



Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension

112, boulevard Haussmann - 75008 Paris

Session de 1980 - 27 août - 4 septembre

**35-07**

**CONDUITE EN TEMPS RÉEL DU RÉSEAU EDF  
STRUCTURE DU RÉSEAU DE TÉLÉINFORMATION ET DE TÉLÉCOMMANDE**

by

**R. ABELLA**

Électricité de France - Études et Recherches

**G. SIMONNET**

Électricité de France - Production Transport

(France)

**RESUME**

*Ce rapport décrit l'évolution du système de téléconduite du réseau de transport d'énergie qui doit permettre d'accroître la quantité et la qualité des informations transmises aux dispatchings ou échangées entre les dispatchings. A terme, ce système doit permettre la télécommande centralisée des installations.*

*Ce rapport s'intéresse particulièrement aux problèmes techniques posés par l'interconnexion des systèmes différents et présente les solutions adoptées par EDF: normalisation des procédures de transmission, outils pour la création et la modification des bases de données.*

**Bases de données, Conduite du réseau, Télécommunications.**

**RAPPORT**

**1 . INTRODUCTION**

**1.1. Le système de production transport d'EDF** - Les moyens de production d'EDF comprennent actuellement environ 400 usines hydrauliques importantes et environ 100 groupes de production thermique classique ou nucléaire.

Le transport de l'énergie à haute et très haute tension repose sur un réseau de 1 500 postes reliés par 73 000 km de lignes à tension supérieure à 45 KV, dont 30 000 km pour les lignes à 400 KV et 225 KV.

**1.2. Conduite en temps réel du système de production transport** - La conduite en temps réel du système de production transport d'EDF, vise à ajuster à tout moment la production à la consommation, afin d'assurer la fourniture d'énergie dans les meilleures conditions de disponibilité, de qualité et d'économie.

La conduite en temps réel du système de production transport repose :

- sur des automatismes locaux de protection des ouvrages, de reprise de service, de réglage de la fréquence ou de la tension. Ils sont installés dans les postes ou les centrales.

- sur des automatismes globaux, tels que les réglages secondaires fréquence-puissance, ou de tension.

- sur des opérations manuelles, effectuées par du personnel situé dans les dispatchings, les centrales ou les postes.

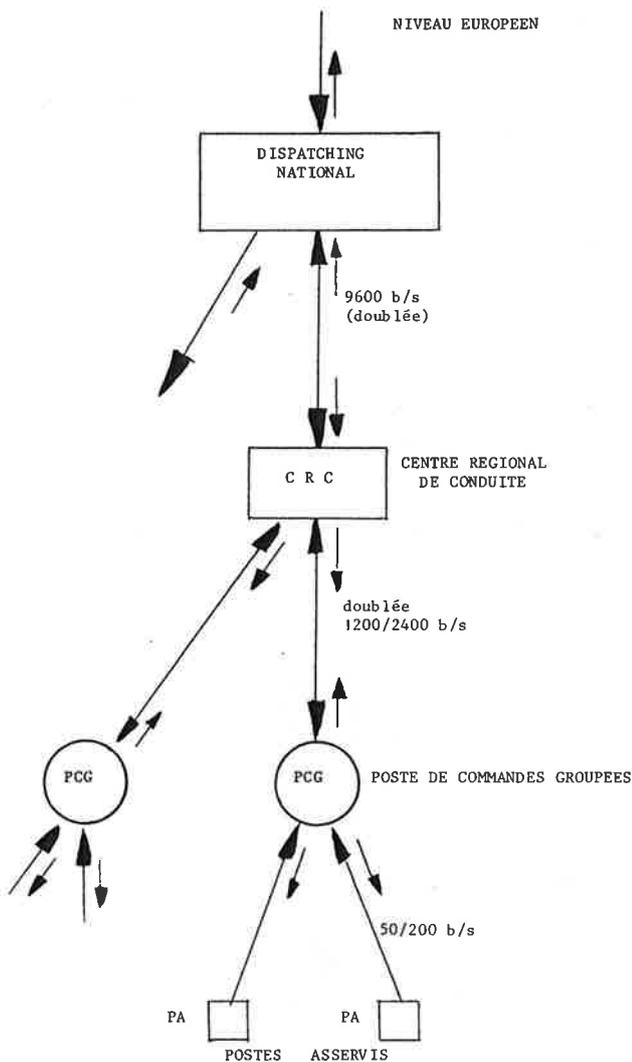


Figure 1 - Le système de téléconduite EDF à l'horizon 1985

Dans les postes de commandes groupées (PCG), un ordinateur, généralement doublé, pour des raisons de disponibilité, est raccordé aux terminaux de téléconduite des PA contrôlés par le PCG, une quinzaine au maximum.

