ans » -, mais suffisamment préoccupant, vu son impact économique, pour mobiliser en permanence la vigilance des ingénieurs et leur souci d'anticiper, afin de limiter les dégâts en cas de panne, le plus grand nombre de scénarios possibles.

## SCÉNARIOS AUTOMATIQUES

Les ingénieurs sont ainsi confrontés à un double problème : il leur faut prévoir l'imprévisible ou du moins des accidents dont les paramètres sont proliférants et imaginer les moyens d'en limiter les effets; et, à cette fin, se doter de ressources expérimentales que la faible fréquence des accidents réels ne leur permet pas d'accumuler sur

le terrain. Pour y remédier, ils ont depuis longtemps recours à des techniques de simulation : « Jusqu'ici, les ingénieurs envisageaient toute une série d'hypothèses de dysfonctionnement et, par une espèce de mouvement brownien dans l'univers des possibilités et des paramètres qui agissent sur le réseau, ils se faisaient un petit capital d'expériences. »

L'intelligence humaine est cependant prise de vitesse, aujourd'hui, par la double évolution technologique et économique des grands réseaux. D'où l'utilité de la suppléer par les apports de l'intelligence artificielle, en mettant au point un système informatique doué d'une capacité d'auto-apprentissage : « Ce que la méthodologie vise à faire, explique L. Wehenkel, c'est à automatiser le processus de simulation et permettre à un ingénieur de couvrir rapidement le domaine de fonctionnements possibles d'un réseau et telle gamme d'aléas pouvant s'y produire. La machine effectuera la simulation d'un certain nombre de scénarios avant d'en extraire les informations utiles sur les conséquences à redouter et sur les solutions à y apporter. » Autrement dit, plus rapidement et plus efficacement que l'homme, la méthodologie proposée pourra informer en trois temps l'étude de sécurité engagée : à partir, d'abord, d'une base de données élaborée par balayage systématique des simulations intéressantes, elle appliquera ensuite des algorithmes d'apprentissage afin de dégager les critères de sécurité opératoires, avant d'orienter les décisions pertinentes concernant la planification ou le mode d'exploitation du réseau concerné.

On devine les retombées économiques (mais aussi écologiques) d'un tel dispositif dans un environnement en cours de libéralisation et où les facteurs de sophistication et d'imprévisibilité se multiplient. Le coût d'une panne globale, sur un grand réseau, se mesure en dizaines de milliards de francs. Cela sans compter, conclut L. Wehenkel, que « lorsque vous avez beaucoup d'acteurs indépendants, les variations sont nombreuses en cours de journée et, cependant, vous ne pouvez pas changer d'avis toutes les cinq minutes. Techniquement, quand on démarre une centrale, il faut qu'elle reste en service pendant un certain temps et, dès lors, il faut pouvoir évaluer l'espérance mathématique de sa rentabilité, compte tenu de toutes les incertitudes qui existent. La méthodologie proposée permettra, dans ce cadre, de faire des études plus systématiques et plus objectives. » Le prototype est déjà en cours de testage à EDF. Le cauchemar de *Ravage* s'éloigne...