



### Preneurs de licence

- DB Netz, Bereich NOB6S
- BVG  
Berliner Verkehrsbetriebe AöR
- DVB  
Dresdner Verkehrsbetriebe AG
- LVB  
Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH
- Balfour Beatty Rail Power GmbH,  
Offenbach
- IFB  
Institut für Bahntechnik GmbH,  
Berlin
- Alstom Transport, Systems,  
Mass Transit,  
Rueil-Malmaison  
Paris, France
- ARCADIS  
Bouw/Infra  
Amersfoort, Pays Bas

selon configurations spécifiques

ELBAS  
Elektrische Bahnsysteme  
Ingenieur-Gesellschaft mbH

Organisation d'expertise dans le domaine des installations électriques, certifiée par l'Office Fédéral des Chemins de Fer Allemands

Siège social à Dresden  
Postfach 10 09 44  
01079 Dresden - Germany  
Téléphone: (03 51) 8 29 92-0  
Téléfax: (03 51) 8 29 92-45  
E-Mail: mail@elbas.de  
Internet: http://www.elbas.de

Auteurs:  
Prof. Dr.-Ing. habil. G. Hofmann  
Dr.-Ing. Alexandre Kontcha  
Dr.-Ing. Steffen Röhlig  
Version : 2003-04



Partenaire pour la France:



### Préparation des données

Le programme de dialogue SINANET-EDITOR permet d'entrer, d'organiser et de modifier les données initiales pour les calculs de simulation. Les données sont entrées suivant des conditions réelles d'exploitation. Les caractères originaux et les distances peuvent être conservés.

### Processus de calcul

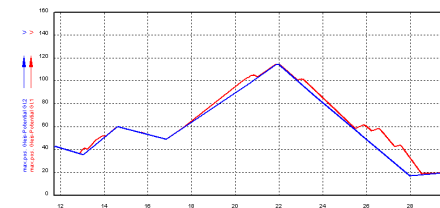
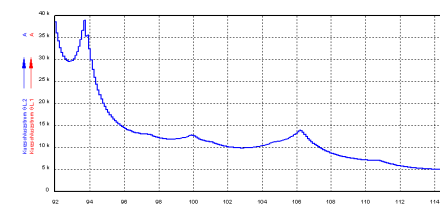
Les données mises à disposition du programme sont traitées en un premier temps selon les besoins du modèle de simulation. La simulation proprement dite s'effectue par étapes successives, simultanément et en parallèle pour d'une part l'exploitation des trains et de l'autre les calculs du réseau. Les résultats mécaniques et électriques sont disponibles en fonction du temps et du lieu. Des modules complémentaires servent au calcul des courbes relatives à la durée des charges pondérées dans le temps et à déterminer la température de la ligne aérienne. Des modules spécialisés de calcul de réseaux, sans simulation de traction, sont employés pour les calculs des courants de courts-circuits et des calculs théoriques de chutes de tensions.

### Résultats

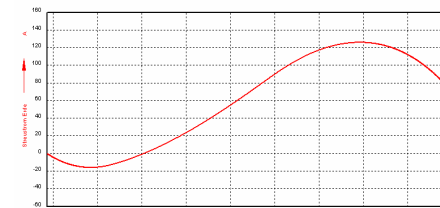
- Véhicules moteurs (état, force de traction, de freinage, vitesse, accélération, distance, tension au pantographe, courant, puissance)
- Sous-stations (courant total, tension aux bornes de sortie, puissance apparente, active et réactive, courants de connexion aux sous-stations, pertes d'énergie)
- Connecteurs (courants, puissance des pertes)
- Caténaire (tension minimum, courant maximum le long de la section de ligne, ainsi que leur évolution en fonction du temps et de l'espace, température)
- Tensions rail - sol et courants de fuite
- Pour l'ensemble du réseau : bilan énergétique, pertes dans la transmission de l'énergie, consommation d'énergie spécifique à chaque constituant du réseau
- Systèmes de stockage d'énergie (corrélation entre charge et puissance stockée et régénérée)
- Répartition des charges et tensions, facteurs de puissance, pertes de transmission au niveau du réseau triphasé

Les graphiques peuvent être présentés et analysés avec le programme **ELBAS-GRAPH**. L'évaluation statistique des valeurs moyennes, effectives, de pointe et les valeurs limites est enregistrée dans un fichier texte.

