Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 78 (1987)

Heft: 13

Artikel: PLATINE : un nouveau système informatique d'aide à la planification des réseaux de transport d'électricité

Autor: Back, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903878

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

PLATINE: un nouveau système informatique d'aide à la planification des réseaux de transport d'électricité

H. Back

Sur le plan des logiciels, PLATINE met en œuvre une base de données et des modèles de calcul et d'optimisation de réseaux, reliés par une chaîne de traitement de données conversationnelle. Cet ensemble est complété par un dispositif graphique interactif. Sur le plan des matériels, PLATINE fait appel à un ordinateur central et à des stations de travail composées de terminaux graphiques reliés à un mini-ordinateur. Une partie de ce système est en service opérationnel.

Die Software von PLATINE beruht auf der Nutzung einer Datenbank sowie von Netzberechnungs- und Optimierungsmodellen, die untereinander durch eine Datenverarbeitungskette mit Dialogbetrieb verbunden sind. Das System wird durch eine interaktive grafische Darstellung ergänzt. Im Bereich der Hardware benötigt PLATINE einen Zentralcomputer und Benutzerplätze, die aus an einem Kleincomputer angeschlossenen grafischen Terminals bestehen. Ein Teil dieses Systems befindet sich bereits im praktischen Einsatz.

Conférence présentée lors de la Journée d'information ETG (ASE) du 17 mars 1987 «Conception des réseaux d'énergie électrique assistée par ordinateur» à l'EPF Lausanne.

Adresse de l'auteur

H. Back, Electricité de France, Direction des Etudes et Recherches, Département Planification des Réseaux, 1, avenue du Général-de-Gaulle, B.P. 408, F-92141 Clamart Cedex.

1. Introduction

La planification des réseaux de transport d'énergie électrique consiste à préparer un développement des réseaux qui minimise une fonction de coût sur une longue période. Les composantes de la dépense sont:
- le matériel,
- les charges d'exploitation,
- les pertes,
- les dépenses de combustible,
- la valorisation des imperfections de fourniture.

On a recours à l'actualisation pour comparer les coûts sur une longue période des différents développements étudiés.

Bien que cette définition ait un caractère économique très marqué, elle ne doit pas faire oublier que toutes les contraintes techniques de fonctionnement des réseaux sont prises en compte dans les études de planification.

A Electricité de France (EdF), la planification des réseaux de transport est réalisée par plusieurs équipes: au niveau central, pour le réseau de grand transport et d'interconnexion (réseau à 400 kV); dans chaque région, pour les réseaux de répartition (réseaux de tension comprise entre 225 et 63 kV).

Pour planifier un grand réseau, la quantité de données nécessaire est très importante, les méthodes d'optimisation utilisées sont sophistiquées et les résultats à analyser sont volumineux. Un système informatique est indispensable pour:
- aider à la tenue à jour des données,
- faciliter la description des différents développements à simuler sur les réseaux,
- mettre en œuvre les méthodes d'optimisation,
- aider l'utilisateur dans l'exploitation des nombreux résultats fournis par les modèles de planification.

Depuis cinq ans, un nouveau système appelé PLATINE est en chantier avec quatre objectifs essentiels: simplifier la tenue à jour des données, rationaliser les différentes chaînes de traitement des données alimentant les modèles de calcul et d'optimisation, utiliser largement les moyens graphiques modernes et rendre le système portable sur différentes machines. On présente dans cet article: l'architecture logicielle et matérielle de PLATINE, un exemple d'utilisation ainsi que la situation actuelle du système et les prévisions de développements.

2. Architecture logicielle

PLATINE se compose de quatre parties principales: la base de données, la chaîne de traitement des données, les modèles de planification et le dispositif graphique interactif (fig. 1).

2.1 La base de données

Elle décrit le système «Production-Transport-Consommation» d'EdF dans son état existant (année en cours) et dans ses états futurs décidés sur une quinzaine d'années. Les ouvrages décrits sont les suivants:
- les postes,
- les lignes et les câbles,
- les transformateurs,
- les centrales et les groupes de production,
- les chutes hydrauliques,
- les moyens de compensation,
- les points de livraison.

