

Les postes transformateurs de Rolle et de Nyon de la Compagnie vaudoise des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe

Autor(en): **Golay, R.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **73 (1947)**

Heft 20

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-55150>

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

ABONNEMENTS :Suisse : 1 an, 20 francs
Etranger : 25 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 17 francs
Etranger : 22 francsPrix du numéro :
1 Fr. 25Pour les abonnements
s'adresser à la librairie
F. Rouge & C^{ie}, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève ; Vice-président : G. EPITAUX, architecte, à Lausanne ; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; P. JOYE, professeur ; *Vaud* : MM. F. CHENAU, ingénieur ; † E. ELSKES, ingénieur ; E. D'OKOLSKI, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. MARTIN, architecte ; E. ODIER, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; G. FURTER, ingénieur ; R. GUYE, ingénieur ; *Valais* : M. J. DUBUIS, ingénieur ; D. BURGNER, architecte.

RÉDACTION : D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

Publicité :
TARIF DES ANNONCESLe millimètre
(larg. 47 mm.) 20 cts.
Réclames : 60 cts. le mm.
(largeur 95 mm.)
Rabais pour annonces
répétées.ANNONCES-SUISSES S.A.
5, rue Centrale Tél. 2.33.26
LAUSANNE
& Succursales.**CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE**

A. STUCKY, ingénieur, président ; M. BRIDEL ; G. EPITAUX, architecte ; R. NEESER, ingénieur.

SOMMAIRE : *Les postes transformateurs de Rolle et de Nyon de la Compagnie vaudoise des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe* (suite et fin), par R. GOLAY, ingénieur. — Société suisse des ingénieurs et des architectes : *Groupe professionnel des architectes pour les relations internationales ; Communiqué.* — **LES CONGRÈS :** *Assemblées générales de l'Association suisse des électriciens et de l'Union des Centrales suisses d'électricité.* — **BIBLIOGRAPHIE.** — **CARNET DES CONCOURS.** — **SERVICE DE PLACEMENT.** — **NOUVEAUTÉS, INFORMATIONS.**

Les postes transformateurs de Rolle et de Nyon

de la Compagnie vaudoise des Forces motrices des lacs
de Joux et de l'Orbe

par R. GOLAY, ingénieur

(Suite et fin)¹

621.316.262 (494)

Le poste transformateur de Rolle**L'appareillage à 13 kV.**

L'équipement à 13 kV est isolé pour une tension de 15 kV à 25 kV suivant les appareils.

Les trois jeux de barres, ainsi que les connexions des transformateurs, sont constitués par des bandes de cuivre plat de 34 × 4 mm de section. Les connexions à l'auto-transformateur comprennent des câbles unipolaires sous plomb, à conducteur en cuivre de 150 mm², isolés au papier imprégné. Tous les autres circuits sont exécutés avec du fil de cuivre de 8 mm de diamètre.

1. *Les disjoncteurs* (fig. 9) sont tous tripolaires, à bain d'huile, à cuve rectangulaire et commande par volant, à l'exception des deux disjoncteurs de l'auto-transformateur, qui sont à cuve ronde. Les disjoncteurs des départs Morges, Belle-Fontaine, Rolle-Ville, Nyon et Saint-Cergue 13 kV, sont munis d'un dispositif de réenclenchement automatique par ressort.

Les caractéristiques de ces différents disjoncteurs sont :

Pour les lignes Morges, Belle-Fontaine, Rolle-Ville, Nyon, Saint-Cergue, Gimel et le couplage :

Pouvoir de rupture	200 000 kVA
Tension nominale	25 kV (essai 70 kV)
Intensité nominale	400 ampères

Pour la ligne de réserve et les barres auxiliaires :

Pouvoir de rupture	160 000 et 200 000 kVA
Tension nominale	15 kV (essai 55 kV)
Intensité nominale	250 ampères

Pour les transformateurs de 2400 kVA :

Pouvoir de rupture	env. 60 000 kVA (sans ch. d'extinction)
Tension nominale	19 kV (essai 64 kV)
Intensité nominale	250 ampères

Pour l'auto-transformateur :

Pouvoir de rupture	200 000 kV
Tension nominale	25 kV (essai 70 kV)
Intensité nominale	400 ampères

2. *Les sectionneurs* tripolaires, fort nombreux, pour les lignes et les barres, sont à commande par perche isolante ; leur intensité nominale varie de 200 à 400 ampères suivant les circuits (fig. 10).

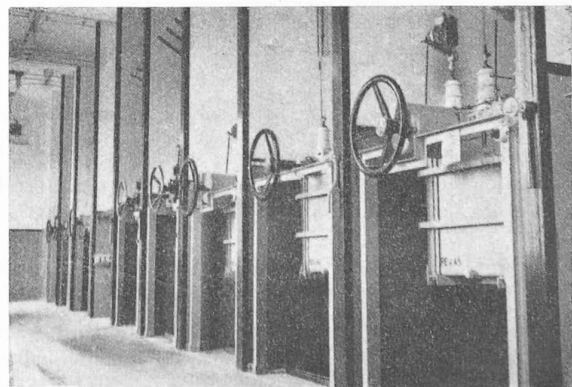


Fig. 9. — Poste de Rolle. Disjoncteurs 13 kV de lignes.

¹ Voir *Bulletin technique* du 30 août 1947.

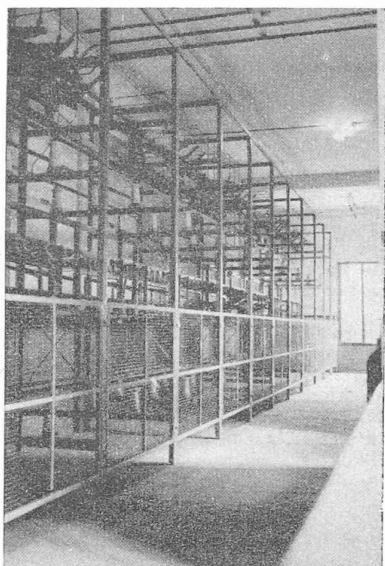


Fig. 10. — Poste de Rolle. Sectionneurs et barres 13 kV.

3. Les deux transformateurs d'intensité à bain d'huile, placés sur les connexions de l'auto-transformateur, pour la protection et le réglage de tension, sont à un seul noyau.

Leur rapport de transformation est de 350/5 ampères
 pour une puissance de 10 VA en classe 0,5

4. Deux jeux de transformateurs de tension unipolaires sont installés sur les barres entre phases et terre, l'un sur les barres non réglées, l'autre sur les barres réglées, pour le contrôle de la tension et son réglage. Ces appareils, servant en outre de bobines d'écoulement, répondent aux données suivantes :

Rapport de transformation 13 500/110 volts
 Puissance 800 VA
 Classe 0,5

5. Le transformateur triphasé des services auxiliaires abaisse la tension de 13 000 volts à 380/220 volts. Il a

Une puissance de 50 kVA
 Un rapport de transformation de 13 000/399-411-423-435 volts (tension composée)
 Un couplage primaire en étoile
 Un couplage secondaire en zig-zag avec neutre sorti

Ce transformateur est un appareil du type normal, de station transformatrice, de la Compagnie vaudoise.