### Exemples de résultats



Courants de court-circuit en fonction de l'espace



Courants vagabonds le long de la ligne

### Prestation de service

- Planification de la conception et du dimensionnement des installations électriques des systèmes d'alimentation en énergie des chemins de fer.
- Etude des conditions du réseau électrique des systèmes de transport existants et nouveaux comme tramway, métro, RER, trolleybus, chemins de fer à courant continu.
- Dimensionnement des composants du véhicule : moteurs, redresseurs/onduleurs, transformateur, système de freinage.
- Adaptations spécifiques du logiciel à la demande de l'utilisateur.
- Transfert de licences/formation des autorités organisatrices et de l'industrie ferroviaire

### Contact

TDE, Transdata M. J-M Delétang  
Téléphone + 33 2 47 27 41 40  
eMail: info@tde-transdata.com

# ELBAS TOOLS

Informations techniques concernant les logiciels spécialisés de ELBAS Sarl N° 1

## ELBAS-SINANET®

Traction ferroviaire à courant continu : logiciel intégré de simulation de la marche des trains et de calcul du réseau.



### Application

**SINANET®** est un système de simulation pour le calcul de la marche des trains et celui des réseaux de transports urbains et des chemins de fer fonctionnant en courant continu. Il combine des méthodes de simulation numérique de la traction ferroviaire avec la technique des noeuds pour le calcul des réseaux électriques.

La simulation de la traction ferroviaire permet la modélisation de la marche de n'importe quel train, aussi bien les systèmes en site propre : métros, RER, chemins de fer à courant continu que les systèmes de transports influencés par les feux de signalisation en zones urbaines comme les tramways et les trolleybus. La modélisation de la circulation automatique des trains et la synchronisation des processus d'accélération et de décélération est également possible.

Les véhicules avec ou sans freinage par récupération sont pris en compte selon plusieurs modèles de puissance, L'influence de la tension

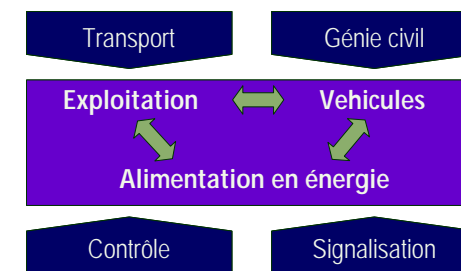
caténaire sur le comportement des engins moteurs est prise en compte par itération à chaque étape de calcul.

La description du réseau sans aucune limitation dans sa complexité permet la modélisation de toutes les situations d'alimentation possibles, des sections de réseau, des couplages de ligne de contact ainsi que de leurs combinaisons diverses. La modélisation des courants de fuite "rail-sol" par unité de longueur et "rail-tunnel" dans les sections en tunnel permet le calcul des tensions "rail-sol" et des courants vagabonds.

Le groupe de programmes **SINANET®** est à même de calculer les réseaux dispersés comportant plusieurs lignes de chemins de fer à courant continu de voltage standard (600V, 750V, 1200V, 1500V et 3000V).

Un module spécial du programme **SINANET®** modélise le réseau alternatif qui fournit l'énergie aux sous-stations du système. Ce module développe le calcul électrique du réseau alternatif à chaque pas de la simulation. Il existe ainsi une relation directe entre la composante électrique du système de transport et le réseau triphasé. **SINANET** prend en compte les effets souvent graves de la répartition des courants côté triphasé résultant de l'appel de puissance côté continu. Le calcul entre les réseaux à courant continu et à courant alternatif se produit de façon itérative en processus dit Mixed-Mode-Simulation.

Dans le modèle, la courbe caractéristique de la tension en fonction du courant est prise en



### Logiciels Spécifiques développés par ELBAS

Logiciels de calcul et simulation des réseaux électriques ferroviaires :

- **ELBAS-SINANET®**  
(Simulation de fonctionnement et calcul de réseaux électriques pour les systèmes de traction à courant continu)
- **ELBAS-WEBANET**  
(Simulation de fonctionnement et calcul de réseaux électriques pour les systèmes de traction à courant alternatif)
- **ELBAS-IMAFEB/ELEFEB**  
(Calcul des impédances et des champs électromagnétiques et électrostatiques)

Ces programmes sont opérationnels sous différentes configurations.

