

Le centre d'exploitation de Rolle de la compagnie vaudoise d'électricité

Autor(en): **Grivat, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **92 (1966)**

Heft 22

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68390>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (SVIA)
de la Section genevoise de la SIA
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique
de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'EPF (Ecole poly-
technique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE

Président: E. Martin, arch. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève

Membres:

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Groscurin, arch.; J.-C. Ott, ing.
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; M. Chevalier, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;
M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »
Président: D. Bonnard, ing.
Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; J. Favre,
arch.; A. Robert, ing.; J.-P. Stucky, ing.
Adresse: Avenue de la Gare 10, 1000 Lausanne

RÉDACTION

D. Bonnard, E. Schnitzler, S. Rieben, ingénieurs; M. Bevilacqua,
architecte
Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »
Tirés à part, renseignements
Avenue de Cour 27, 1000 Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse	Fr. 40.—	Etranger	Fr. 44.—
Sociétaires	»	» 33.—	»	» 37.—
Prix du numéro	»	» 2.—	»	» 2.50

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,
N° 10 - 5775, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au
numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie
La Concorde, Terreaux 29, 1000 Lausanne

ANNONCES

Tarif des annonces:
1/1 page Fr. 423.—
1/2 » » 220.—
1/4 » » 112.—
1/8 » » 57.—



Adresse: Annonces Suisses S.A.
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26, 1000 Lausanne et succursales

SOMMAIRE

Le centre d'exploitation de Rolle de la Compagnie Vaudoise d'Electricité, par J. Grivat, ingénieur en chef.
Bibliographie. — Divers. — Les congrès. — Carnet des concours.
Documentation générale. — Informations diverses.

LE CENTRE D'EXPLOITATION DE ROLLE DE LA COMPAGNIE VAUDOISE D'ÉLECTRICITÉ

par J. GRIVAT, ingénieur en chef.

1. Introduction

La Compagnie Vaudoise d'Electricité, qui alimente directement, ou indirectement par l'intermédiaire de revendeurs, plus des deux tiers du territoire du canton de Vaud (fig. 1) et distribue actuellement environ 500 millions de kWh, dessert notamment la région s'étendant de la frontière Vaud-Genève à l'embouchure de la Venoge.

Cette zone recevait son énergie électrique par l'intermédiaire de lignes à 40 kV reliant les centrales de La Dernier (Vallorbe) et de Montcherand aux postes de Marcellin sur Morges, de Rolle et de Nyon (cf. articles de M. R. Golay, publiés par le *Bulletin technique* en 1945 et 1947).

La charge toujours croissante de ces artères, l'augmentation consécutive des chutes de tension et des pertes de transmission, le fait qu'une part toujours plus grande de l'énergie nécessaire ne provenait plus des centrales de l'Orbe, mais était tirée du réseau à 125 kV de la Suisse romande, ont incité la CVE à construire au

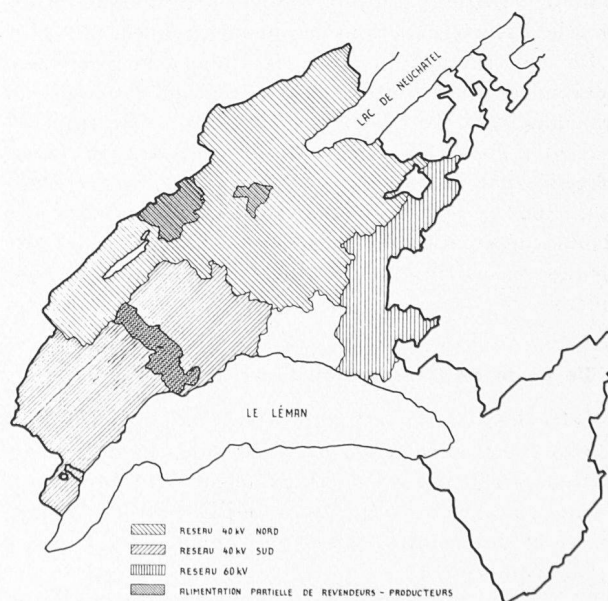


Fig. 1. — Zones alimentées par la Compagnie Vaudoise d'Electricité.

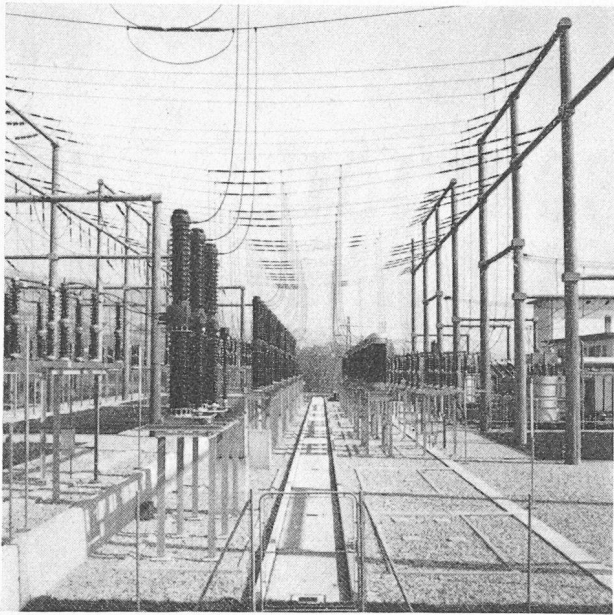


Fig. 2. — Poste de couplage à 125 kV.

centre de gravité de la zone précitée, soit aux environs de Rolle, un important poste de transformation à 125/40/13 kV, relié aux stations de Romanel-sur-Lausanne, de Montcherand et de Verbois (Genève).

Cette installation, que nous allons décrire plus loin, est destinée à desservir, par des lignes à 40 kV beaucoup plus courtes que celles issues du nord du canton, les régions s'étendant, à l'est, de Saint-Prex à Bussigny et, à l'ouest, de Gland à Coppet — Rolle et ses environs étant d'autre part alimentés directement à la tension de 13 kV.

Les études relatives au nouveau poste de Rolle ont conduit la CVE à se préoccuper de l'exploitation ultérieure de cette installation ; ses ingénieurs se sont également penchés sur le problème de la surveillance et de la commande des postes de transformation à 40/13 kV qui en dépendront, en cherchant à améliorer la sécurité du service et à rationaliser l'emploi de la main-d'œuvre. D'où la création, à Rolle, d'un centre d'exploitation, dont les diverses fonctions seront mentionnées plus loin.

La construction du poste de Rolle a eu également pour suites une refonte et une extension des lignes de transmission à 40 kV et des installations de transformation à 40/13 kV. L'exécution de ces travaux a été précédée par la mise sur pied d'un programme directeur, dont la réalisation, par étapes, au cours des prochaines décennies, doit permettre la résolution des problèmes de distribution en haute tension dans la zone précitée.

2. Le poste de transformation de Rolle

Cette installation est alimentée par trois artères à 125 kV issues de la centrale CVE de Montcherand et des stations à 220/125 kV de Romanel-sur-Lausanne et de Verbois, propriétés respectives de l'Energie de l'Ouest-Suisse et des Services industriels de Genève.

Elle comprend :

- Un poste de couplage à 125 kV (fig. 2), à trois travées de lignes — extensible à six —, deux travées de transformateurs — ultérieurement trois —, deux jeux de

barres collectrices avec un disjoncteur de couplage ; le courant de service admissible pour les barres collectrices est de 1200 A ; les disjoncteurs, du type à faible volume d'huile, présentent une puissance de coupure de 3300 MVA ; les sectionneurs, du modèle rotatif à trois colonnes, sont munis de commandes à moteur.