6. Les parafoudres sont montés sur consoles, en façade (fig. 3). Ils jouent leur rôle de soupape pour les ajustages suivants :

Pouvoir d'écoulement 4000 ampères
 Tension d'amorçage 39 kV (val. efficace)
 Tension résiduelle au choc normal pour 4000 ampères 55 kV (val. amplitude)

On remarque que les caractéristiques de ces parafoudres sont coordonnées avec l'isolement de l'installation. (Tension minimum de contournement 110 kV.)

Les tableaux, l'appareillage auxiliaire, les dispositifs de contrôle et de protection.

Un espace au rez-de-chaussée de l'installation est réservé pour le poste de commande et de contrôle, dans lequel sont disposés deux tableaux, l'un pour le système à 40 kV, l'autre pour le système à 13 kV et les services auxiliaires.

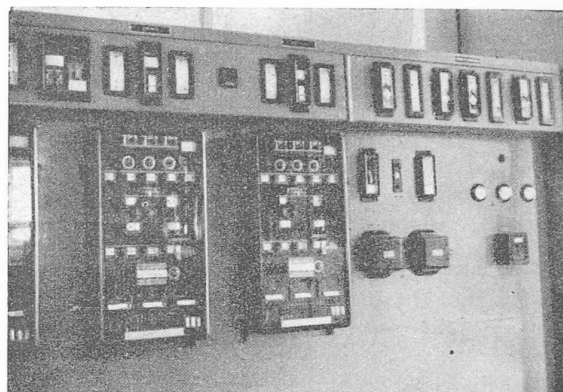


Fig. 11. — Poste de Rolle. Tableau 40 kV.

1. Le tableau 40 kV (fig. 11) comprend cinq panneaux : trois pour les lignes et deux pour les transformateurs de 2400 kVA et les barres. Sur les panneaux des transformateurs et des barres se trouvent :

- a) deux ampèremètres et un voltmètre avec commutateur,
- b) quatre relais thermiques et deux contacteurs temporisés pour la protection des transformateurs, contre les surcharges et les courts-circuits,
- c) un relais de signalisation pour les thermomètres des transformateurs,
- d) deux coffrets thermiques pour les groupes ventilateurs,
- e) trois lampes branchées entre phases et terre pour détecter l'existence d'un défaut à la terre sur le réseau à 40 kV,
- f) un coffret de protection pour les circuits secondaires des transformateurs de tension,

Le panneau de chacune des lignes comprend :

- a) un ampèremètre et un voltmètre,
- b) un relais directionnel de terre,
- c) un dispositif de protection contre les courts-circuits.

Un contacteur temporisé et un relais de tension de point neutre sont placés en commun pour les trois lignes.

Le réseau à 40 kV de la Compagnie vaudoise fonctionne avec le point neutre, relié à la terre, par une bobine d'extinction installée à l'usine de La Dernier, pour compenser le courant capacitif lors d'un défaut à la terre, et permettre le maintien de l'exploitation dans ce cas. Il est cependant très important de pouvoir localiser le plus rapidement possible le lieu du défaut. Ce résultat est obtenu par les indications de relais directionnels, soumis à la tension homopolaire et au courant résiduel du réseau. En service normal, cette tension et ce courant sont nuls, tandis que lors d'un défaut à la terre, la tension homopolaire peut atteindre la valeur de la tension simple du réseau, et qu'un faible courant résiduel subsiste dans le défaut. Pour assurer le fonctionnement des relais directionnels, on fait alors circuler pendant quelques instants un courant résiduel ohmique, grâce à l'enclenchement d'une résistance de point neutre, installée à l'usine de La Dernier.

Pour assurer la protection contre les courts-circuits, on utilise des relais de distance, dont la temporisation de fonctionnement est graduée, en fonction de la distance séparant l'installation du lieu du court-circuit. Avec ces appareils fort complexes, une protection sélective est assurée, même pour un réseau bouclé tel que celui de la Compagnie vaudoise, en ce sens que, quel que soit le genre de courts-circuits (courts-circuits bipolaires ou tripolaires, mises à terre doubles), seuls fonctionnent les relais les plus rapprochés du défaut. La ligne défectueuse est alors mise très rapidement hors-

service, à l'exclusion des autres lignes, qui continuent à alimenter les postes de transformation, sans qu'il y ait eu interruption de courant.

2. Le tableau 13 kV et des services auxiliaires comporte quatre panneaux : un pour les barres, un pour l'auto-transformateur de 7000 kVA, les deux autres pour le courant triphasé à 380/220 volts et le courant continu à 60 volts (fig. 12).

Le panneau des barres à 13 kV comprend simplement :

- a) trois voltmètres pour les barres réglées et non réglées, dont l'un est un enregistreur,
- b) trois lampes de terre décelant les défauts à la terre sur le réseau à 13 kV alimenté par les transformateurs du poste de Rolle.

Sur le panneau de l'auto-transformateur à gradins on trouve :

- a) un ampèremètre,
- b) deux relais thermiques avec un contacteur temporisé, pour la protection contre les surcharges et les courts-circuits.
- c) un régulateur de tension à impulsions, soumis à la tension des barres réglées, avec compoundage en fonction de la charge de l'auto-transformateur. Ce régulateur donne les ordres de manœuvres à la commande du graduateur, lors de fluctuations durables de la tension ou de la charge,
- d) un relais de blocage empêchant toute manœuvre du graduateur lorsque la tension manque sur le régulateur.
- e) un indicateur de position du graduateur.
- f) un coffret pour le moteur de remontage du ressort de la commande du commutateur à gradins,
- g) un commutateur pour passer du réglage à main au réglage automatique,
- h) deux boutons-poussoirs pour la commande à main du graduateur,
- i) une lampe-témoin indiquant une manœuvre du graduateur,
- j) deux rhéostats pour l'ajustage de la consigne de tension du régulateur,
- k) deux relais de signalisation pour le thermomètre et le relais Buchholz de l'auto-transformateur,
- l) un relais de signalisation fonctionnant en cas de panne mécanique du graduateur.

Dans le système à 13 kV, la protection des lignes contre les courts-circuits est assurée par des relais directs à courant maximum et temporisation indépendante du courant. C'est pourquoi il n'y a aucun relais de protection pour les lignes à 13 kV, sur les tableaux.

Les panneaux des services auxiliaires, à courant alternatif et courant continu, comprennent deux systèmes de distribution à 380/220 volts et 60 volts respectivement, avec voltmètre, ampèremètre, coupe-circuit de protection et interrupteurs rotatifs. Un départ spécial par câble alimente les habitations avoisinantes, tandis que les autres départs concernent les services internes : éclairage, commande du graduateur, redresseur et batterie à courant continu, relais et circuits de déclenchement, alarme et signalisation.

