

SOLUTIONS

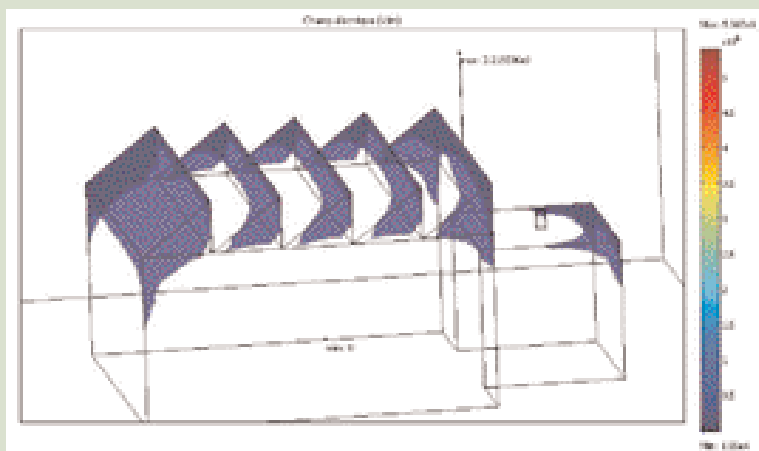
# Foudre : identifier les points vulnérables

## d'une structure

**COMMENT...** assurer au mieux la protection contre la foudre d'un bâtiment complexe en déterminant à l'avance les zones les plus susceptibles d'être foudroyées ? Un logiciel de calcul, fondé sur un modèle mathématique élaboré par le Pr Gérard Berger du CNRS et breveté par le pôle Foudre Soulé-Hélita du groupe ABB, permet d'identifier les points vulnérables d'une structure avec une précision supérieure à celle du modèle empirique utilisé depuis une cinquantaine d'années.

**A**u cours d'un orage, le champ électrique ambiant atteint des valeurs élevées. Il apparaît une intensification du champ électrique sur une structure, non seulement sur son système de protection contre la foudre, mais également sur toutes ses parties présentant une aspérité (sur ses coins, ses bords...). Cette intensification, qui peut causer l'amorçage d'un traceur ascendant et éventuellement un foudroiement, est d'autant plus importante lorsque la structure est élevée. Ces endroits sur la structure seront alors des points vulnérables.

Afin de mettre en place un ensemble de dispositifs pour protéger un édifice et préserver les personnes et les installations qu'il contient, il est important de connaître à l'avance les zones susceptibles d'être foudroyées. En collaboration avec le CNRS, le Pôle Foudre Soulé-Hélita d'ABB a mis en place un logiciel de calcul fondé sur un modèle physique publié par le Pr Gérard Berger (CNRS) et le Dr Ait Amar (ABB, Pôle Foudre) en 2006 et reconnu par la communauté scientifique internationale. Le programme permet d'identifier les points vulnérables d'une structure à partir du calcul du champ

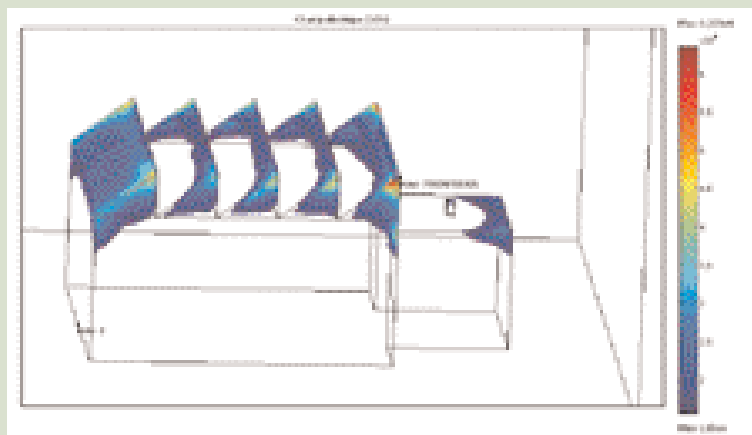


Distribution du champ électrique sur une structure de géométrie complexe avec système de protection lors d'un orage : sur cette illustration, en présence d'un système de protection, on constate que le champ électrique maximal se retrouve sur le paratonnerre. La structure est donc mieux protégée grâce à cette modélisation en 3D.

électrique sur sa surface, lors d'un orage, en l'absence d'un traceur descendant.

Le logiciel permet d'analyser un bâtiment dans son environnement capacitif. Une situation orageuse engendre une modification des champs électriques ambiants, qui entraîne l'apparition de traceurs ascendants et descendants. Fondé sur un calcul de maillage par éléments finis (à l'instar des modèles de calcul de la résistance mécanique), le logiciel assure une modélisation en 3D des traceurs afin de permettre de déterminer des trajectoires de foudre et, par conséquence, les points les plus vulnérables à un impact. Le modèle permet

d'intégrer la compétition entre les différents traceurs. Sur le plan 3D d'un édifice, il est ainsi possible d'insérer virtuellement un paratonnerre et de visualiser le changement de configuration des contraintes. Faisant l'objet d'un brevet international, ce modèle est appelé à remplacer le précédent modèle électro-géométrique utilisé depuis les années 50 et qui, fondé sur des règles empiriques, est loin de prendre en compte tous les paramètres du phénomène foudre. ABB envisage donc une évolution de la normalisation d'ici deux ou trois ans pour tenir compte de la meilleure connaissance apportée par son modèle. ■



Distribution du champ électrique sur une structure de géométrie complexe sans système de protection lors d'un orage : sur cette illustration est présenté un exemple de répartition du champ électrique sur une structure de géométrie complexe (usine). On constate une amplification au niveau des aspérités. On recense ainsi les différents points vulnérables qu'il est nécessaire de prendre en considération lorsque l'on conçoit une protection contre la foudre.

### Expérimentation grandeur nature

Ce modèle mathématique fait notamment l'objet de tests in situ sur le site du Pic du Midi (2877 m) dans les Pyrénées. Sur ce site à la fois prestigieux et fortement foudroyé, ABB avec son Pôle Foudre Soulé-Hélita, a monté en grandeur nature un site expérimental de protection contre la foudre et les surtensions atmosphériques. Les résultats obtenus éclairent et enrichissent les connaissances scientifiques internationales sur la foudre. Ils permettent notamment de valider les travaux de modélisation du phénomène foudre menés en partenariat par le Pôle Foudre Soulé-Hélita et le CNRS depuis plus de vingt années. Ces travaux débouchent actuellement sur la validation du nouveau modèle Foudre. En parallèle, certaines des expérimentations scientifiques engagées sur le site du Pic du Midi restent quant à elles, strictement encadrées par un protocole technique signé avec l'UTE. Le suivi de ce protocole permettra de contribuer, dans les années à venir, à la mise à jour des normes françaises applicables à la protection directe contre la foudre des installations et des bâtiments.