- Deux transformateurs triphasés, constitués chacun de trois pôles à cuves indépendantes et présentant les caractéristiques suivantes :
Rapport de tension nominal : 125/40/13 kV.
Puissance : 60/60/20 MVA.
Insérateurs de prises sous charge montés du côté neutre de chaque enroulement à 125 kV.
Plage de réglage de tension : 101 à 134 kV.
Ecart de tension par gradin primaire : 1,5 kV.
Couplage : étoile/étoile/triangle.
Refroidissement : les réfrigérants d'huile sont groupés en batteries indépendantes, munies de ventilateurs ; ceux-ci sont enclenchés et déclenchés par des thermostats.
- Un poste de couplage à 40 kV, équipé de cinq travées de lignes — extensible à neuf —, de deux travées — ultérieurement trois — pour les transformateurs, de deux jeux de barres collectrices avec un — ultérieurement deux — disjoncteurs de couplage ; le courant de service admissible pour les barres collectrices est de 1200 A ; les disjoncteurs, à faible volume d'huile, peuvent couper une puissance de court-circuit de 1500 MVA ; les sectionneurs, du type rotatif à trois colonnes, sont motorisés.

Les postes de couplage à 125 et 40 kV, ainsi que les transformateurs, sont installés en plein air et occupent une surface d'environ 9000 m². Les conducteurs — cordes de cuivre de 185 et 400 mm² de section — sont supportés par des traverses et des mâts en béton armé centrifugé.

En ce qui concerne la manutention des appareils, les transformateurs principaux sont halés dans le poste sur des voies ferrées alors que les disjoncteurs et les transformateurs de mesure sont amenés à pied d'œuvre à l'aide d'un élévateur à pneumatiques.

- Un poste de couplage à 13 kV (fig. 3), équipé de deux cellules pour les transformateurs principaux — ultérieurement trois —, de cinq cellules pour départs de lignes — extensible à neuf —, deux cellules pour les groupes de la télécommande de réseau, une cellule — ultérieurement deux — pour les transformateurs des services auxiliaires, deux jeux de barres collectrices prévus pour 1200 A, avec un disjoncteur de couplage ; les sectionneurs sont équipés de commandes hydrauliques ; les disjoncteurs à faible volume d'huile (9 litres par appareil) sont montés sur chariot, et sont pourvus de connexions à broches.

Ce poste de couplage, qui comprendra dix-huit cellules à son stade de développement final, est du type intérieur. D'une construction fort compacte pour une exécution non blindée — les cellules n'ont en effet que 1,20 m de largeur, 2,40 m de profondeur et 2,80 m de hauteur — cet appareillage a pu être logé dans un local de dimensions très réduites par rapport à celles des réalisations antérieures. La même exécution a été adoptée pour les nouveaux postes dépendant de celui de Rolle.

Quant au schéma de principe utilisé (fig. 4), il offre de nombreux avantages, notamment les possibilités suivantes :

- Passage, sans coupure, d'un service simple, avec un jeu de barres collectrices, à un service à deux jeux de barres indépendants.
- Remplacement — toujours sans coupure de ligne ou de transformateur — d'un disjoncteur à réviser grâce au disjoncteur de couplage, aux deux jeux de barres collectrices, aux connexions à broches des disjoncteurs et aux sectionneurs branchés en parallèle avec ces appareils.

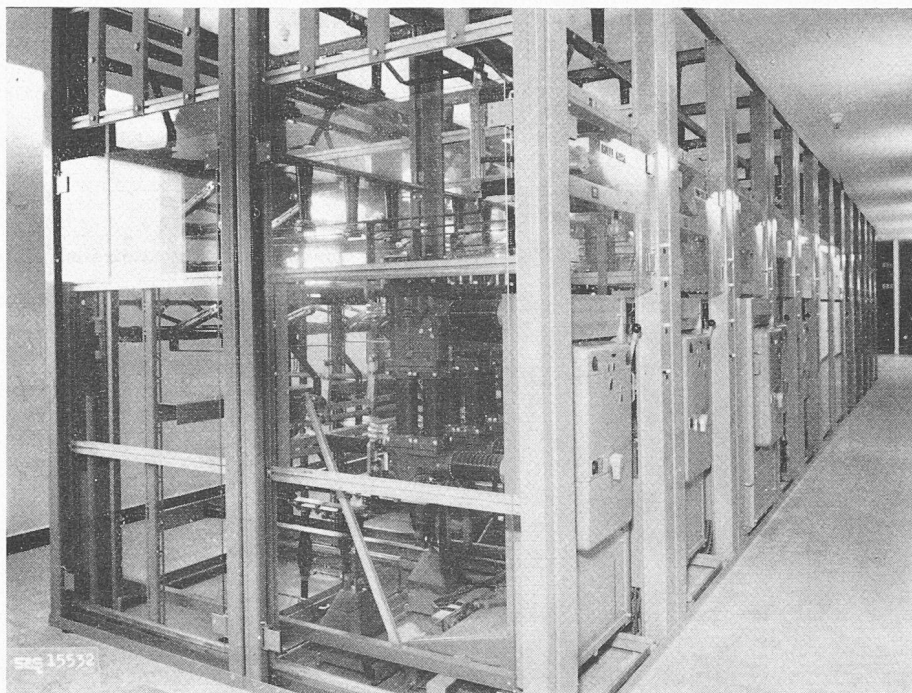


Fig. 3. — Vue du poste de couplage à 13 kV.

— Mise hors service partielle, pour travaux, de tronçons de barres collectrices, à l'aide des sectionneurs longitudinaux.

3. Le centre d'exploitation de Rolle

Jusqu'à l'entrée en service du centre d'exploitation de Rolle, le problème de la desserte des postes de transformation intermédiaires haute tension/moyenne tension n'avait pas été résolu d'une façon satisfaisante à la CVE.

Les conditions particulières de ses réseaux — faible densité de ses abonnés, donc grande dissémination des installations et, par conséquent, de son personnel — avaient conduit cette société à confier l'exploitation des postes précités aux agents résidant à proximité de ceux-ci, en plus de leurs tâches habituelles (dépannage des installations à moyenne et à basse tension, relevé des index des compteurs chez les abonnés, travaux administratifs, etc.). Les manœuvres dans ces postes, peu fréquentes il est vrai, mais souvent compliquées et presque toujours urgentes, devaient donc être exécutées par un personnel peu préparé à ce genre d'intervention et pas toujours disponible sur-le-champ.

Afin de pallier cet inconvénient, la CVE a opté — au moment où s'imposait une refonte de l'alimentation d'une zone particulièrement importante de ses réseaux — pour la mise sur pied, à Rolle, d'une équipe d'employés formés spécialement pour l'exploitation et l'entretien des installations qui dépendront du nouveau poste à 125 kV.

Pour permettre un contrôle rigoureux et permanent de celles-ci, pour assurer l'exécution très rapide de toutes les manœuvres usuelles, tout en supprimant les déplacements du personnel d'exploitation, les responsables de la CVE ont décidé de télécommander, à partir de Rolle, les postes de transformation existants ou à construire dans cette région.

Le bâtiment de service du poste de Rolle a donc été conçu pour abriter les organes de commande et de contrôle à distance de douze postes de transformation, à savoir :

- 10 postes de transformation à 40/13 kV ;
- 2 postes de transformation à 125/40/13 kV.