Le courant triphasé à 380/220 volts est fourni par le transformateur de 50 kVA, tandis que le courant continu est produit par une batterie d'accumulateurs au cadmium-nickel, de 60 volts et 40 ampères-heures, à 48 éléments. Elle peut fonctionner en marche flottante, avec charge lente et permanente par le redresseur, ou en marche indépendante, avec recharge rapide temporaire.

Tout dérangement ou marche anormale dans l'installation, tel que déclenchement de ligne ou de transformateur, échauffement inadmissible ou dégagement gazeux dans les transformateurs, panne du graduateur, etc. provoque le fonctionnement d'un dispositif d'alarme, qui transmet le signal, par ligne téléphonique, au bureau de la Compagnie à Rolle et au domicile de deux employés. La transmission se fait par superposition au courant téléphonique, d'un courant de signalisation à 50 pér/sec et 70 volts. Ce dispositif d'alarme à distance est absolument nécessaire, du fait que le poste de Rolle n'a pas une surveillance permanente.

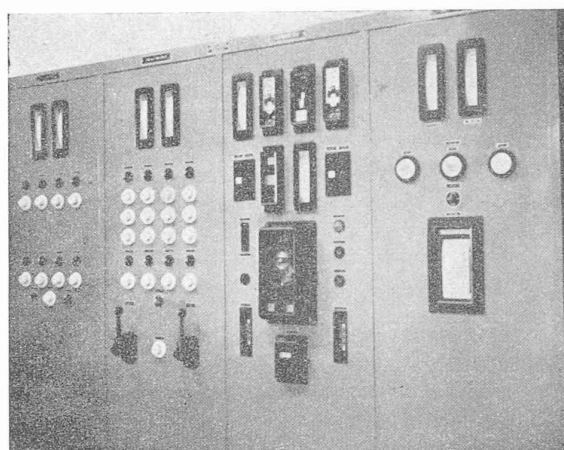


Fig. 12. — Poste de Rolle.
Tableau 13 kV et des services auxiliaires.

Entreprises et fournisseurs.

Les travaux et les fournitures de matériel ont été confiés aux entreprises et fournisseurs suivants : Terrassements et maçonnerie, A. Monod & Fils à Rolle ; Charpente, F. Chaney à Rolle (1942/46), J. Burnier à Rolle (1928) ; Couverture et ferblanterie, J. Bourgeois & Fils à Rolle ; Menuiserie, A. May à Rolle ; Peinture, E. Chanson à Rolle (1928/42), Bonnaz & Rouge à Rolle (1946), G. Demartines à Rolle (1946) ; Rails, chariot, palan, Ateliers de Constructions mécaniques à Vevey ; Charpentes métalliques et volets à rouleaux, F. Ernst à Morges ; Appareillage 40 kV, Brown Boveri à Baden ; C. Maier à Schaffhouse ; Transformateurs de 2400 kVA et auto-transformateur de 7000 kVA, Brown Boveri à Baden ; Appareillage 13 kV, C. Maier à Schaffhouse, Gardy à Genève, Trüb Täuber à Zurich ; Tableaux, Brown Boveri à Baden ; Etude complète, Forces de Joux à Lausanne ; Montage, Forces de Joux à Rolle et Nyon.

Mise en service.

A l'exception de la nouvelle ligne « Rolle-Nyon 40 kV », mise sous tension le 2 mai 1947, l'équipement à 40 kV dans son état actuel, y compris les deux transformateurs de 2400 kVA, est en service régulier depuis 1942. L'installation à 13 kV rénovée, avec les nouveaux tableaux, a été mise en service le 9 février 1947, tandis que l'auto-transformateur à gradins est en fonction depuis le 10 mai 1947. Dès cette date, on constate, comme au poste de Marcelin, l'amélioration considérable réalisée par le réglage automatique de la tension au centre de distribution.

Le Poste transformateur de Nyon.

Disposition et schéma.

Le poste transformateur de Nyon est placé à la croisée des routes de Dullier et de Gland, au lieu dénommé « En Longeraie », sur la commune de Prangins, à la limite séparant cette commune de celle de Nyon. Le bâtiment, complètement neuf, comprend un corps principal de 18,65 × 9,65 m, dans lequel sont installés les deux transformateurs et l'appareillage à 40 kV ; un deuxième corps de bâtiment raccordé à angle droit sur la partie principale, sert de logement à l'équipement à 13 kV, au poste de commande et aux installations auxiliaires (fig. 13 et 14). Ce bâtiment est de lignes sobres et harmonieuses. Le soubassement en pierres taillées donne à l'ensemble une note cossue, et les grandes fenêtres en béton armé lui donnent un caractère d'usine. La dispo-

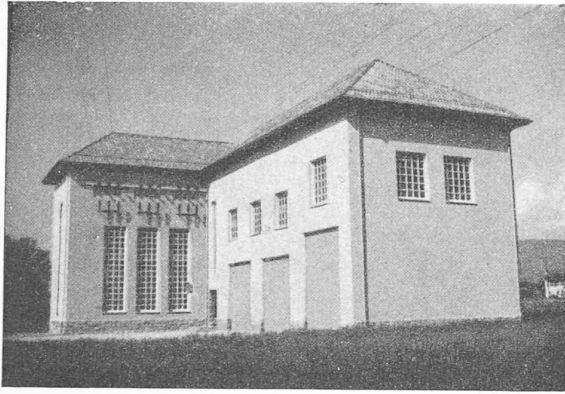


Fig. 13. — Poste de Nyon. Vue générale côté Prangins.

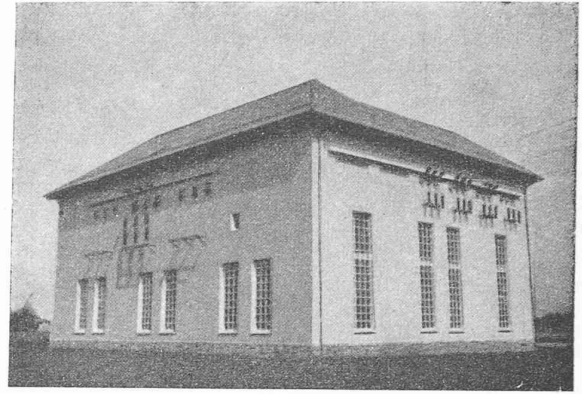


Fig. 14. — Poste de Nyon. Vue générale côté Jura.

sition de l'équipement électrique est clairement visible sur la figure 15. Au rez, nous trouvons les deux transformateurs, chacun dans une cellule, le local de décufrage, les disjoncteurs à 40 kV, le poste de commande, les barres principales du système à 13 kV. A l'étage, se trouvent les barres et les départs à 40 kV avec leurs transformateurs de mesure, la batterie à courant continu, les départs à 13 kV avec disjoncteurs et sectionneurs, les barres auxiliaires à 13 kV, un magasin pour le petit matériel et l'installation sanitaire.

