



## La traction électrique

### Table de matières

- Editorial: Patrick Lafontaine, Electrabel

### Traction

- SAMURAIL, Un logiciel de simulation de trafic ferroviaire, par Thomas Lorent, Electrabel
- Recente trends elektrische tractie op het Belgische spoorwegnet, par Bart Van Der Spiegel, Electrabel
- Dimensionering van een tramnetwerk met TENSION: de weg naar een duurzaam en energiebesparend ontwerp, par L. Hoflack, Technum Tractebel Engineering
- Application EMTP pour le calcul numérique des installations fixes de la traction électrique, par Philippe Mertens, Suez Tractebel Engineering

### Article invité

- Effects of extremely low frequency electromagnetic fields (ELF) on human beings, an electrical engineer viewpoint, par J.L. Lilien, P. Dular, R.V. Sabariego, V. Beauvois, P.P. Barbier, R. Lorphèvre, University of Liège, Dept. of Electrical Engineering and Computer Science

## **SAMURAIL, Un logiciel de simulation de trafic ferroviaire**

Thomas Lorent, Electrabel

### **Résumé**

Avec une demande croissante en transport, les réseaux ferrés qu'ils soient nationaux ou urbains doivent faire face à de multiples décisions en terme d'investissements et d'organisation du trafic afin de fournir le meilleur service au meilleur coût. Avec l'arrivée de la concurrence et la séparation entre l'infrastructure et l'exploitation, ce sont maintenant de nombreux acteurs, qu'ils soient gestionnaires d'infrastructures, exploitants, industriels ou pouvoirs organisateurs, qui sont amenés à se poser de multiples questions sur le système de transport ferré. Celles-ci couvrent des disciplines variées allant de la capacité, la robustesse à la création de nouvelles lignes ou leur électrification.

Pour répondre à ces besoins, Corys T.E.S.S. et Tractebel Development Engineering ont mis au point des modèles de simulation du système ferroviaire qui sont intégrés dans le logiciel d'aide à la décision SAMURAIL (Software to Analyze and Maximize Use of RAIL) qui offre un support dans les domaines suivants:

- priorités d'investissement en infrastructures ferroviaires (optimisation des aménagements d'infrastructure en prévision d'une augmentation de trafic, comparaison de variantes pour des lignes nouvelles, étude de nouveaux systèmes ferroviaires, analyse d'impacts de modalités d'exploitation, ...);
- priorités d'investissement en matériel roulant;
- choix d'aménagement des grilles horaires;
- calcul de la puissance et de la consommation électrique.

SAMURAIL simule en temps accéléré le fonctionnement réel de l'exploitation. Il permet le calcul du taux d'occupation des infrastructures, et offre aussi la possibilité d'évaluer la robustesse de l'exploitation en simulant un dysfonctionnement et en observant ses impacts. Particulièrement utile pour l'étude de réseaux maillés complexes, ce modèle est utilisé pour l'étude de grands projets aux enjeux importants. Une autre destination d'un tel modèle est l'étude permanente d'un réseau.

## **Recente trends elektrische tractie op het Belgische spoorwegnet**

Bart Van Der Spiegel, Electrabel

### **Résumé**

Les files routières et leurs conséquences environnementales ont provoqué une hausse de l'intérêt pour le transport public ces 15 dernières années. L'énorme augmentation du transport des voyageurs a forcé Infrabel à optimiser ses installations et méthodes de travail. Les installations électriques en particulier devaient être adaptées à cette hausse. Transporter plus de personnes veut dire plus de trains et donc aussi plus de courant électrique. Ceci nous confronte régulièrement à des limites, par exemple la chute de tension trop importante ou le manque de sélectivité.

Grâce aux simulations simplifiées, Infrabel a amélioré le dimensionnement de son réseau électrique. Nous avons trouvé les meilleurs endroits pour des investissements futurs. Ainsi, la qualité de l'alimentation augmentera pour le trafic actuel et aussi pour le trafic supplémentaire prévu. Nous devons construire nos nouvelles cabines plus vite, mieux les protéger et elles devront nécessiter moins de maintenance. Les techniques et protections appliquées ont fort évolué ces 15 dernières années.