Pour chaque poste à contrôler, il est prévu, notamment, un tableau avec les organes de mesure, d'enregistrement et d'alarme ainsi qu'un pupitre de commande, avec schéma synoptique lumineux de l'instal-

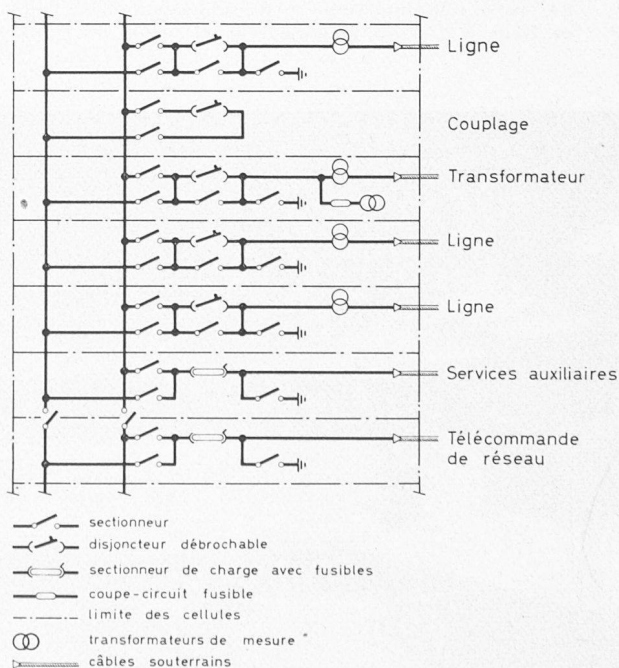


Fig. 4. — Schéma de principe partiel du poste de couplage à 13 kV de Rolle.

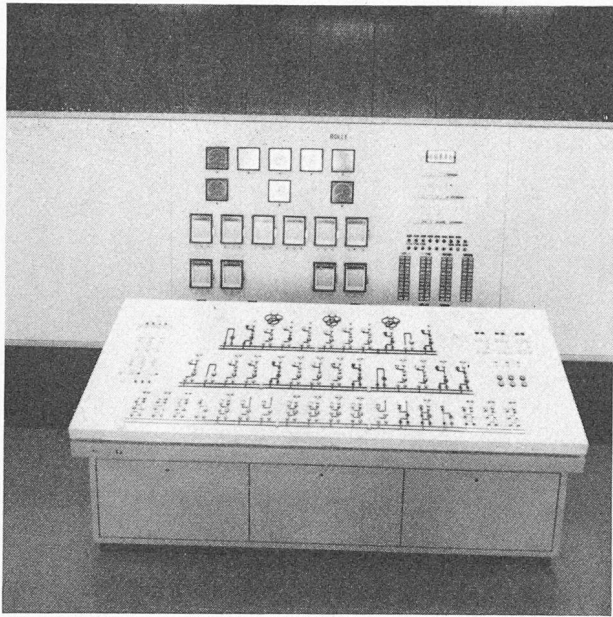


Fig. 5. — Pupitre de commande et tableau de contrôle.

lation, portant les manipulateurs-symboles des disjoncteurs et des sectionneurs (fig. 5).

Le schéma synoptique fonctionne normalement à lampes éteintes, les lampes des manipulateurs ne s'allumant qu'en cas de discordance entre la position des appareils télécommandés et celle de leurs symboles. La figure 6, photographie d'une maquette, montre la salle de commande à son stade final d'équipement.

Le bâtiment de service (voir fig. 7) contient, en plus de la salle de commande et des locaux destinés à recevoir les installations de télécommande et de télémesure :

- Un atelier, avec diverses machines-outils, permettant d'effectuer la majeure partie des travaux d'entretien.
- Une halle de montage pourvue d'un pont roulant de 40 tonnes ; étant donné les facilités offertes actuellement en matière de transports lourds, il est prévu de renoncer à la construction de locaux de montage dans les postes télécommandés et de ramener dans la halle de Rolle le gros appareillage, en particulier les trans-

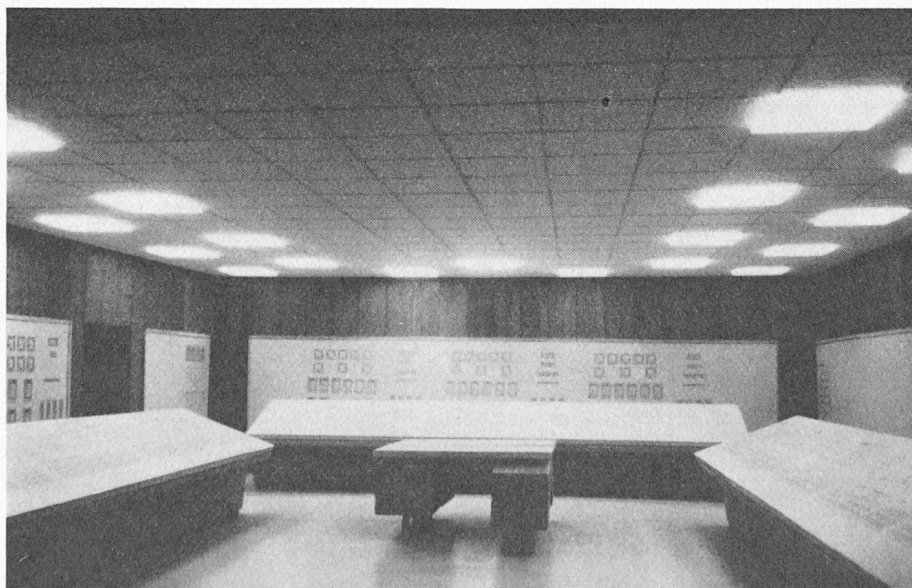


Fig. 6. — Maquette de la salle de commande à son stade final d'équipement.

formateurs, pour les travaux d'entretien.

- Le poste de couplage à 13 kV décrit ci-dessus.
- Les cellules des transformateurs auxiliaires.
- Le local des batteries d'accumulateurs à 110 et 48 V.
- Les locaux administratifs, dortoirs, etc.
- Une installation de télécommande de réseau à fréquence audible.

4. Les installations de télétransmission

La commande à distance de chacun des postes de transformation dépendant du centre d'exploitation de Rolle nécessite un appareillage fort complexe, qui doit assumer notamment, pour chaque poste à 40/13 kV, les fonctions que voici :

Emission, dans le sens du centre d'exploitation au poste télécommandé de 456 ordres de manœuvre.
Emission, dans le sens du poste télécommandé au centre d'exploitation, de 740 signalisations et alarmes ;
transmission, dans le sens du poste télécommandé au centre d'exploitation, de 6 indications de tensions et d'intensités pouvant être choisies, selon les besoins parmi 110 mesures relevées sur place.

En ce qui concerne les futurs postes à 125/40/13 kV, on table sur la transmission d'environ 750 ordres, 1000 signalisations et 20 mesures simultanées.

Pour les trois premiers postes télécommandés — poste de Bussigny (fig. 8), mis récemment en service, poste de Morges, en cours de transformation, poste d'Eysins, en voie de réalisation — la CVE a utilisé l'appareillage suivant :

a) Commande à distance

Un dispositif à chaînes de relais du type téléphonique a été adopté à cet effet. Ce système, schématisé par la figure 9, a été éprouvé par une longue expérience et offre un degré de sécurité élevé, avec des frais d'entretien très réduits.