L'équipement électrique est connecté selon le schéma de la figure 16. Un jeu de barres simple reçoit l'énergie sous 40 000 volts, par la ligne « Rolle-Nyon 40 kV ». Une cellule de réserve est déjà partiellement équipée, en vue de la construction d'une deuxième arrivée. Sur les barres à 40 kV, sont raccordés les deux transformateurs 40/13 kV, qui fonctionnent en parallèle, et abaissent la tension à 13 kV. Ils restituent l'énergie sur un système de distribution à double jeu de barres et sept lignes à 13 kV, nécessaires pour desservir la ville de Nyon, la région Nyon-Coppet, Radio-Suisse à Prangins et le chemin de fer Nyon-Saint-Cergue. L'un des jeux de barres collectrices à 13 kV est seul utilisé en service normal; chaque ligne est branchée sur ce jeu de barres principal par un disjoncteur. Le deuxième jeu de barres n'est utilisé qu'occasionnellement, pour des couplages spéciaux. Chaque ligne peut être branchée sur ce jeu de barres auxiliaires, directement, sans disjoncteur; c'est alors le disjoncteur de couplage entre les deux jeux de barres, qui remplace le disjoncteur de ligne. On a ainsi la faculté très précieuse en exploitation, de pouvoir mettre hors service un disjoncteur, pour révision, sans qu'il en résulte une interruption de courant.

Outre les transformateurs de mesure, l'installation comprend un transformateur triphasé 13 000/380 - 220 volts, pour l'alimentation des services internes du poste.

Les transformateurs et le réglage de tension.

Les expériences faites au poste de Marcelin s/Morges, avec le réglage de la tension, ont été concluantes et ont mis en évidence l'énorme intérêt qu'il y a à rendre la tension de distribution indépendante du régime de tension des usines génératrices et de leurs interconnexions. Le poste transformateur de Nyon, pas plus que celui de Rolle, ne pouvait être envisagé sans l'amélioration considérable que représente

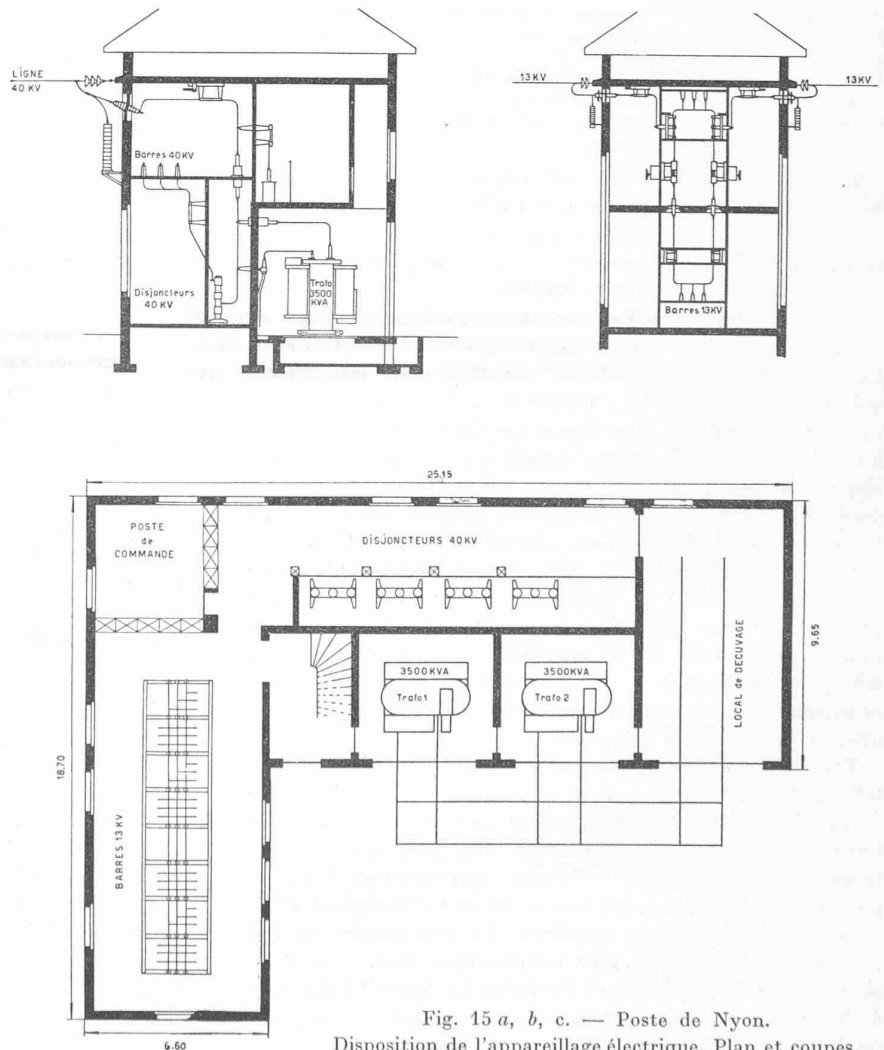


Fig. 15 a, b, c. — Poste de Nyon. Disposition de l'appareillage électrique. Plan et coupes.