La base contient en outre le schéma d'exploitation du réseau, ainsi que les prévisions de consommation des points de livraison, les prévisions de production des groupes hydrauliques et la description des contrats d'échange d'énergie avec les pays voisins. Elle subit une mise à jour complète une fois par an. Pour cela, on dispose d'un logiciel conversationnel qui assure la tenue à jour et le contrôle des données.

2.2 La chaîne de traitement des données

Cette chaîne est un ensemble de logiciels qui gravitent autour du Fichier Unique de Travail (FUT). Le contenu

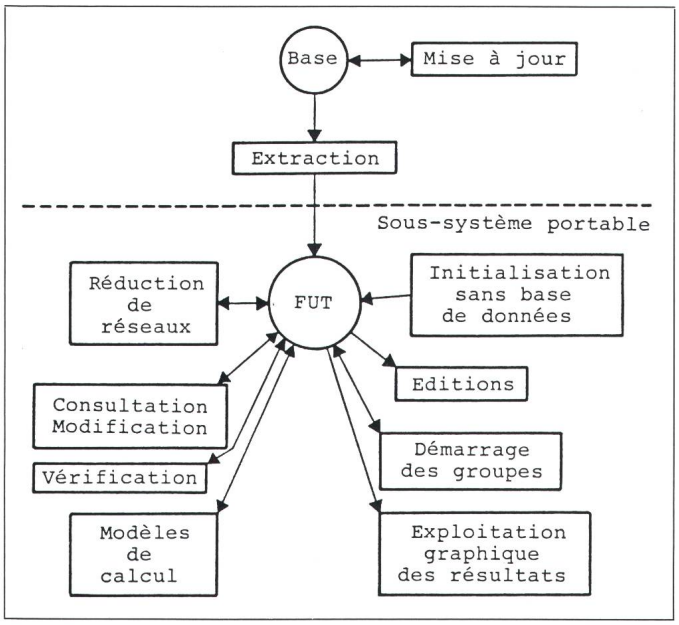


Figure 1
Architecture logicielle du système informatique PLATINE

de ce fichier est extrait de la base de données en sélectionnant toutes les données concernant la zone géographique et l'année que l'on souhaite étudier. Les logiciels peuvent être classés suivant cinq fonctions principales:

Consultation et modification des données du FUT: Le programme conversationnel VARFUT permet d'afficher à l'écran le contenu du FUT et de le modifier à la manière d'un éditeur de texte. Toutes les données introduites sont soumises à de nombreux contrôles de vraisemblance. Les modifications effectuées peuvent être enregistrées sur un fichier «journal». La reprise ultérieure de ce fichier par un programme adapté permet de transférer les modifications d'un FUT dans un autre.

Le programme VARFUT permet aussi de remplir intégralement un FUT vide. Cette possibilité est très utile pour traiter de petits réseaux dont la taille ne justifie pas la mise en œuvre d'une base de données.

Vérification de la cohérence des données du FUT: Après tout ensemble de modifications conduisant à un nouvel état du réseau, la cohérence des données est vérifiée par un programme spécialisé VERFUT. Un contrôle essentiel consiste à vérifier que le réseau est connexe.

Edition du contenu du FUT: Plusieurs programmes permettent d'éditer le contenu du fichier, sous des formes plus ou moins élaborées à l'écran ou sur papier.

Réductions de réseaux: On est conduit à réduire la taille des réseaux étudiés pour deux raisons principales.

D'une part les modèles d'optimisation ne peuvent pas traiter des réseaux de très grande taille, sous peine de nécessiter des temps de calcul trop élevés. D'autre part une bonne partie des résultats estimés sur un réseau complet ne serait pas utile au planificateur. En effet, pour l'étude du réseau à 400 kV, on n'a pas besoin de tous les détails des réseaux de répartition. De même, lorsqu'on étudie les réseaux de répartition dans le nord de la France, on n'a pas besoin des détails des réseaux de répartition du sud.