Le principe adopté pour la transmission est le suivant :

Chaque ordre, chaque signalisation sont caractérisés par l'émission d'un télégramme particulier, composé d'impulsions de 80 ms, séparées par 15 pauses de 80 ms

et 3 pauses de 180 ms ; l'emplacement des 3 pauses de 180 ms dans la suite des impulsions définit exactement la fonction à exécuter ; avec ce code « 3 de 18 », le nombre maximal de combinaisons est égal à :

$$\frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} = \frac{18 \cdot 17 \cdot 16}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 816$$

À la réception, un décodeur transforme le télégramme reçu en ordre correspondant ; pour assurer un haut degré de sécurité et éviter en particulier l'aiguillage erroné d'un ordre ou d'une signalisation, l'on prend les dispositions suivantes :

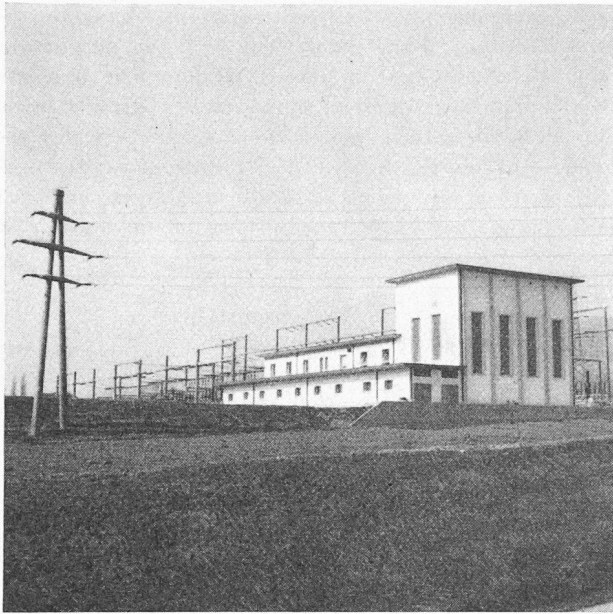


Fig. 7. — Bâtiment de service.

- Contrôle de la durée des impulsions.
- Contrôle de la durée des pauses longues.
- Comptage du nombre des pauses longues et des pauses courtes.

Un écart trop grand dans la durée des impulsions ou des pauses, un nombre inexact des pauses courtes et longues bloque l'exécution de tout ordre ou l'enregistrement de toute signalisation ; en ce qui concerne le temps de transmission, il est de 4,5 secondes par ordre.

b) *Télémesure*

On a eu recours à cet effet à des installations du type numérique, à permutation cyclique, permettant de transmettre un nombre élevé d'informations sur un canal de transmission étroit. Il serait possible de passer

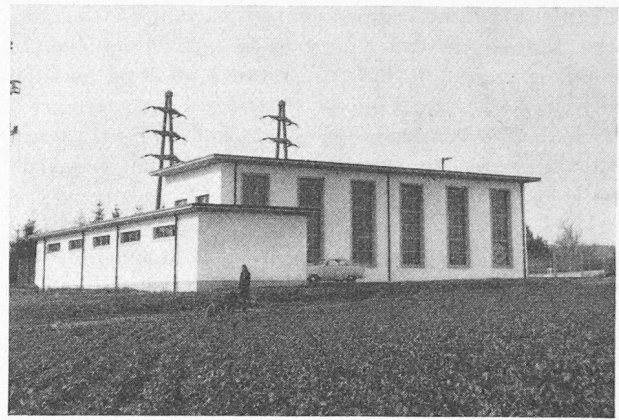


Fig. 8. — Poste télécommandé à 40/13 kV de Bussigny.

jusqu'à 48 termes, à une cadence de 45 ms par terme, sur une bande de 360 Hz. On s'est limité toutefois à 8 termes par cycle pour les postes à 40/13 kV.

Un sélecteur électronique (voir fig. 10) aiguille successivement les valeurs à mesurer — prélevées sous forme de courants continus variant de 0 à 5 mA — sur un convertisseur à bascules, muni de mémoires de transit, qui transforme les grandeurs analogiques en valeurs numériques (code binaire), avec des gradins de $1/256$ de l'échelle de mesure. Chaque information est transmise sous forme d'une suite d'impulsions codées qui, à la réception, sont enregistrées sur des mémoires primaires à l'aide d'un dispositif à portes, puis aiguillées sur les mémoires secondaires propres à chaque terme de mesure. A chacune d'elle est associé un convertisseur numérique-analogique, qui livre finalement, au centre

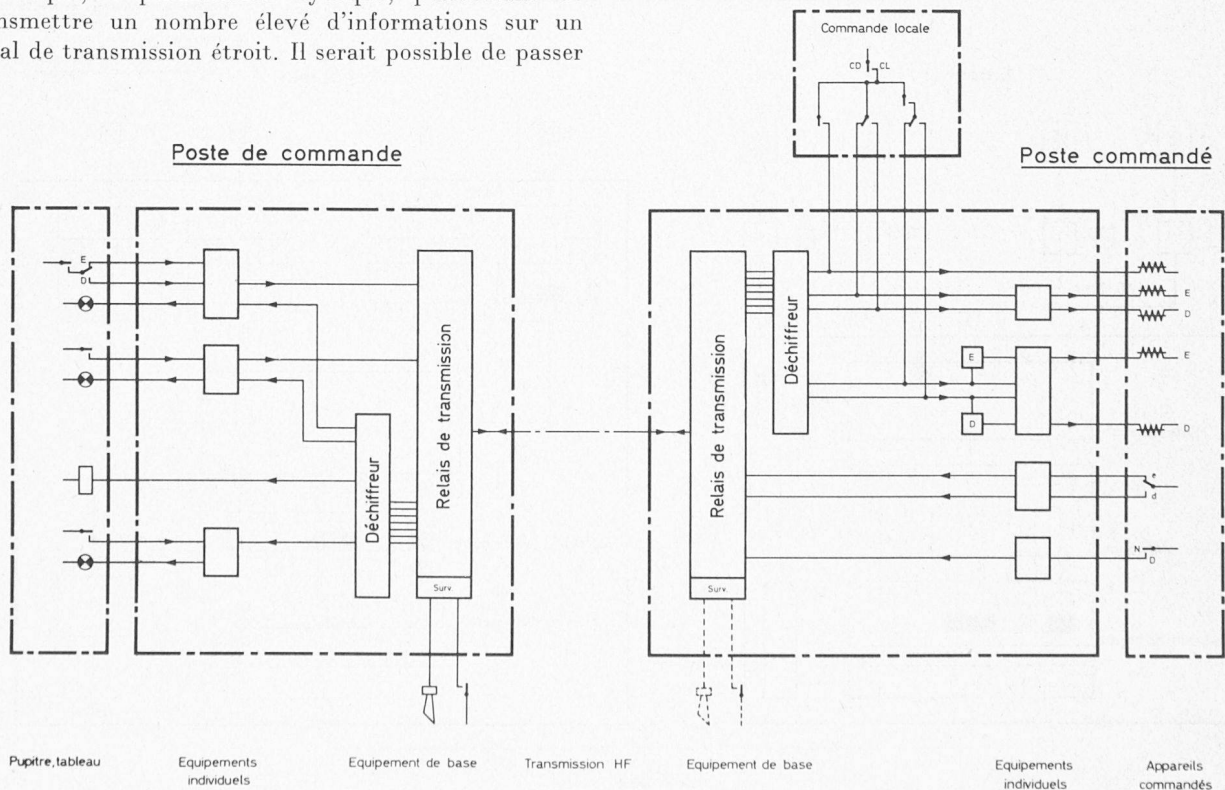


Fig. 9. — Schéma de principe d'une installation de télécommande.

d'exploitation, un courant continu variant de 0 à 5 mA, égal à celui mesuré à la station télécommandée. La mesure par gradins de $\frac{1}{256}$ conduit à un écart maximal d'environ 0,4 % ; l'imprécision des convertisseurs à l'émission et à la réception ajoute une erreur d'environ 0,1 % ; la précision totale de 0,5 % du canal de mesure est donc excellente.

Les installations de télémesure des postes à 40/13 kV dépendant du centre d'exploitation de Rolle sont utilisées comme suit :

- Trois tensions et six intensités peuvent être aiguillées, à choix, sur quatre appareils enregistreurs.
- Une tension et une intensité, prises parmi 110 valeurs, peuvent être lues sur un voltmètre et un ampèremètre indicateurs.