Il assure la tenue d'un journal de bord, par édition sur une imprimante des événements survenus dans les PA. Il sert également de concentrateur permettant de retransmettre la téléinformation disponible à son niveau vers le dispatching régional et d'en recevoir des ordres de télécommandes pour les envoyer vers les PA.

La liaison vers le dispatching régional est toujours doublée, sa vitesse est fonction de l'importance du PCG. Elle est généralement comprise dans la gamme 300-1 200 bits/s. La transmission se fait en mode synchrone ou asynchrone, selon la vitesse utilisée. Ces liaisons utilisent des lignes téléphoniques louées ou des CPL.

- Le dispatching régional constitue le troisième niveau dans la structure hiérarchisée du système de téléconduite.

La structure du système informatique régional est illustrée par la figure 2. On retrouve la même structure dans les 7 dispatchings régionaux.

Les CACQ sont la plaque tournante de l'information au niveau régional. Ils sont connectés aux ordinateurs des PCG, aux ordinateurs de traitement du dispatching, à un réseau de transmission de données temps réel (TTR) inter-dispatchings.

Le CACQ reçoit la téléinformation des PCG, 20 au maximum, la met en forme et la diffuse vers le ordinateur de traitement local du dispatching, éventuellement vers le tableau synoptique ou vers un autre dispatching à travers le réseau TTR.

Inversement, il reçoit des ordres directement des ordinateurs locaux du dispatching ou à travers le réseau TTR en provenance d'autres dispatchings. De plus, le CACQ sert d'intermédiaire pour permettre aux ordinateurs de

### 3 . PASSAGE PROGRESSIF VERS LE NOUVEAU SYSTEME

3. 1. Situation actuelle — Le système actuel traduit l'organisation présente de la conduite. Il repose sur des réseaux de transmission distincts, dont la structure est illustrée par la figure 3 :

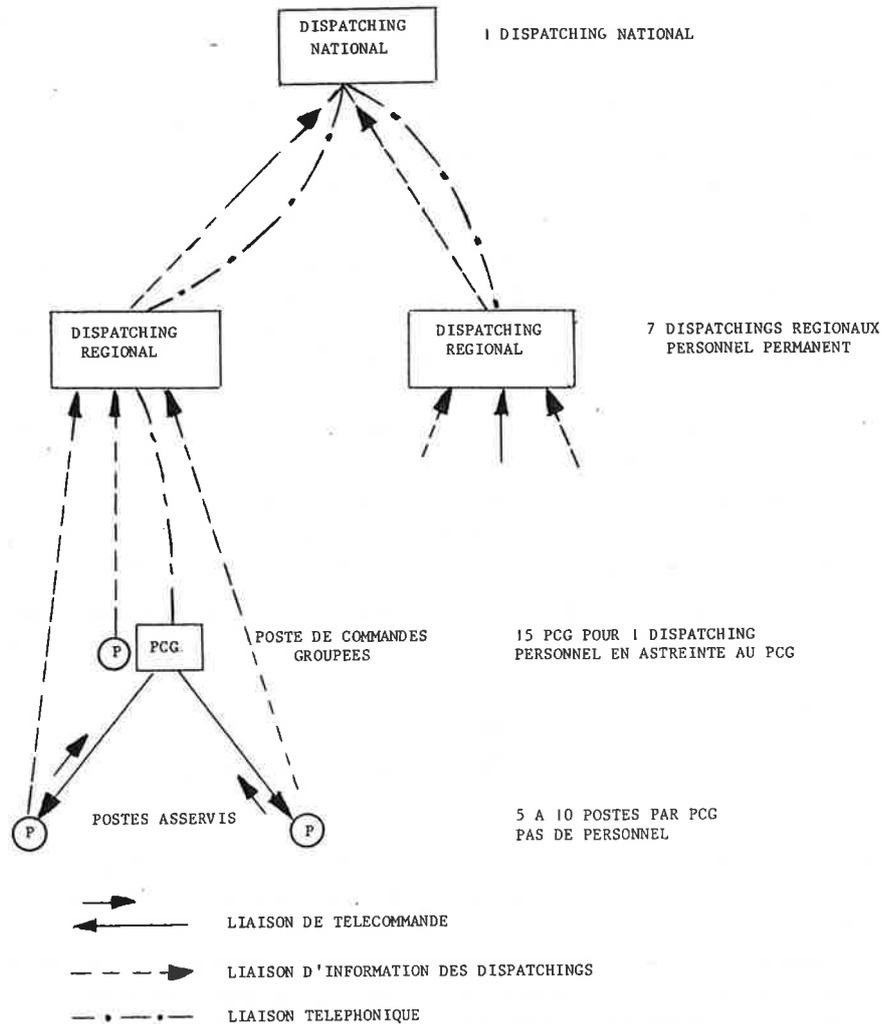


Figure 3 — Situation de départ du réseau de téléconduite

— L'un est utilisé pour acheminer la téléinformation dont ont besoin les dispatchings. Il est fondé sur des équipements de transmission qui relient directement les postes aux dispatchings. Deux types d'équipement sont couramment utilisés: l'un travaille de façon cyclique et transmet mesures et signalisations toutes les 10 s, l'autre travaille de façon arythmique et ne transmet que des signalisations, lorsqu'elles changent d'état.