On dispose donc de programmes de réduction de plusieurs types:
- suppression du ou des niveaux de tension les plus bas,
- suppression totale ou partielle des parties de réseau en antenne,
- remplacement d'une partie des réseaux par des réseaux équivalents.

Hypothèse de démarrage des groupes thermiques: Le programme DEMFUT calcule, pour un point horaire donné, une hypothèse de démarrage des groupes thermiques en fonction de la consommation et de la production hydraulique.

2.3 Les modèles de planification

On dresse ci-après la liste des modèles de planification utilisables dans le système PLATINE. Tous ces modèles lisent leurs données dans le fichier unique de travail. Il est donc possible, en principe, de les faire fonctionner tous sur un même état du réseau décrit dans un seul fichier de données.

- Le modèle CONTI calcule la répartition des transits dans l'approximation du courant continu en situation normale et en situation d'incident.
- Les modèles COUTRI et COURCIRC effectuent des calculs de courants de court-circuit en cas de défaut sur le réseau.
- Les modèles COMPENS et RAPSI effectuent des calculs en alternatif. COMPENS sert à optimiser le plan de tension du réseau et ajoute, si nécessaire, des moyens de compensation. RAPSI analyse la sécurité en tension.
- Les modèles MEXICO, MERIDA et ANASEC étudient un grand nombre de situations d'indisponibilité tirées au sort. Ils fonctionnent dans l'approximation du courant continu et permettent d'estimer respectivement: la qualité de service du système production-transport, les surcoûts thermiques induits par le réseau et la sûreté de fonctionnement du réseau.
- Le modèle EPIRE sert à la planification des réseaux régionaux. Il estime le coût annuel de l'énergie non distribuée, des pertes et de l'imposition des groupes de production locaux.

2.4 Le dispositif graphique interactif

Il s'agit d'un programme d'aide à l'exploitation des résultats des modèles. Il affiche sur un écran graphique un schéma du réseau étudié, complété par des résultats relatifs aux ouvrages représentés. L'écran se compose de trois fenêtres principales (fig. 2):
- fenêtre régionale: on y fait apparaître la portion de réseau que l'on souhaite,
- fenêtre zoom: on y fait apparaître un agrandissement d'une partie du réseau,
- fenêtre schéma de poste: on y fait apparaître le schéma électrique d'un poste avec l'indication de tous les ouvrages qui y sont raccordés.

Les deux premières fenêtres peuvent être centrées sur un point quelconque du réseau et l'on choisit l'échelle d'affichage la mieux adaptée. A chaque ligne et à chaque sommet du réseau est associé un petit cartouche dans lequel on peut inscrire de 1 à 4 résultats de calcul. Certains résultats peuvent être représentés de façon analogique: par exemple, on peut faire varier la taille d'une flèche proportionnellement au transit dans la ligne. On peut utiliser les possibilités des terminaux graphiques, comme le clignotement par exemple, pour mettre en évidence certains résultats atteignant des valeurs critiques. Enfin, le schéma peut être modifié.