Le choix de ces valeurs est commandé à distance, depuis Rolle. Un jeu de lampes de signalisation permet de déterminer les valeurs télémesurées et les instruments à utiliser pour leur lecture.

c) Canaux de télétransmission

Vu les distances séparant le centre d'exploitation de Rolle des postes à piloter — 18 km pour celui de Morges, 22 km pour Bussigny, 13 km pour Eysins — la pose de câbles spéciaux pour transmettre les commandes, les signalisations et les mesures n'entre pas en ligne de compte. Restent les deux solutions suivantes :

- Location de lacets téléphoniques à l'administration.
- Etablissement de liaisons à haute fréquence.

La première solution est intéressante, sur le plan économique, pour les liaisons relativement courtes ; la seconde, dont le coût est indépendant de la distance,

est avantageuse pour les longues liaisons. Mais d'autres considérations entrent également en ligne de compte pour le choix du type de liaison : disponibilité de lacets téléphoniques, détours effectués par les circuits loués par l'administration, possibilité d'attribution de fréquences porteuses, sécurité des transmissions, etc.

Pour le raccordement du poste de Morges, un lacet téléphonique a été loué, avec utilisation suivante de la bande de fréquence disponible :

- Sens Rolle-Morges
 - téléphone : 300 - 2000 Hz
 - télécommande : 2460 ± 60 Hz
- Sens Morges-Rolle
 - téléphone : 300 - 2000 Hz
 - signalisation : 2700 ± 60 Hz
 - télémesure : 3060 ± 180 Hz

En ce qui concerne le poste de Bussigny, une liaison à haute fréquence a été retenue. Un courant porteur est injecté à Rolle, à travers un condensateur d'isolement, dans une des lignes à 40 kV reliant cette station au poste de Bussigny. Une seconde fréquence porteuse est injectée dans la même artère à Bussigny. Les deux courants sont modulés par les impulsions codées des installations de télémesure et de télécommande, ainsi que par les courants microphoniques du téléphone.

Les plages de fréquence utilisées sont les suivantes :

- Sens Rolle-Bussigny
 - porteuse : 284 kHz
 - téléphone : 300 - 2000 Hz
 - télécommande : 2700 ± 60 Hz
- Sens Bussigny-Rolle
 - porteuse : 288 kHz
 - téléphone : 300 - 2000 Hz
 - signalisation : 2700 ± 60 Hz
 - télémesure : 3060 ± 180 Hz

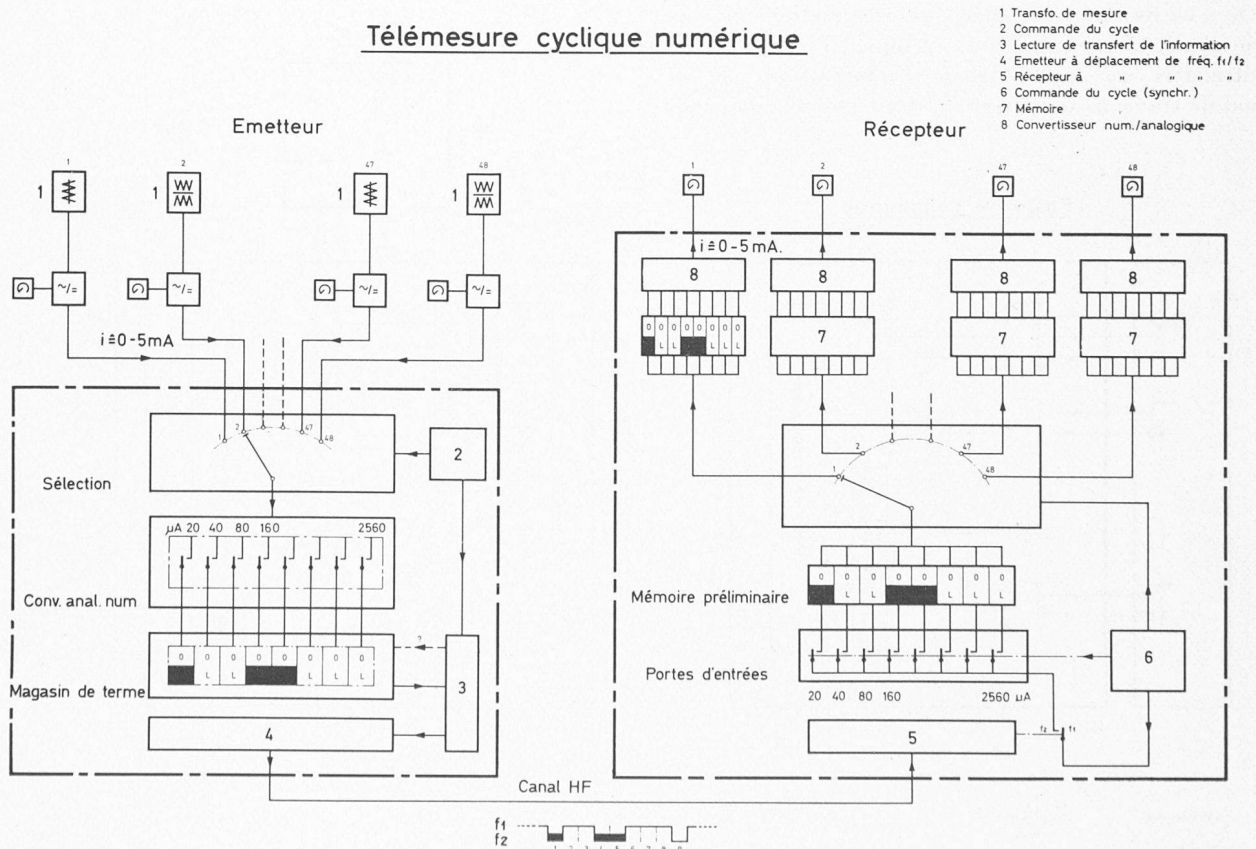


Fig. 10. — Schéma de principe d'une installation de télémesure.

L'appareillage de transmission HF est du type à bande latérale unique, qui permet d'utiliser au mieux les étroites plages de fréquence réservées aux entreprises électriques.

La figure 11 montre l'intégration du centre d'exploitation de Rolle dans le réseau des télétransmissions de la CVE.

5. Télécommande de réseau

Il est prévu d'équiper les réseaux dépendant du centre d'exploitation de Rolle de dispositifs de télécommande centralisée.

Rappelons brièvement le principe de fonctionnement et l'utilité de telles installations :

Des impulsions codées — à 485 Hz dans le cas de la CVE — sont injectées dans les stations à haute tension au moyen de transformateurs de couplage alimentés par des groupes convertisseurs appropriés et se propagent jusque dans les réseaux à 380/220 V. Ces impulsions agissent sur des récepteurs — dits télérelais — installés chez les abonnés et permettent l'exécution d'ordres divers, tels qu'enclenchement et déclenchement des chauffe-eau, des fours de boulangers, de l'éclairage public, etc.

Trois installations émettrices sont actuellement en service dans les postes de Rolle, Morges et Bussigny. Elles sont commandées localement par une horloge à programme. Il est, de plus, possible de contrôler en tout temps — par un tableau synoptique monté au poste de commande du centre d'exploitation — les ordres passés par les différentes installations et de les modifier en cas de nécessité (suppression du blocage des chauffe-eau lors de production d'énergie excédentaire, délestage de certains groupes de consommateurs en cas de perturbation, etc.).