- Ils contrôlent et optimisent les installations existantes.
- Ils déterminent les nouveaux projets de construction ferroviaire.

Une attention particulière est donnée à la prise en compte de l'ensemble du système de "traction électrique". De plus, des programmes de calculs spécifiques sont capables de dimensionner les réseaux de transmission d'énergie ainsi que de conceptualiser les chaînes de traction électrique des équipements des véhicules ferroviaires.

**ELBAS-SUITE** intègre ces différents programmes.

### Information sur ELBAS-TOOLS:

N° 1 ELBAS-SINANET®

N° 2 ELBAS-WEBANET

N° 3 Conception des véhicules

N° 4 ELBAS-IMAFEB/ELEFEB

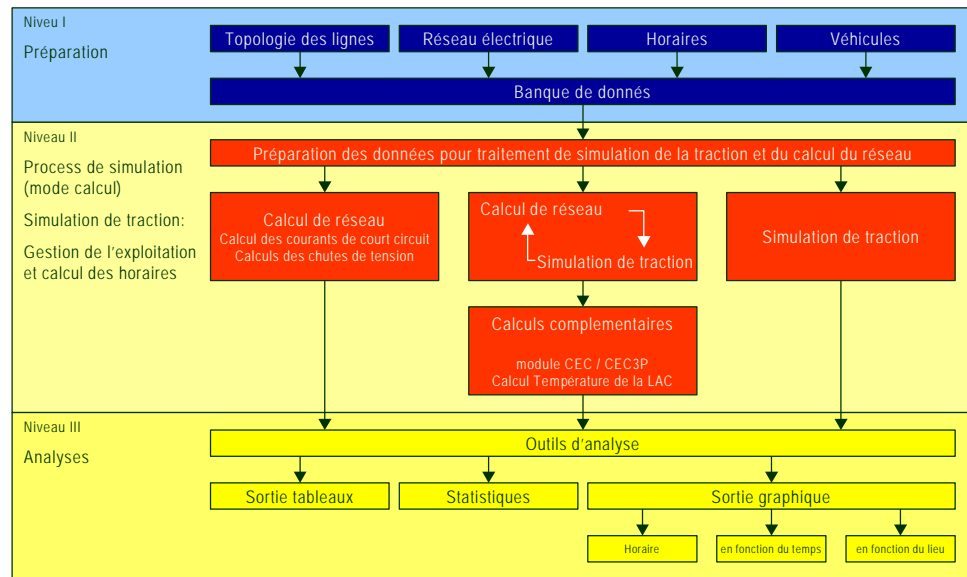
N° 5 Stockage de l'énergie



## Publications

- **Röhlig, S.:** Description et calcul de la charge de traction des chemins de fer régionaux fonctionnant en courant continu. Thèse de doctorat, Faculté d'Electrotechnique, Télécommunications et Automatismes, Haute Ecole des Transports, Dresde, 1992
- **Hofmann, G.; Röhlig, S.:** Modélisation des systèmes de traction dans: Elektrische Bahnen 93 (1995), H. 3, pages 73-78
- **Röhlig, S., Rothe, M.:** Calcul des courants vagabonds et des tensions rail/sol dans: Berichte und Informationen aus Forschung, Lehre und Praxis; Haute Ecole des Techniques et de l'Economie, Dresde (FH) 2 (1994), H. 1, pages 59-64
- **Hofmann, G., Lösel, T., Röhlig, S.:** Logiciel de simulation pour le dimensionnement du système d'alimentation en puissance électrique, des véhicules et de leurs composants dans: VDI-Berichte Nr. 1219 (1995)
- **Preuß, K.; Röhlig, S.; Werner, G.:** Corrosion des courants vagabonds dans les structures des installations fixes. Méthodes de calcul. dans: Berichte und Informationen, 1/96, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), pages 102-109
- **Hofmann, G.; Röhlig, S.:** Caractéristique de charge continue pondérée dans le temps dans la traction ferroviaire dans: Elektrische Bahnen (1997), H.10, pages 272-279 (CD-ROM inclus)

Suite page 3



compte, selon les différents types de sous-stations que l'on peut rencontrer. Pour ce faire le calcul du réseau de traction est repris itérativement à chaque pas du calcul jusqu'à ce que la tension aux noeuds de l'engin moteur et de la sous-station corresponde à la courbe caractéristique.