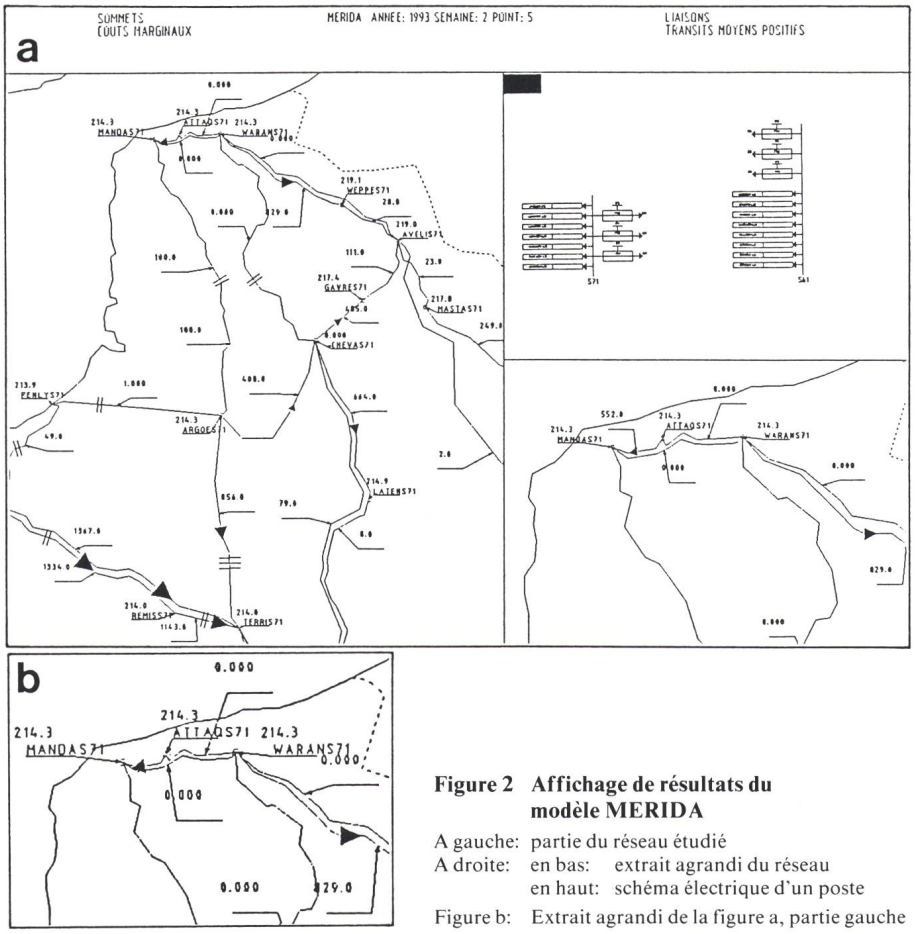


Figure 2 Affichage de résultats du modèle MERIDA

A gauche: partie du réseau étudié
A droite: en bas: extrait agrandi du réseau
en haut: schéma électrique d'un poste
Figure b: Extrait agrandi de la figure a, partie gauche

Le programme graphique est piloté à partir d'un menu disposé sur une tablette à côté du terminal.

2.5 Standards retenus

Comme il a été dit plus haut, le système est portable en aval de la base de données. Pour cela, on a choisi:

- de développer les logiciels en FORTRAN 77,
- de gérer les écrans alphanumériques avec le progiciel PERICRAN développé par EdF et dont la portabilité est assurée sur de nombreuses machines,
- d'utiliser un noyau graphique à la norme GKS.

En l'absence de base de données, les données sont tenues à jour directement sur le FUT à l'aide de VARFUT.

3. Architecture matérielle

Différents essais d'affichage de réseaux ont été réalisés sur des terminaux graphiques reliés aux ordinateurs centraux de la Direction des Etudes et Recherches d'EdF à Clamart (10 km au sud de Paris). Les temps d'affichage obtenus ont été jugés trop importants pour une application conversationnelle. La solution qui s'imposait alors était d'effectuer l'exploitation graphique des résultats des modèles de planification sur un mini-ordinateur, dédié à l'application, autorisant des débits élevés sur la liaison avec les terminaux (fig. 3).