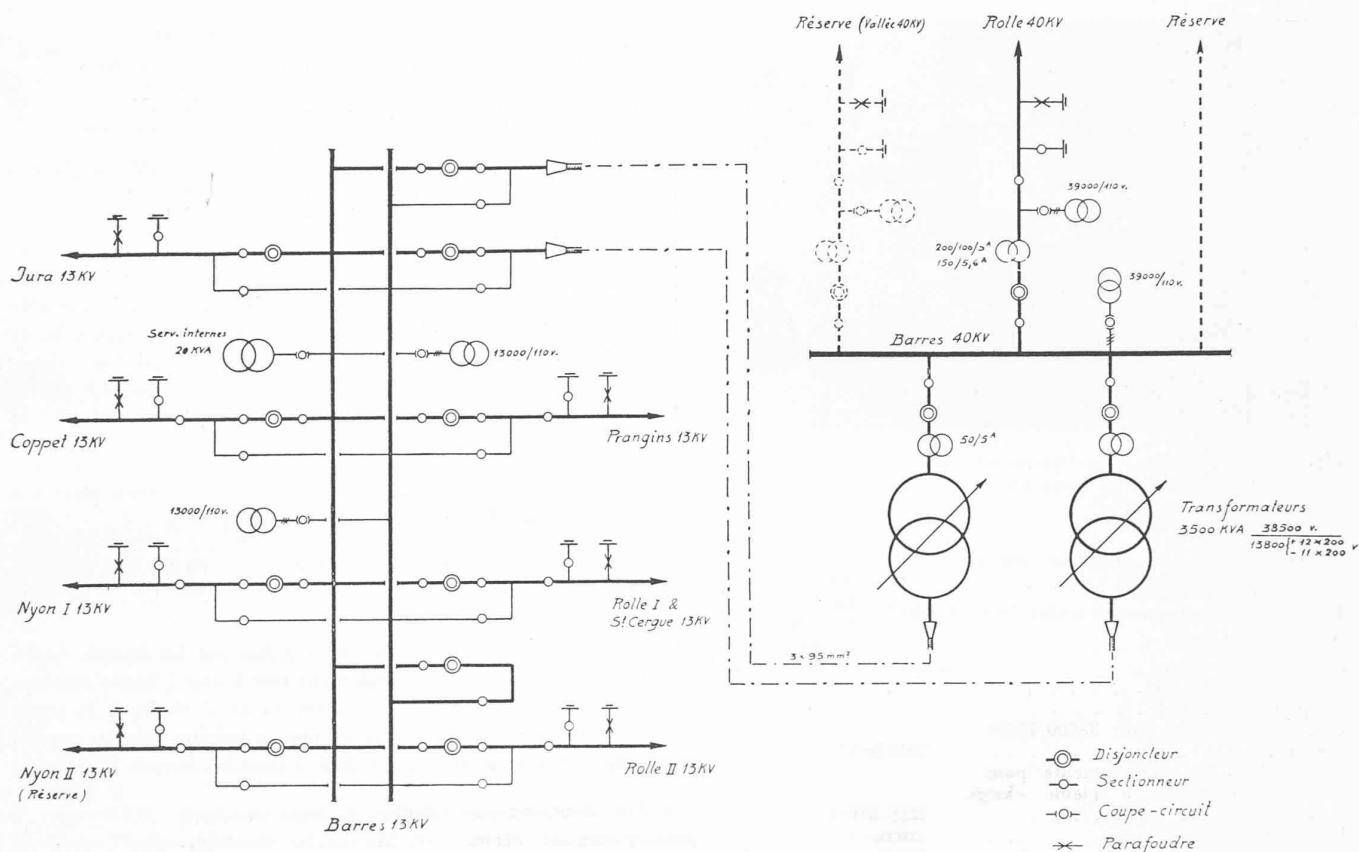


Fig. 16. — Poste de Nyon. Schéma unifilaire à haute tension.

un tel réglage de tension. Les deux transformateurs de 3500 kVA du poste de Nyon sont donc pourvus de commutateurs à gradins sur le point neutre du côté 13 kV, permettant de faire varier le rapport de transformation à vide, de 38 500/11 600 à 38 500/16 200 volts, en 23 échelons de 200 volts. Les commandes de ces commutateurs à gradins sont adossées aux transformateurs, et soumises aux ordres d'un régulateur de tension travaillant selon la consigne : tension à vide 12800 volts, tension à pleine charge des transformateurs 13600 volts, avec variation linéaire en fonction de la charge, de manière à compenser les chutes de tension inévitables, entre le poste de Nyon et les réseaux de distribution à basse tension des localités desservies. Les possibilités de réglage des transformateurs à gradins permettent de réaliser cette consigne, pour les différents régimes qui entrent pratiquement en considération dans les usines de La Dernier et de Montcherand. Il faut du reste remarquer que la construction désirable d'une deuxième ligne à 40 kV, passant par le Jura, et reliant directement le poste de Nyon à l'usine de La Dernier (fig. 1), améliorera encore, dans une notable mesure, les possibilités de réglage de la tension à Nyon et à Rolle.

Bien que d'une présentation moderne (fig. 17), les deux transformateurs du poste de Nyon ne sont pas absolument

neufs. Il s'agit de deux appareils installés en 1928 à l'usine de La Dernier, libérés en 1946 lors des travaux de renforcement de cette centrale. Pour permettre leur réutilisation à Nyon, ces transformateurs ont été complètement transformés, par : agrandissement de la cuve pour loger le gradateur, reboînage complet des deux enroulements, remplacement du couvercle et des bornes, adjonction d'un vase d'expansion et de relais Buchholz. Les caractéristiques de ces appareils sont :

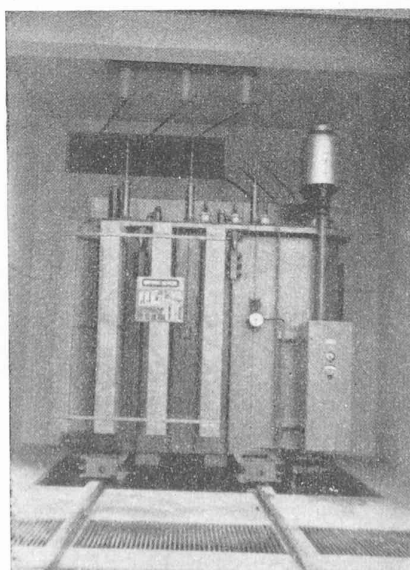


Fig. 17. — Poste de Nyon. Transformateur à gradins de 3500 kVA.

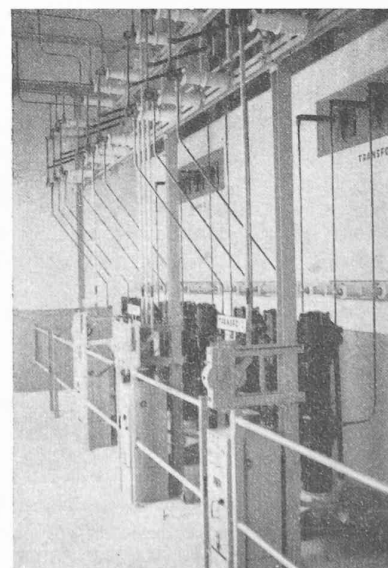


Fig. 18. — Poste de Nyon. Disjoncteurs 40 kV à faible volume d'huile, et sectionneurs.

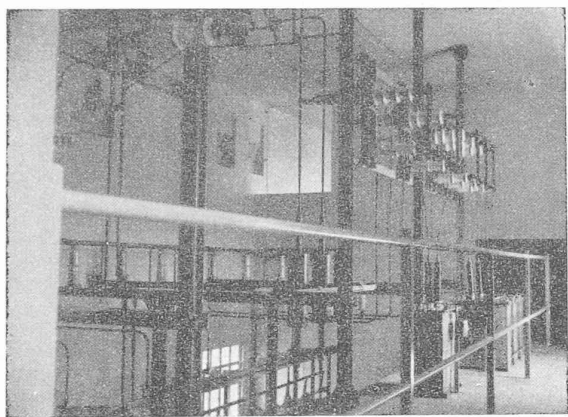


Fig. 19. — Poste de Nyon. Barres et transformateurs de mesure 40 kV.