6. Dispositifs de protection et de réglage

La protection de l'appareillage est assurée de la manière suivante :

a) Pour les transformateurs principaux

Les transformateurs principaux du poste de Rolle et des postes télécommandés sont munis des dispositifs classiques de protection, notamment de détecteurs de gaz type Buchholz, de protections différentielles, thermiques, à maximum d'intensité, etc.

b) Pour les lignes à haute et moyenne tension

Ces artères sont munies d'organes de protection offrant les possibilités suivantes :

- Lignes à 125 kV (réseau maillé) : protection directionnelle de distance, avec caractéristique temps-distance à gradins. Une telle protection permet, rappelons-le, de déclencher sélectivement, en $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de seconde l'artère touchée par un court-circuit dans un réseau maillé, et de servir également de réserve de protection, avec un temps d'intervention plus long, en cas de défaut sur une ligne voisine et de non-déclenchement d'un de ses disjoncteurs. Cette protection a été complétée, à Rolle, par un dispositif de réenclenchement automatique lent (temporisation de 5 secondes). La reprise du service après un défaut momentané est ainsi notablement accélérée. Vu la possibilité de perte de synchronisme, on a renoncé au réenclenchement rapide aux deux extrémités des lignes.
- Lignes à 40 kV (réseau maillé) : protection directionnelle de distance analogue à celle des lignes à 125 kV. Cette protection est complétée par un dispositif de réenclenchement rapide, avec prolongation de gradin. Un tel système permet de réduire normalement à quelques dixièmes de

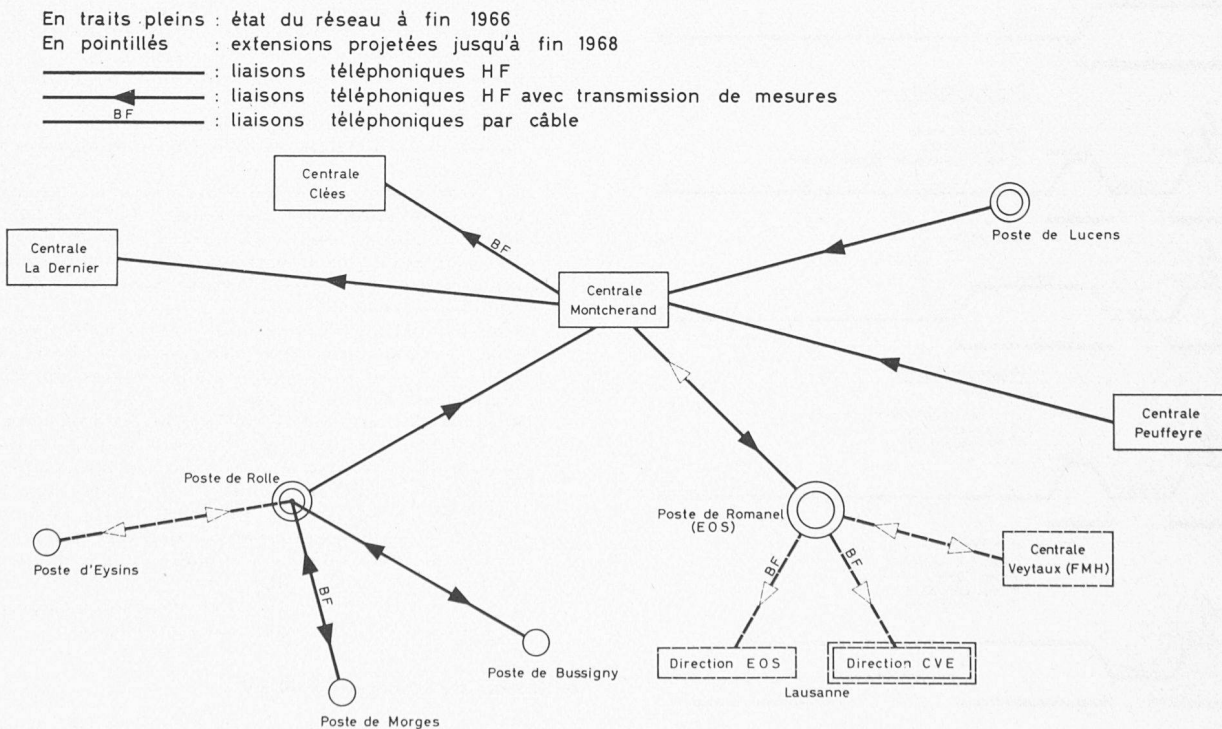


Fig. 11. — Intégration du centre d'exploitation de Rolle dans le réseau des télécommunications HF de la CVE.

seconde le temps d'une coupure lors d'un court-circuit passager. Etant donné que ce genre de défaut, dû au givre, aux oiseaux, etc., est la cause d'environ huit déclenchements sur dix, on réduit ainsi notablement la durée des mises hors service accidentelles de lignes.

- Lignes à 13 kV (réseau en étoile) : la CVE a mis au point pour les réseaux à 13 kV dépendant de Rolle, un système de protection permettant, selon le programme ajusté et l'importance du courant de court-circuit, de procéder automatiquement à un ou deux réenclenchements après un déclenchement accidentel (fig. 12) ; la temporisation des opérations dépend également de l'importance des courants de court-circuit. Ce dispositif, qui permet de réduire au minimum la durée des coupures sur les lignes de distribution à 13 kV, tout en limitant les dégâts par surchauffe du matériel, a donné d'excellents résultats jusqu'à ce jour. Il est également utilisé pour la localisation des mises à terre accidentelles.

En ce qui concerne le réglage de tension, il est assuré comme suit : un régulateur de tension à impulsions, alimenté par un transformateur de mesure raccordé aux enroulements à 13 kV d'un des transformateurs principaux de Rolle commande les insérateurs de prises branchés du côté neutre des enroulements à 125 kV. La tension 13 kV des barres de Rolle est ainsi stabilisée, dans une plage d'environ $\pm 1,2\%$ autour de sa valeur

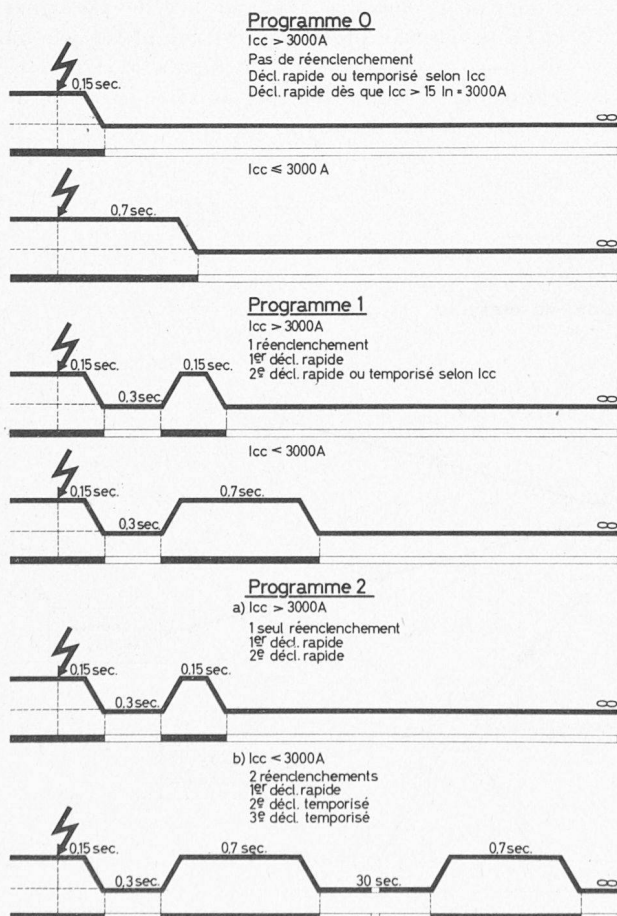


Fig. 12. — Fonctionnement des dispositifs de protection des lignes à 13 kV.

de consigne. Un léger compoundage compense de plus une partie des chutes de tension dans les lignes de distribution. La tension des barres à 40 kV de Rolle suit naturellement les fluctuations de la tension 13 kV, aux différences des chutes de tension près dans les enroulements des transformateurs.