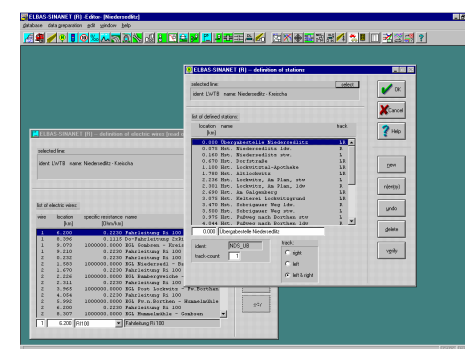
La mise en oeuvre des cellules de stockage de l'énergie pour la récupération puis la restitution de l'énergie électrique peut aussi être modélisée dans le système **SINANET**. Aussi bien en équipements stationnaires que à bord des véhicules, tous les types possibles de stockage d'énergie peuvent être pris en compte, en fonction de leurs courbes caractéristiques en fonctionnement dynamique de charge et de décharge.

Les calculs de court-circuits, de chutes de tension et de température du caténaire sont possibles grâce à un module spécialisé du programme.

## Domaine d'utilisation

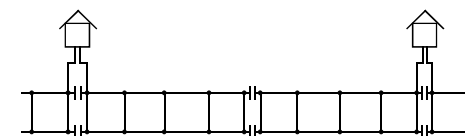
- Détermination de la relation des charges dans le réseau d'alimentation en énergie.
- Estimation des effets d'une configuration particulière du réseau, d'un dérèglement de ce dernier ou de l'utilisation d'un type particulier de véhicule sur la charge des sous-stations et des caténaires, la stabilité de la tension et les pertes de puissances.
- Dimensionnement de nouvelles installations d'alimentation en énergie électrique, calculs de contrôle et optimisation des installations existantes y compris systèmes de mise à la terre.
- Contrôle des performances d'engins de traction modernes sur les réseaux ferrés existants.
- Détermination des horaires et calcul des temps de parcours sur la base d'une simulation numérique de la traction.
- Optimisation des systèmes existants et modernisation de ces systèmes pour ce qui concerne les temps de parcours, la