Puissance nominale triphasée en régime continu	3500 kVA
Rapport de transformation à vide 38500/13800	$\left\{ \begin{array}{l} +12 \times 200 \\ -11 \times 200 \end{array} \right\}$ volts
Couplage primaire	en triangle
Couplage secondaire	en étoile avec neutre sorti
Groupe de couplage	C ₁
Fréquence	50 pér/sec
Pertes dans le fer pour 38500/13800 volts	16,8 kV
Pertes dans les enroulements pour 38500/13800 volts à pleine charge et 75° C	22,6 kW
Enroulements en	cuivre
Echauffements : de l'huile	60° C
des enroulements	75° C
Ventilation par circulation d'air naturelle.	
Tension de court-circuit pour 38500/13800 volts	4,8 %
Tensions d'essais à 50 pér/sec pendant 1 min :	
de l'enroulement primaire	94 kV
de l'enroulement secondaire	41 kV
Tensions de contournement 50 % aux ondes de choc normales :	
du primaire	220 kV (amplitude)
du secondaire	115 kV (amplitude)
Poids d'un transformateur complet sans l'huile	14 tonnes
Poids de l'huile	5 tonnes
Force du palan pour la manutention des transformateurs	15 tonnes

L'appareillage à 40 kV.

L'équipement de la partie à 40 kV du poste de Nyon est constitué, dans son ensemble, par du matériel de la série normale à 45 kV, dont la tension d'essai s'élève à 119 kV. L'isolement de l'installation est de ce fait largement dimensionné.

Tous les raccordements sont exécutés en tubes de cuivre de 20 mm de diamètre extérieur et 15 mm de diamètre intérieur.

L'équipement à 40 kV comprend essentiellement les appareils suivants :

1. *Les disjoncteurs* (fig. 18), à très faible volume d'huile, à pôles séparés, du type colonne, offrant de grands avantages d'exploitation : sécurité de fonctionnement, simplicité d'entretien, pouvoir de rupture élevé, rapidité de déclenchement. L'enclenchement et le déclenchement de ces appareils s'effectuent par des commandes à moteur et ressort.

Les garanties données par le constructeur sont :

Pouvoir de rupture	650 000 kVA
Tension nominale	45 kV
Tension d'essai à 50 pér/sec	119 kV
Courant nominal	350 ampères
Tension de contournement 50 % au choc normal	220 kV (amplitude)
Durée de l'arc	0,03 sec
Temps total de déclenchement	0,09 sec
Temps total d'enclenchement	0,25 sec
Quantité d'huile par pôle	18 kg

2. *Les sectionneurs* de lignes et de barres, à commande par tringleries et leviers placés au-dessus des commandes de disjoncteurs. Ces sectionneurs sont dimensionnés pour 400 ampères. Les appareils de lignes sont pourvus de contacts supplémentaires pour permettre la mise à la terre de la ligne en cas de travaux.

3. *Les transformateurs de tension* (fig. 19), monophasés à bain d'huile, dont :

le rapport de transformation est de	39 000/110 volts
la puissance de	100 VA
et la classe	1.

Trois de ces appareils sont branchés sur les barres, entre phases et terre ; ils ont seulement une borne à haute tension, et permettent aux charges statiques de s'écouler à la terre. Sur les lignes, les transformateurs de tension sont raccordés entre phases et sont de ce fait à doubles bornes 40 kV.

4. *Les transformateurs d'intensité*, type traversée, à prémagnétisation variable et commandée. Les appareils montés pour la protection des transformateurs de 3500 kVA, ont un seul noyau ; ils sont construits pour

un rapport de transformation de	50/5 ampères
une puissance de	20 VA
et la classe	S ₁₀

Les appareils de lignes sont, par contre, à deux noyaux, dont l'un est d'une exécution spéciale, en raison de la précision demandée pour la protection contre les mises à terre.

a) Le noyau 1 destiné à la protection contre les courts-circuits a :

un rapport de	200/100/5 ampères
une puissance de	15 VA
la classe	S ₁₀ pour 200/5 ampères et S ₂₀ pour 100/5 ampères

b) Le noyau 2 nécessaire pour les relais de terre a :

un rapport de	150/5,6 ampères
une puissance de	20 VA
une erreur de mesure pour le courant nominal à $\cos \phi = 1$:	
pour la pleine charge	2,6 %
sans charge	0,9 %
une erreur de mesure sur un courant de terre :	
de 10 ampères, de	13 à 20 %
de 20 ampères, de	10 à 12 %

5. *Les parafoudres*, unipolaires, sont placés sur consoles, en façade, à l'extérieur du bâtiment (fig. 14). Grâce à leur résistance électrique variable en fonction du courant, ces appareils possèdent un grand pouvoir d'écoulement et une tension résiduelle modérée. En outre, un dispositif spécial d'amorçage permet d'obtenir un facteur d'impulsion réduit, c'est-à-dire que la tension d'amorçage aux ondes à front raide est inférieure à la tension d'amorçage à 50 pér./sec, ce qui est favorable pour la coordination de l'isolement, assurée du reste, avec une notable marge de sécurité, dans cette installation. Les parafoudres sont ajustés pour :

un pouvoir d'écoulement aux ondes de choc normales de	4000 ampères
une tension d'amorçage à 50 pér/sec de	120 kV (val. efficace)
une tension d'amorçage 50 % au choc de	100 kV (amplitude)
une tension résiduelle pour ondes de choc de 4000 ampères, de	170 kV (amplitude)

La protection est assurée, car la tension d'amorçage est supérieure aux surtensions de service, et la tension résiduelle est bien inférieure à la tension de contournement de l'appareillage.

Un compteur de décharges à quatre minuterics contrôle le fonctionnement des parafoudres et permet de se rendre compte de l'importance des décharges et par conséquent de la sollicitation des parafoudres.

L'appareillage à 13 kV.

L'installation à 13 kV ne comprend que du matériel de la série normale à 20 kV, dont la tension d'essai est de 64 kV. Les connexions sont réalisées avec du tube de cuivre de 20/15 mm de diamètre, à l'exception des connexions secondaires des transformateurs de 3500 kVA, qui sont réalisées au moyen de câbles unipolaires sous plomb, isolés au papier imprégné, avec conducteurs en cuivre de 95 mm² de section.

Les principaux appareils à 13 kV sont :

1. *Les disjoncteurs*, construits sur le même principe que les disjoncteurs à 40 kV. Leur commande se fait à main, par volant. En outre, les disjoncteurs des départs à 13 kV sont munis de réenclencheurs automatiques à ressort et moteur (fig. 20). Lors d'un court-circuit sur une ligne, les relais directs à courant maximum réagissent immédiatement et provoquent le déclenchement du disjoncteur. Après 0,3 seconde, le dispositif à ressort réenclenche le disjoncteur. Si le court-circuit a disparu dans cet intervalle de temps, le disjoncteur reste enclenché ; si par contre le défaut subsiste, un nouveau déclenchement se produit avec nouveau réenclenchement et ainsi de suite. Le réenclenchement peut se produire quatre fois, la dernière fois après deux minutes. Si le court-circuit est permanent, le disjoncteur reste déclenché. De tels appareils réenclencheurs rendent de précieux services dans les installations non surveillées en permanence, car l'expérience montre qu'un grand nombre de perturbations ne sont que passagères et peuvent être ainsi éliminées, sans l'intervention du personnel.