Dans les postes télécommandés, la tension à 13 kV est également réglée automatiquement, par l'intermédiaire de régulateurs à impulsions et des insérateurs de prises montés dans les enroulements primaires des transformateurs. Elle peut être aussi modifiée à distance, sur intervention du centre de Rolle, soit momentanément, soit de manière permanente par changement de la consigne.

Un choix judicieux des temporisations et des insensibilités de l'appareillage permet de coordonner la marche des insérateurs des transformateurs de Rolle avec celle des transformateurs des postes télécommandés.

7. Problèmes relatifs à la sécurité et à la permanence du service

L'industrie, l'artisanat, les foyers domestiques sont de plus en plus tributaires de l'énergie électrique. Toute panne d'alimentation a pour conséquence des inconvénients fort gênants, tout particulièrement pour les fabriques et les ateliers ; pour nombre d'abonnés, une interruption de quelques secondes dans la fourniture du courant électrique nécessite une longue remise en train de la fabrication, avec d'importantes pertes de production. Une coupure plus longue conduit à une véritable paralysie de l'activité.

Pour ses nouvelles installations, la CVE — poursuivant les efforts entrepris depuis 1945 — a pris, en conséquence, une série de précautions, afin d'assurer un service aussi sûr que possible, à savoir :

- L'alimentation par trois lignes à 125 kV du poste de Rolle et par deux ou trois artères à 40 kV pour chacun des postes télécommandés, alors qu'une seule ligne serait momentanément suffisante.
- Des protections sélectives sur les lignes à 125 et 40 kV.
- Des dispositifs de réenclenchement automatique sur les lignes à haute et moyenne tension.
- Deux jeux de barres collectrices dans les postes principaux.
- Un transformateur de réserve, complètement installé, dans le poste de Rolle et dans chacun des postes télécommandés.
- Un réseau de télécommunication spécial reliant les postes télécommandés au centre d'exploitation de Rolle et celui-ci aux diverses centrales de la CVE.
- Des sources de tension indépendantes (batteries d'accumulateurs et groupes convertisseurs) pour l'alimentation des services de secours.
- Une installation automatique d'extinction d'incendie pour les transformateurs principaux de Rolle, avec réservoir d'eau indépendant, mis en pression par de l'anhydride carbonique (fig. 13).
- Des installations de détection des foyers d'incendie par contrôle des éventuels gaz de combustion ; des détecteurs appropriés sont montés dans les locaux abritant l'appareillage de commande et de protection, ainsi que dans les postes de couplage intérieurs ; la combustion de quelques grammes de matières isolantes et notamment de papier ou d'huile suffit à mettre en route les sonneries d'alarme.
- Des dispositifs de verrouillage électrique empêchant la manœuvre sous charge des sectionneurs.

8. Réseau de transport à 40 kV

La mise en service du poste à 125 kV de Rolle a conduit à scinder en deux l'ancien réseau à 40 kV de la

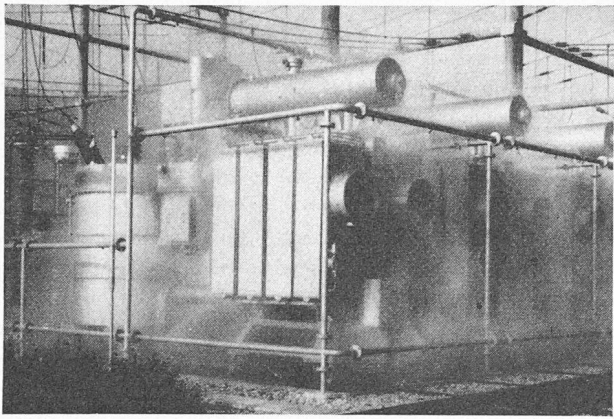


Fig. 13. — Essai de l'installation automatique d'extinction d'incendie des transformateurs, à eau et anhydride carbonique.

CVE et à réaliser de nouvelles artères. C'est ainsi que de 1964 à 1967, plus de 100 km de lignes triphasées auront été construits. Au lieu des pylônes métalliques usuels, il a été fait systématiquement usage de mâts en béton armé centrifugé (fig. 14), même pour les plus grandes portées (jusqu'à 520 m). Ce type de support est moins gênant pour l'agriculture, plus discret en ce qui concerne l'esthétique, tout en étant plus avantageux sur le plan économique. Les conducteurs sont en alliage d'aluminium (corde d'aldrey de 240 mm² de section) et les câbles parafoudres en acier (corde de 60 mm² de section).

9. Plan d'extension

La décision de construire le nouveau poste de Rolle, le centre d'exploitation et les premiers postes télécommandés a été étayée par une étude générale du développement de l'alimentation de la zone s'étendant de la frontière Vaud-Genève à l'embouchure de la Venoge. Un plan directeur (fig. 15) a été établi. Sa réalisation,

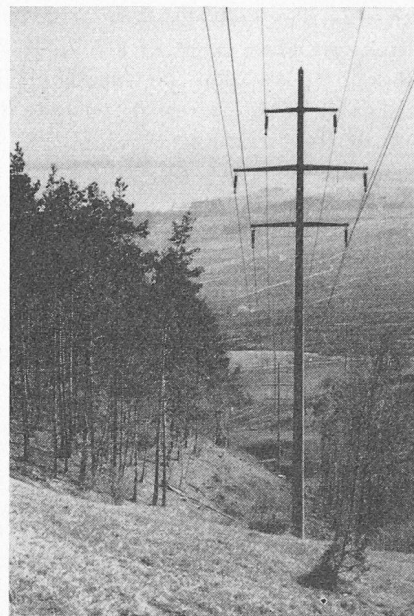


Fig. 14. — Mât en béton armé centrifugé de la ligne à 40 kV Rolle-Bussigny.

par étapes, doit permettre de résoudre les problèmes de distribution d'énergie sous haute tension dans la région précitée, sans construction de nouvelles artères importantes, pendant plusieurs décennies. Un accroissement de la consommation de 5 à 6 % par an a été pris en considération.

10. Coût des installations

La réalisation du centre d'exploitation de Rolle (avec ses installations de commande à distance) et du poste de transformation à 125/40/13 kV a provoqué une dépense d'environ 8 millions de francs.