Ces équipements transmettent leurs informations aux calculateurs de traitement des dispatchings et directement vers un tableau synoptique mural.

A présent, ces calculateurs, d'un type assez ancien, sont relativement saturés, ne permettent pas le raccordement de nouveaux types d'équipements de téléconduite, et ne sont pas adaptés à l'établissement de liaisons de transmission de données performantes entre dispatchings.

— L'autre réseau sert à la téléconduite des installations de postes satellites à partir des postes de commandes groupées. Il repose sur des équipements de transmission bidirectionnelle, susceptibles de transmettre du poste asservi, des mesures, de façon cyclique, des signalisations lorsqu'elles changent d'état, des index de comptage sur demande. Dans l'autre sens, vers le poste asservi, ils peuvent transmettre des ordres de télécommandes, de télévaleurs de consigne, de téléajustages ou des demandes de relevé d'index de comptage ou d'états des signalisations. De plus, la station centrale

L'analyse des procédures de transmission et des modes de liaison a montré que l'on devait définir deux types de procédures :

- une procédure de type maître/maître dans laquelle chaque station peut prendre l'initiative d'un échange. Pour gérer ce type de dialogue, la procédure d'accès ligne (LAP), décrite dans l'avis X25 du CCITT a été retenue,
- une procédure du type maître/esclave dans laquelle seule la station maître a l'initiative des échanges, les stations esclaves ne transmettant des informations qu'après avoir été interrogées par le maître. Les projets de norme de l'ISO pour ce type de stations sont apparus particulièrement intéressants.

Toutefois, l'association de ces procédures à un mode de transmission du type synchrone HDLC pouvait constituer dans l'immédiat une gêne à leur emploi, les constructeurs d'équipements informatiques n'ayant que depuis peu de temps les coupleurs correspondants à leur catalogue.

Une analyse plus détaillée des mécanismes a montré que l'on pouvait distinguer trois grandes fonctions dans une procédure de transmission :

- l'entretien de l'échange, le séquençement des messages et la récupération des défauts de transmission,
- le calcul et la vérification d'un code de redondance,
- la synchronisation bit et trame.

La première fonction, dont la réalisation sur un minicalcuteur est la plus délicate à mettre au point, est totalement indépendante du mode de transmission (asynchrone, synchrone ECMA ou synchrone HDLC). Nous avons donc pu définir les spécifications d'un noyau de procédure de transmission, identique pour tous les modes de transmission rencontrés sur le réseau de téléconduite. C'est ce noyau, conforme aux normes internationales citées ci-dessus, qui a été normalisé à EDF pour les liaisons de téléconduite. De plus, pour favoriser la diffusion de ces normes vers les bas niveaux du réseau de téléconduite comportant des équipements de faible complexité, un niveau de procédure simplifié a été défini dans chaque type. Ce niveau simplifié, compatible avec le niveau normal, ne comporte plus certains mécanismes de déconnexion et de régulation de flux notamment.

Ainsi EDF dispose de 2 normes, avec chacune 2 niveaux, un niveau normal et un niveau simplifié qui garantissent la compatibilité des mécanismes de transmission entre deux stations de téléconduite.

**4.4. Protocole de transport entre «correspondants»** - Au sein d'une région toutes les liaisons entre stations sont directes, sans intermédiaire assurant un traitement des informations. Un protocole de transport entre les stations correspondantes n'est donc pas nécessaire. Au contraire, la liaison entre les calculateurs d'acquisition (CACQ) de deux régions différentes, traverse toujours le commutateur central. Aussi, un protocole de transport entre les correspondants, met en œuvre, à un niveau plus élevé, des mécanismes semblables à ceux de la procédure ligne, pour contrôler la liaison de bout en bout.

Le domaine d'application de ce protocole de transport étant actuellement limité à un seul niveau du réseau, il n'a pas semblé nécessaire d'en envisager la normalisation.

Par ailleurs, compte tenu de la structuration du réseau en couches relativement autonomes, entre lesquelles existent des mécanismes de mise à jour qui seront examinés au §5.2, un protocole entre applications n'est pas utile.

**4.5. Standardisation des messages** - Une standardisation des messages au niveau subrégional d'une part, et au niveau interrégional d'autre part, a été recherchée pour minimiser les programmes de transcodage qui résultent des différences entre les syntaxes d'une même information.