Les disjoncteurs ont les caractéristiques suivantes :

Pouvoir de rupture	200 000 kVA
Tension nominale	20 kV
Tension d'essai à 50 pér/sec	64 kV
Courant nominal	600 ampères
Tension de contournement 50 % au choc normal	130 kV (amplitude)
Temps total minimum de déclenchement par relais directs	0,12 sec
Durée de l'arc	0,03 sec
Quantité d'huile par pôle	4,8 kg

2. *Les sectionneurs*, dimensionnés pour 400 ampères. Tous ces appareils, comme du reste les isolateurs et les barres

collectrices, sont montés sur charpente métallique (fig. 20 et 21). Les sectionneurs sont commandés par tringleries et leviers placés de part et d'autre des disjoncteurs.

3. *Les transformateurs de tension*, monophasés, à sec, placés entre phases et terre, sur les deux jeux de barres. Ils forment deux groupes triphasés pour la mesure et l'écoulement des charges statiques du réseau à 13 kV.

Leur rapport de transformation est de 13 000/110 volts
 Leur puissance de 100 VA en classe 0,5

4. *Le transformateur des services internes*, triphasé, à bain d'huile, branché sur les barres collectrices et produisant au secondaire une tension de 380/220 volts. Ce transformateur construit spécialement pour le poste de Nyon, a :

une puissance de	20 kVA
un rapport à vide de	13 000/387-399-411-423 volts (tension composée)
une tension d'essai à 50 pér/sec de	41/4 kV
un couplage primaire	en étoile
un couplage secondaire	en zig-zag avec neutre sorti et à la terre
une tension de court-circuit pour 13000/387 volts de	4,5 %

5. *Les parafoudres*, dont le principe de fonctionnement est le même que celui des appareils à 40 kV. Ils sont montés en façade, à l'extérieur (fig. 14), et ajustés pour :

un courant d'écoulement de	4000 ampères
une tension d'amorçage à 50 pér/sec de	39 kV (val. efficace)
une tension d'amorçage 50 % au choc normal, de	66 kV (amplitude)
une tension résiduelle pour 4000 ampères au choc, de	66 kV (amplitude)

Un bon fonctionnement de la protection est assuré, comme pour l'équipement à 40 kV, car les tensions d'amorçage sont comprises entre la tension de contournement de l'appareillage et la valeur maximum des surtensions qui sont engendrées en service, par des phénomènes transitoires.

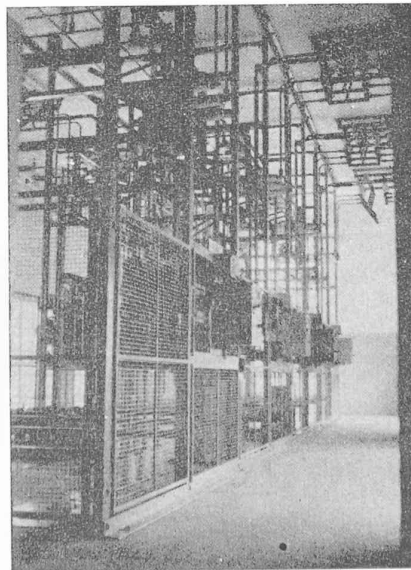


Fig. 20. — Poste de Nyon. Appareillage 13 kV et commandes des disjoncteurs à faible volume d'huile.

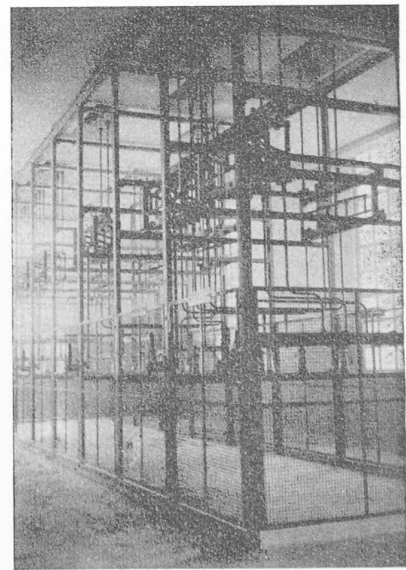


Fig. 21. — Poste de Nyon. Barres et sectionneurs 13 kV.

Les tableaux, les dispositifs de protection, de mesure, et l'appareillage auxiliaire.

Le poste transformateur de Nyon est alimenté par une seule ligne à 40 kV actuellement. La protection de cette ligne contre les courts-circuits et les mises à terre simples, ne nécessite aucun dispositif complexe comme un réseau bouclé. A l'arrivée à Nyon, la ligne est simplement protégée par deux relais secondaires à courant maximum et à temporisation indépendante du courant de court-circuit. La signalisation des mises à terre est réalisée par des lampes de terre, soumises à la tension de chaque phase contre terre, et par les relais directionnels installés sur le départ de cette ligne au poste de Rolle. Lors de la construction ultérieure d'une deuxième ligne d'alimentation à 40 kV, il est évident que pour sauvegarder la sélectivité de la protection, il sera indispensable d'équiper les deux lignes avec des relais de distance à caractéristique en gradins, comme aux postes de Rolle et de Marcellin, d'une part, et de relais directionnels de terre, d'autre part. Tout a été prévu du reste pour l'adjonction ultérieure de ces appareils.

Les transformateurs de 3500 kVA sont protégés par des relais thermiques et à courant maximum combinés, des relais Buchholz et des thermomètres à contact. Les thermomètres surveillent la température de l'huile ; les relais Buchholz fonctionnent si un dégagement gazeux se produit dans la cuve, ce qui ne manque pas de se produire lors d'un défaut interne ; ces relais sont très appréciés parce que très sensibles ; ils permettent de déceler des défauts bien avant qu'ils se manifestent sous forme d'un échauffement exagéré ou d'un déclenchement. La protection par relais thermiques et à courant maximum est également très efficace. La température de l'élément thermique est, en quelque sorte, l'image de celle de l'enroulement du transformateur. Si cette température devient exagérée, les relais thermiques provoquent la mise hors service du transformateur, après une temporisation qui est une fonction décroissante de la surcharge. Grâce à cette temporisation il est donc possible d'utiliser les possibilités de surcharge momentanée des transformateurs. La protection par relais thermiques est la protection contre les surcharges par excellence, tandis que les dispositifs à courant maximum n'interviennent que lors de courts-circuits, lorsque le courant de défaut atteint un multiple du courant nominal.

Sur le réseau à 13 kV desservi par le poste de Nyon, les mises à terre sont décelées grâce à des lampes de terre, tandis que les courts-circuits sont éliminés par l'action de relais directs à courant maximum et de réenclencheurs automatiques.