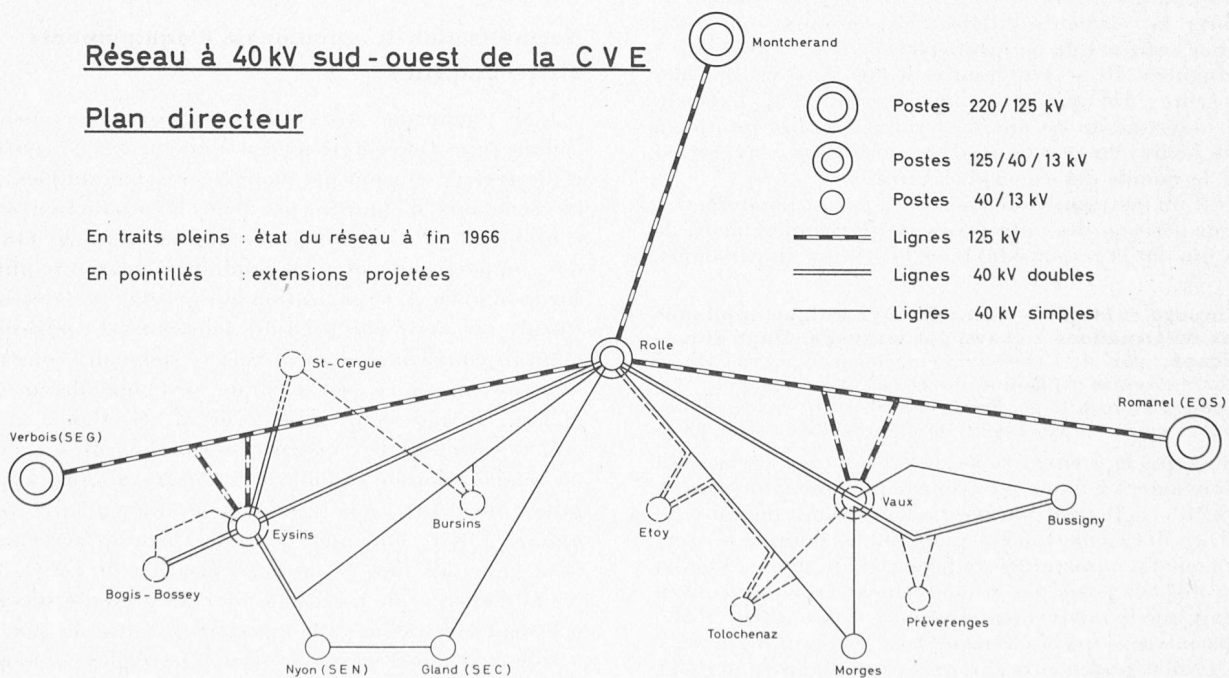


Fig. 15. — Plan directeur du réseau à 40 kV sud-ouest de la CVE.

La construction des nouvelles artères à 40 kV, des postes de transformation à 40/13 kV de Bussigny et d'Eysins, la refonte de celui de Marcelin-sur-Morges entraînent, d'autre part, des investissements de l'ordre de 8 millions de francs également.

On peut, de plus, préciser que la CVE a dépensé de 1960 à 1965, pour le renforcement des réseaux à moyenne et à basse tension dépendant du poste de Rolle, environ 11 millions de francs.

Relevons encore qu'indépendamment des gros avantages techniques apportés par les nouvelles installations à haute tension, il en résulte une économie considérable sur les pertes de transport et de transformation (gain de plus de 200 000 fr. en 1965).

BIBLIOGRAPHIE

Les ratios sociaux. Essai de mesure du climat social de l'entreprise. Ouvrage collectif de l'Association française des conseillers de direction (AFCOD). Paris 17^e (9, rue de Thann), Les Editions d'organisation, 1966. — Un volume 15×24 cm, 164 pages, 7 figures. Prix : broché, 20 F.

S'il est assez facile de définir et de concevoir un ratio social comme « un rapport significatif de la valeur de deux éléments caractéristiques du statut des salariés dans une entreprise », il peut sembler excessif d'y voir un moyen de mesurer le climat social.

Cependant, le salarié attend du statut qu'on lui accorde, corollaire du travail qu'il fournit, la satisfaction de ses besoins. Il y a un lien entre le degré de satisfaction et le climat social ; la seule remarque que l'on puisse faire est que ce lien n'est pas absolu, peut-être parce que la satisfaction est un sentiment essentiellement individuel alors que la notion de climat social est collective.

Si les salariés jugent que, par rapport à leurs capacités et à l'emploi qui en est fait, les salaires qu'ils reçoivent sont convenables, leur sens de l'équité est satisfait. Une des conditions d'un bon climat social existe, sans qu'il soit possible d'affirmer, pour autant, que ce climat soit établi.

Les auteurs de cet ouvrage n'ont donc pas essayé de mesurer les éléments intellectuels, moraux, spirituels, tels que satisfaction ou insatisfaction, leur expression et ses nuances. Ils se sont limités à des faits susceptibles de mesure : dire que l'absentéisme est de 3 %, l'ancienneté moyenne de six ans, le temps de trajet quotidien d'une heure vingt minutes, ce n'est pas s'aventurer dans le monde des concepts abstraits.

C'est un instrument de travail qu'ils ont voulu mettre à la disposition des entreprises et, particulièrement, de ceux qui ont la responsabilité de la gestion du personnel.

Estampage et forge. — Tome II: Dynamique appliquée aux déformations à chaud par forgeage, filage et matriçage, par A. Chamouard, ingénieur A. et M., directeur du centre technique du Syndicat national de l'estampage et de la forge. Paris, Dunod, 1966. — Un volume 16×25 cm, x + 346 pages, 186 figures. Prix : relié, 38 F.

Alors que le premier tome de cet ouvrage envisageait le mouvement comme un événement imminent (démarage) ou strictement parvenu à son terme (immobilisation), ce deuxième tome a pour but de fournir les renseignements numériques indispensables pour résoudre les problèmes posés par le mouvement et de les utiliser. Du fait que le mouvement engendre à la fois des frottements internes qui s'accroissent en fonction de la rapidité, et des frottements externes peu influencés par elle, la séparation des effets s'impose. En conséquence, l'ouvrage comprend trois parties :

11. Conclusion

Par la création du centre d'exploitation de Rolle, la construction des nouveaux postes de transformation et des artères à haute tension qui en dépendent, par le renforcement des réseaux à moyenne et à basse tension, par l'étude d'un plan directeur valable pour plusieurs décennies, la Compagnie Vaudoise d'Electricité a accompli, tant sur le plan technique qu'économique, un effort considérable. Il va permettre d'assurer l'alimentation d'une région importante du canton de Vaud, avec un haut degré de sécurité, malgré l'existence de longues lignes aériennes, fort exposées aux perturbations atmosphériques.

- L'étude des frottements externes au cours des opérations de formage.
- La dynamique des écoulements lents de longue durée.
- La dynamique des écoulements rapides de courte durée.

Chacune de ces parties possède un intérêt propre, mais constitue aussi un enchaînement logique.

La représentation vectorielle des réactions exercées par les parois sur la matière contenue rattache l'étude du matriçage à la mécanique rationnelle. L'étude particulière d'une opération d'estampage, décomposée en phases, tant sur presse que sur marteau-pilon, en est rendue possible. On trouve également dans ce livre l'analyse des causes d'un insuccès momentané et le choix des remèdes dont il est possible de prévoir l'efficacité et qui transforment l'insuccès en réussite.

Cet ouvrage devrait permettre aux praticiens de comprendre les phénomènes mystérieux mis en jeu, mais il s'adresse surtout à ceux qui veulent devenir des techniciens de formage. A noter que le niveau des connaissances requises n'excède pas celui du baccalauréat technique ou mathématique.

DIVERS

Normalisation internationale d'équipements d'air comprimé

L'air comprimé trouve une utilisation croissante comme source d'énergie pour des opérations de contrôle et de réglage et pour des mouvements mécaniques. Or, les acheteurs d'équipements pour la production et la consommation d'air comprimé désirent pouvoir établir des comparaisons entre les produits concurrents offerts sur le marché. L'Organisation européenne de fabricants Pneurop (Comité européen des fabricants d'équipement pour air comprimé), dont la Société suisse des constructeurs de machines est membre, s'occupe depuis des années — sous la présidence de M. H. Bauer, de la S.A. des Ateliers de Construction Burekhardt, à Bâle — de l'élaboration de recommandations techniques appropriées ainsi que de la rédaction de dictionnaires techniques. Les recommandations de Pneurop servent de base pour des projets de normalisation de l'ISO. Des règles d'essai et de réception pour les produits suivants ont déjà été publiées : compresseurs à piston, pompes à vide et récipients sous pression. Des règles correspondantes pour des outils pneumatiques et pour des compresseurs dynamiques seront édités prochainement. En