L'identification de l'information au niveau subrégional est abrégée afin de ne pas accroître les délais de transmission au sein d'une région.

La procédure de transmission étant transparente vis-à-vis du type des messages transités, cette standardisation reste très souple. On doit souligner notamment, que la création de nouveaux messages est toujours possible et aisée puisqu'elle ne nécessite que la mise en place des programmes de l'application correspondante et qu'elle n'interfère pas avec les programmes de la procédure de transmission.

**4.6. Sécurité de la transmission** - La sécurité de la transmission repose d'une part, sur la détection des trames erronées par vérification d'un code cyclique et d'autre part, sur les mécanismes de la procédure de transmission eux-mêmes (séquençement des trames, acquit).

Deux codes cycliques du type BCH ont été retenus. Ils sont définis, l'un par un polynôme de puissance 8, l'autre par un polynôme de puissance 16. Le premier est utilisé pour les liaisons dans lesquelles la longueur de trame

**5.3. Description de données** – Les évolutions du réseau électrique imposent des modifications dans la structure des fichiers de données. Il est apparu rapidement que la cohérence des descriptions entre les différents niveaux ne pouvait être assurée qu'à l'aide d'outils de création et de modification automatisés.

C'est ainsi qu'un programme particulier appelé configurateur de données est utilisé par chaque centre régional sur un centre de calcul constitué d'un miniordinateur équipé de disques de 10 MO, d'une imprimante et d'un écran-clavier, pour décrire ou modifier les données des PCG. Cette description est fondée sur le matériel électrique et elle prend appui sur la standardisation existant dans les postes. En effet, à quelques variantes près, les cellules ligne 400 kV aboutissent à des descriptions très voisines les unes des autres. Il en est de même pour les cellules transformateurs par exemple.

Au départ, l'opérateur du centre régional commencera donc par décrire les modèles de cellules utilisées dans les équipements qu'il gère. Il peut ensuite, à partir de cette description, définir pour chaque poste réel, la consistance exacte des informations issues de chaque cellule qui sera identifiée par son modèle et par son nom. Ainsi va se trouver décrite, progressivement, la totalité des informations gérées par chaque PCG.

Lorsque cette description est terminée, l'opérateur peut, au choix :

- modifier certains éléments,
- imprimer un état complet des données d'un PCG,
- assembler automatiquement le programme du PCG décrit. Le programme configurateur fournit alors, sur un support cassette, un programme opérationnel autochargeable sur le site.

L'ensemble de cette configuration ou des modifications ultérieures est effectué en mode interactif par l'intermédiaire de l'écran-clavier. On doit souligner que sa mise en œuvre ne nécessite aucune connaissance approfondie en informatique, tout le vocabulaire étant celui de l'exploitant des équipements électriques.

En cours de configuration, des contrôles de cohérence logique, en nombre assez limité, sont effectués. La sécurité de la description repose en fait davantage sur le niveau très spécialisé du langage utilisé, directement compréhensible par un exploitant et sur la restitution d'un document clair correspondant à la description effectuée.

Aucune modification permanente n'est effectuée directement sur un site, mais seulement en centre de calcul, ce qui permet de disposer en permanence d'un programme correctement documenté.

Ce configurateur est actuellement en cours d'extension aux autres niveaux du réseau de téléconduite : Calculateur de poste, CACQ.

**5.4. Évolution des données** – La prise en compte des modifications des données dans les programmes opérationnels a déjà été examinée ci-dessus. Nous examinerons ici les conséquences de la non simultanéité d'introduction de ces modifications dans les différents niveaux du réseau. Lorsqu'on ajoute (ou enlève) une cellule dans un poste, la prise en compte de cette modification par le réseau de téléconduite implique qu'elle soit préalablement décrite aux différents niveaux hiérarchiques.

Les programmes d'application sont conçus pour qu'il ne soit pas nécessaire de modifier simultanément les descriptions aux différents niveaux. Mais une coordination dans le chargement de nouvelles données reste indispensable et ceci quelles que soient les précautions respectées dans les programmes. Tout au plus peut-on espérer l'allègement de ces contraintes par la mise en service éventuelle d'un téléchargement sur certains équipements.

Dans le cas de modifications importantes, nécessitant une vérification, les systèmes doublés de différents nœuds sont conçus pour que l'on puisse créer une liaison d'essai CACQ - PCG - PA, pendant que le système opérationnel continue à fonctionner sans perturbation sur l'autre chaîne. On peut ainsi valider très sûrement de nouvelles données, sans perturber l'exploitation.

## 6. MAINTENANCE DES SYSTEMES

La maintenance de ce système de téléconduite comprend deux types d'intervention :

- d'une part la maintenance du matériel
- d'autre part la maintenance du logiciel

La maintenance du matériel est assurée par du personnel EDF et est aussi décentralisée que possible, afin de