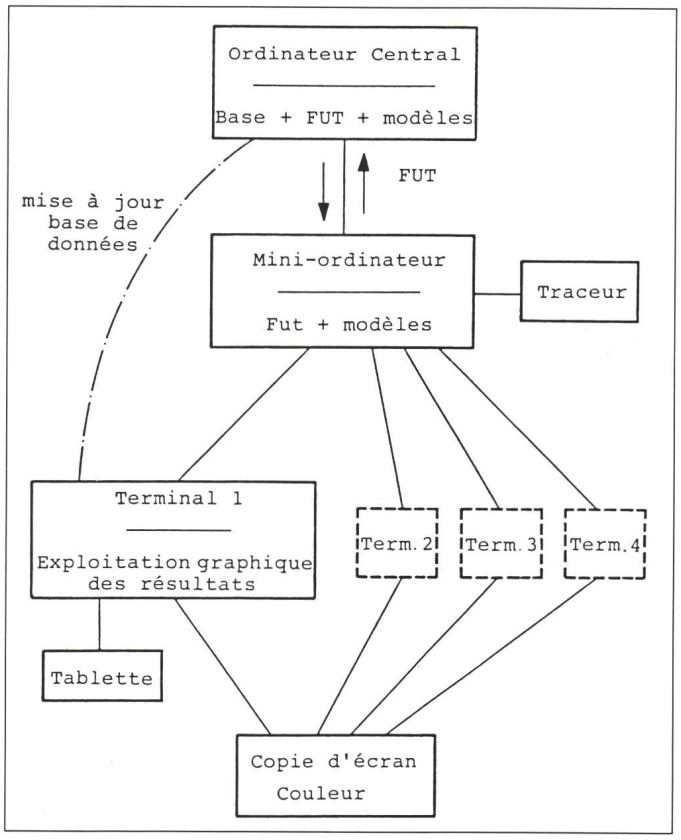
L'architecture matérielle retenue pour le système PLATINE est donc à trois niveaux d'intelligence: au niveau de l'ordinateur central, à celui d'un ou plusieurs mini-ordinateurs et à celui des postes de travail graphiques.

3.1 Répartition des logiciels sur les matériels

L'exploitation de la base de données et la constitution des fichiers FUT sont réalisées sur l'ordinateur central. Ensuite, deux fonctionnements sont possibles:

Modèles sur l'ordinateur central: Les modèles de calcul et d'optimisation sont exécutés sur l'ordinateur central et inscrivent leurs principaux résultats dans le FUT. Ce fichier est ensuite envoyé sur le mini-ordinateur situé près de l'utilisateur, où l'on effectue l'exploitation graphique des résultats.

Figure 3 Architecture matérielle



Modèles sur le mini-ordinateur: Le FUT est transféré sur le mini-ordinateur aussitôt après l'extraction, et les modèles sont exécutés localement sur cette machine. Cette utilisation n'est sans doute pas possible pour les grands modèles probabilistes de planification très gourmands en temps de calcul, mais convient bien pour la planification des réseaux régionaux.

3.2 Les matériels

L'ordinateur central, à Clamart, est un IBM 3090/400. Pour certains gros modèles, on diminue les temps de calcul en les traitant sur un CRAY-XMP.

Le mini-ordinateur présente les caractéristiques principales suivantes:

- système d'exploitation UNIX System V,
- puissance suffisante (suivant le nombre de postes graphiques),
- mémoire virtuelle,
- modes de connexion suffisamment rapides avec l'ordinateur central et les terminaux.

A titre d'exemple, les machines utilisées à Clamart sont des Bull SPS9/67. Ce sont des machines à architecture RISC dont la puissance peut être estimée à 2 Mips. Elles peuvent servir chacune quatre terminaux graphiques. Elles sont connectées à l'ordinateur central par un réseau local à 10 Mbits/s théoriques (1 Mbit/s réel), et aux terminaux par des liaisons série haut débit RS 422. Ces liaisons RS 422 permettent un débit relativement élevé (50 à 300 kbits/s) et un déport important du terminal (plus de 1000 m).

Le poste de travail graphique se compose:

- d'un terminal intelligent à écran couleur avec haute définition, balayage vidéo non entrelacé, mémoire de segmentation suffisante, bonne adaptation du «firmware» à la norme GKS, plan alphanumérique distinct des plans graphiques, précision suffisante de la représentation locale des coordonnées;
- d'une tablette graphique 28×28 cm avec souris, destinée à supporter le menu de pilotage de l'application graphique;
- d'un dispositif de recopie d'écran sur papier ne bloquant pas le terminal pendant la copie.