## Présentation des données

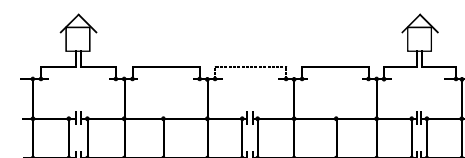


Copie d'écran du programme ELBAS-SINANET-EDITOR

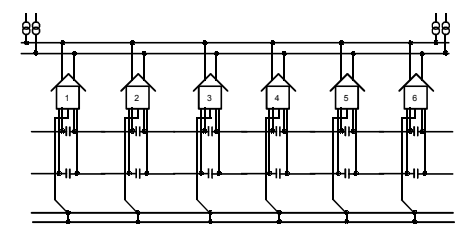
## Exemples de circuits possibles



Alimentation d'une section par sous-station unique

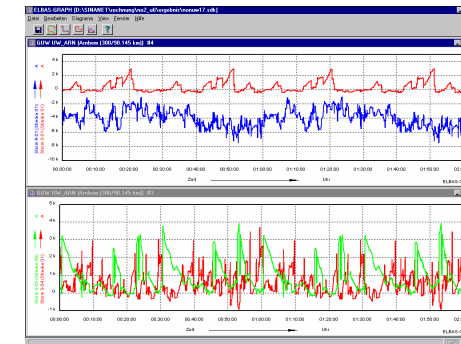


Alimentation en plusieurs points d'un système de tramway

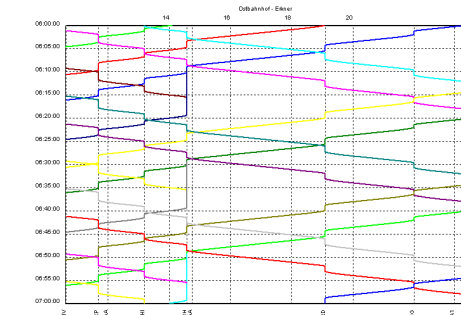


Prise en compte du réseau 10kV d'alimentation des sous-stations

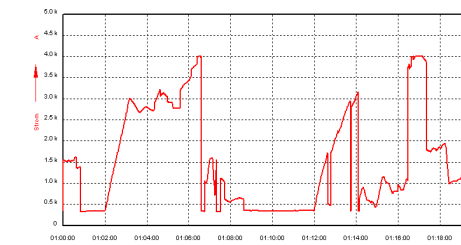
## Exemples de résultats



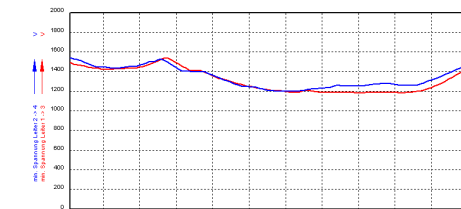
Copie d'écran du programme ELBAS-GRAFH



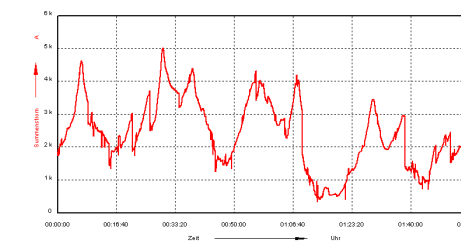
Horaire graphique



Courant de traction en fonction du temps



Voltage minimal d'un caténaire résultant de tout les trains programmés, comme fonction du déplacement.



Courant total d'une sous-station en fonction du temps.

technologie des transports et l'énergie électrique.

- Evaluation de l'efficacité de système de stockage de l'énergie pour une utilisation effective de l'énergie de freinage produite par les véhicules à récupération.
- Calcul du courant de court-circuit, des chutes de tension, et rendement.
- Evaluation du rapport entre la corrosion due aux courants vagabonds et les tensions existantes entre rails et sol.

## Données initiales

### Données topologiques

- Désignation des parcours et kilométrage des postes de contrôle
- Topologie, maillage des lignes
- Lignes à grande vitesse et limitations de vitesse
- Arrêt imposé
- Résistance de ligne ou déclivités
- Sections en tunnels
- Section à voie unique

### Données réseau électrique

- Sous-stations (tension en marche à vide, impédance équivalente)
- Caténaires, feeder de ligne, conducteur d'alimentation (résistance par unité de longueur)
- Connection des sous-stations (points d'alimentation, résistance des cables, longueur des cables)
- Caractéristiques des redresseurs de sous-station
- Equipotentiels de ligne aérienne, equipotentiels de voie
- Points de sectionnement
- Points d'alimentation
- Charge continue dans le réseau de traction
- Groupes de stockage de l'énergie, mobiles ou stationnaires (charge, puissance, pertes internes, contrôle)
- Réseau de puissance triphasé: sources d'énergie, tensions nominales, impédances des transformateurs, charges fixes ou fonction du temps

### Données horaires

- Définition des lignes, intervalles, nombre d'intervalles, vitesse
- Composition des trains, temps d'arrêt, temps de départ à l'horaire et de durée de trajet, charge

### Données sur le véhicule

Les véhicules et trains sont définis à l'aide d'un programme spécialisé (voir ElbasTools n°3). Ces données sont ensuite intégrées dans le programme **SINANET** pour la configuration des trains.



## Publications

- **Hofmann, G.; Michelis, E.J.; Mijnlieff, J.D.; Pietzsch, H.; Röhlig, S.:** Simulation tools for the traction power supply - state of the art, tasks and limits. In: VDE-Bericht 74 "2. International Conference Electric Railway Systems", VDE-Verlag Berlin (1999), S. 157-162
- **Hirdes, A.A.; Hofmann, G.; Mom, A.H.P.; Röhlig, S.:** Study of Netherland State Railways' d. c. supplied network. In: VDE-Bericht 74 "2. International Conference Electric Railway Systems", VDE-Verlag Berlin (1999), S. 169-174

avec la participation des collaborateurs d'ELBAS