## **Dimensionering van een tramnetwerk met TENSION: de weg naar een duurzaam en energiebesparend ontwerp**

L. Hoflack, Technum Tractebel Engineering

### **Résumé**

Le transport public devient de plus en plus important dans la mobilité urbaine. Pour satisfaire à la demande, de nouvelles lignes de transport public urbain sont construites et la capacité des lignes existantes est augmentée par la mise en service de rames de la nouvelle génération et l'augmentation de la fréquence de service, ce qui mène à une consommation d'énergie plus élevée du réseau de transport public. L'infrastructure existante n'est souvent pas faite pour cela, ce qui signifie que l'infrastructure d'un grand nombre de réseaux de transport public doit être renouvelée. Étant donné que les travaux d'infrastructure sont très coûteux, il est très important d'optimiser l'infrastructure électrique. Il est donc souhaitable de prendre en compte l'exploitation réelle pendant le dimensionnement de l'infrastructure. Le département Railinfrastructureur de TECHNUM a développé le simulateur TENSION (Technum Electrical Network Simulation & operatION) qui peut détecter les points faibles d'un réseau d'alimentation électrique pour une exploitation donnée. Le simulateur prend en compte les données d'exploitation, du réseau d'alimentation et des rames. Le résultat des calculs s'exprime par la puissance fournie par les sous-stations électriques, et la tension d'alimentation de chaque rame. Les résultats générés par le simulateur permettent aussi d'analyser la consommation d'énergie, ce qui est devenu un avantage important, parce que les sociétés de transport public commencent à rechercher comment la consommation d'énergie de leurs réseaux d'alimentation d'énergie peut être diminuée. Dans l'article ci-dessous, le processus de dimensionnement d'un réseau d'alimentation à l'aide du simulateur TENSION est expliqué, et une description sommaire est donnée des projets les plus importants qui sont réalisés à l'aide du simulateur TENSION.

## **Application EMTP pour le calcul numérique des installations fixes de la traction électrique**

Philippe Mertens, Suez Tractebel Engineering

### **Résumé**

Compte tenu des puissances de plus en plus importantes mises en jeu dans le cadre de la traction ferroviaire, des simulations numériques, basées sur des prévisions de trafic,

permettent d'optimiser le dimensionnement des installations d'alimentation électrique. Suez Tractebel Engineering a, dans ce but, développé une application, basée sur le programme EMTP, pour réaliser ces calculs. Cet article est destiné à décrire les fonctionnalités de cette application.

## **Effects of extremely low frequency electromagnetic fields (ELF) on human beings, an electrical engineer viewpoint**

J.L. Lilien, P. Dular, R.V. Sabariego, V. Beauvois, P.P. Barbier, R. Lorphèvre, University of Liège, Dept. of Electrical Engineering and Computer Science

### **Résumé**

Depuis le début des années septante, les risques potentiels sur la santé résultant d'une exposition aux champs électromagnétiques à basse fréquence (50 Hz) (ELF) ont largement été traités dans la littérature (plus de 1000 références répertoriées par l'OMS1 depuis 2007). Après 30 années de recherche, les études épidémiologiques ont principalement mis en évidence une relation possible entre l'augmentation des leucémies infantiles (d'un facteur 2) et une exposition prolongée au champ magnétique ambiant supérieur à 0,4  $\mu$ T. Pour l'instant, ces résultats n'ont pas encore été confirmés ni par des études in vivo ni par des études in vitro. A ce jour, aucun mécanisme biologique pathologique n'a pu être mis en évidence, que ce soit pour les adultes ou pour les enfants. En fait, personne ne sait avec précision ce qui se produit à l'intérieur du corps et quel pourrait être un effet des champs électromagnétiques à 50 Hz sur la santé. L'ICNIRP2 recommande pour le grand public, de ne pas être exposé à des valeurs supérieures à 100  $\mu$ T pour le champ d'induction magnétique et à des valeurs supérieures à 5 kV/m pour le champ électrique. Les auteurs de ce papier tentent de mettre en évidence les causes potentielles d'un signal significatif qui pourrait être produit dans le processus biologique humain, soumis à des interactions électriques à basse fréquence. Nous commencerons par exposer les valeurs types des champs électromagnétiques ambiants à basse fréquence puis nous ferons un bref survol de la littérature traitant le sujet qui nous occupe, à savoir le risque potentiel de leucémie infantile en relation avec les champs ELF. Les effets carcinogènes liés aux champs ELF sont alors reliés au comportement électrique de la cellule et à sa perturbation potentielle. Les cellules de la moelle osseuse sont ciblées prioritairement et le potentiel transmembranaire sera analysé en rapport avec le champ électrique interne (au niveau de la cellule) résultant d'actions externes de champs ELF ou d'autres stimuli.

Ce document est divisé en trois parties:

D'abord, nous allons étudier les interactions électriques entre les champs électromagnétiques ambiants et le corps humain. Bien qu'aucun seuil pathologique ne soit défini pour ces champs, nous allons considérer comme valeur minimale les valeurs supérieures au bruit biologique, en accord avec le NIEHS3. Ceci est basé sur le fait que les mécanismes deviennent plausibles uniquement au-delà d'une certaine contrainte. Différentes sources extérieures peuvent provoquer un champ électrique interne, ces sources seront analysées et classifiées selon leur risque potentiel.

En second lieu, l'hypothèse du courant de contact sera détaillée.

Enfin, des actions simples mais déterminantes seront mises en évidence pour limiter ces effets. En effet l'état actuel de la recherche permet de proposer des modifications simples à faible coût à réaliser dans les installations électriques domestiques pour supprimer les effets potentiels des champs ELF. Une attention particulière est apportée à la situation en Belgique car les auteurs font partie du BBEMG (voir note de fin de papier, «end note») et ont réalisé un grand nombre de mesures dans le parc résidentiel belge.