A titre d'exemple, le terminal utilisé à Clamart est le modèle 6264 de SIGMEX, qui répond aux conditions suivantes:

Définition: 1024×1448 points, mémoire: 2 Moctets, précision: coordonnées sur 24 bits.

4. Exemple d'utilisation

Le modèle MERIDA, décrit au paragraphe 2.3 est très utilisé pour la planification du réseau à 400 kV. Une étude avec ce modèle se déroule de la façon suivante:

Extraction des données: On constitue un fichier unique de travail pour l'année à étudier dans lequel n'est conservé que le réseau à 400 kV. Les productions et les consommations raccordées sur les niveaux de tension inférieurs sont rattachées au sommet 400 kV le plus proche. L'extraction est exécutée en traitement par lots sur l'IBM. Elle dure environ 40 min et consomme 6 min de temps CPU.

Modification du contenu du FUT: A l'aide du programme VARFUT, on complète le fichier par la stratégie de développement à étudier: l'ajout d'ouvrages de renforcement du réseau, l'ajout de nouveaux groupes de production, la modification de la consommation, etc. Cette opération se déroule en mode conversationnel sur l'IBM.

Lancement de MERIDA: Le programme MERIDA est lancé en traitement par lots sur le CRAY. Cette exécution consomme environ 20 min de temps CPU. Un fichier de résultats est produit par le programme.

Transfert de fichiers vers le SPS 9: Le fichier FUT et le fichier de résultats MERIDA sont transférés sur le SPS 9 par l'hypercanal. Cette opération est rapide, mais nécessite un petit temps d'attente sur l'IBM. Les fichiers sont disponibles 15 min après la demande de transfert.

Fusion des fichiers: Les résultats sont insérés dans le FUT sur le SPS 9 en environ 2 min.

Exploitation graphique des résultats: On peut alors afficher les résultats de MERIDA sur le schéma du réseau (fig. 2). L'utilisateur sélectionne les résultats à afficher dans les cartouches et peut modifier le schéma à sa guise. Il est possible à tout moment d'obtenir la copie en couleur sur papier du contenu de l'écran.

L'affichage initial du réseau avec des résultats est plus long que les affichages courants. A titre d'exemple, il dure 1 min 30 s pour la moitié nord de la France et 30 s pour une région dense en réseau. Les affichages courants (résultats sur un réseau déjà affiché) durent respectivement 30 s et 15 s. Les modifications de schéma, ou les déplacements de fenêtre sur le réseau sont rapides. Il faut noter que ces temps sont obtenus avec une liaison RS 232 à 19200 bits/s entre le mini-ordinateur et les terminaux, cette liaison étant la seule disponible en janvier 1987. La liaison RS 422 sera disponible prochainement et améliorera les temps indiqués.

Enchaînement vers le passage suivant: En fonction des résultats obtenus, on modifie à nouveau le réseau sur le FUT (retour au deuxième point de ce chapitre).

5. Calendrier

Le système PLATINE est en cours de développement. Actuellement, la chaîne FUT est opérationnelle dans une version incomplète: il manque certains programmes de réduction de réseaux, et les modèles COURCIRC et EPIRE n'y sont pas encore raccordés.

La base de données ne sera opérationnelle qu'en 1988. D'ici là, c'est l'ancienne base de données qui alimente la chaîne FUT. Le dispositif graphique interactif ne traite pour l'instant que le réseau à 400 kV, les données graphiques étant tenues à jour sur des fichiers annexes. Il est prévu que l'ensemble du système PLATINE fonctionne début 1989.

6. Conclusion

Le système PLATINE, tel qu'il est présenté ici, satisfait les objectifs indiqués dans l'introduction. Son utilisation va être généralisée progressivement à l'ensemble des planificateurs d'EdF. On estime que, lorsque le système sera complet, un gain de temps d'environ 20% sera observé sur la durée des études de planification.