L'ensemble des appareils de mesure et de protection, nécessaires aux différents équipements du poste, sont rassemblés

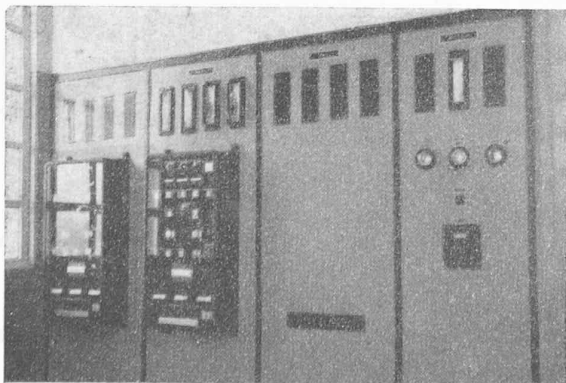


Fig. 22. — Poste de Nyon. Vue d'ensemble du tableau 40 kV.

sur deux tableaux installés dans un poste de commande. Ces tableaux sont encastrés et facilement accessibles à l'arrière, grâce à des panneaux amovibles.

1. Le tableau à 40 kV comprend quatre panneaux, dont un pour les barres, un pour la ligne « Rolle-Nyon 40 kV », et deux de réserve (fig. 22).

Le panneau des barres comprend seulement :

- a) un voltmètre avec commutateur pour le contrôle des trois tensions composées,
- b) trois lampes de terre branchées entre phases et terre,
- c) un coffret pour la protection des circuits des transformateurs de tension.

Sur le panneau de ligne sont placés :

- a) un ampèremètre et un voltmètre,
- b) deux relais secondaires à courant maximum et temporisation indépendante du courant.

Deux relais de distance sont déjà en place, bien que non raccordés, en vue de la future exploitation avec deux arrivées à 40 kV. A ce moment les deux relais à courant maximum seront remplacés par un dispositif directionnel de terre.

2. Le tableau des transformateurs, du système à 13 kV et des services auxiliaires est un assemblage de cinq panneaux, dont deux pour les transformateurs de 3500 kVA, un pour les barres à 13 kV et deux pour les services internes à 380/220 volts courant alternatif, et 60 volts courant continu (fig. 23).

Sur les panneaux des transformateurs, sont réunis :

- a) deux ampèremètres,
- b) quatre relais thermiques avec deux contacteurs temporisés, pour la protection contre les surcharges et les courts-circuits,
- c) quatre relais de signalisation pour les relais Buchholz et les thermomètres à contact,
- d) un régulateur de tension à impulsions qui donne les ordres de manœuvre aux graduateurs, en fonction de la tension 13 kV et de la charge des deux transformateurs,
- e) un relais de blocage empêchant toute manœuvre de réglage en cas de manque de tension sur le régulateur,
- f) quatre relais de signalisation pour les défauts et les pannes mécaniques des graduateurs,
- g) deux coffrets de protection pour les moteurs de commande des commutateurs à gradins,
- h) un commutateur pour passer du réglage à main au réglage automatique,
- i) quatre boutons-poussoirs pour la commande à main, séparée, des deux graduateurs,
- j) deux commutateurs pour passer de la marche individuelle à la marche en parallèle,
- k) deux indicateurs de positions des graduateurs,
- l) deux lampes de travail des graduateurs,
- m) deux rhéostats pour l'ajustage de la consigne de réglage.

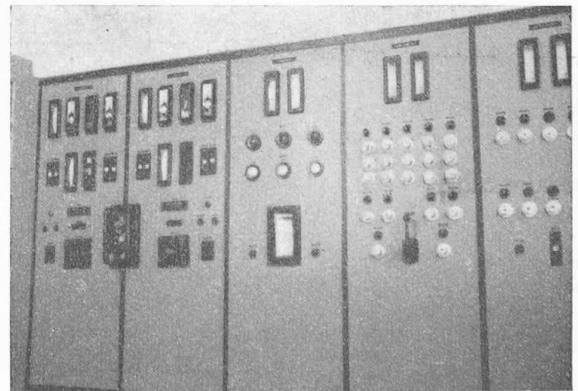


Fig. 23. — Poste de Nyon. Vue d'ensemble du tableau des transformateurs, des barres 13 kV, et des services internes.

Le panneau des barres à 13 kV est équipé de :

- a) deux voltmètres simples avec commutateurs pour les barres principales et les barres auxiliaires,
- b) un voltmètre enregistreur pour le contrôle du réglage de tension,
- c) les lampes de terre.

Aucun dispositif de protection n'est placé sur le tableau 13 kV, car les lignes sont protégées par des relais directs.

Sur chacun des panneaux à 380/220 volts courant triphasé et à 60 volts courant continu, on trouve un ampèremètre, un voltmètre, et un système de distribution avec interrupteurs rotatifs et coupe-circuit, pour l'ensemble des services internes : éclairage normal, éclairage de secours, commande des commutateurs à gradins, batterie d'accumulateurs, circuits de déclenchement, l'alarme et la signalisation.

Le transformateur de 20 kVA, raccordé sur les barres principales à 13 kV, produit le courant triphasé à 380/220 volts. Une batterie au cadmium-nickel, de 60 volts et 40 ampères-heures, fournit le courant continu. Elle est chargée en permanence (charge lente) ou temporairement (charge rapide), par un dispositif redresseur à sec, au sélénium, connecté lui-même sur le courant alternatif à 220 volts.

Comme le poste de Rolle, le poste transformateur de Nyon n'est pas une installation surveillée en permanence par le personnel de la Compagnie. Il importe donc que celui-ci soit informé de toute perturbation d'exploitation, afin de pouvoir intervenir rapidement en cas de nécessité. C'est pourquoi le signal d'alarme est transmis au bureau de la Compagnie à Nyon et au domicile de deux agents, par le réseau téléphonique, en utilisant le même principe qu'au poste de Rolle. Ce système installé au poste de Marcellin a déjà rendu d'excellents services.

Entreprises et fournisseurs.

Les entreprises et fournisseurs suivants ont collaboré à la construction et à l'équipement du poste transformateur de Nyon : Architecte, R. Paréaz, Crassier ; Terrassements et maçonnerie, F. Reymond, Nyon ; Dalles et fenêtres en béton, Granito S. A., Bussigny ; Charpente, Bopp frères, Nyon ; Couverture et ferblanterie, F. Baudet, Nyon ; Menuiserie, A. Dorier, Nyon ; Serrurerie, A. Gamberoni, Nyon ; Peinture, Jaquinet Frères, Nyon ; Vitrierie, A. Demenga, Morges ; Rails, Ateliers de constructions mécaniques, Vevey ; Charpentes métalliques et volets à rouleaux, F. Ernst, Morges ; Appareillage à 40 et 13 kV, C. Maier, Schaffhouse ; Disjoncteurs à 40 et 13 kV, Sprecher & Schuh, Aarau ; Transformateurs de mesure, Moser Glaser, Bâle ; Transformateur des services internes, Ateliers de construction, Oerlikon ; Transformateurs de 3500 kVA, Brown Boveri, Baden ; Tableaux, Brown Boveri, Baden ; Etude complète, Forces de Joux, Lausanne ; Montage, Forces de Joux, Nyon.

Mise en service.

Le nouveau poste transformateur de Nyon a été mis en service le 2 mai 1947. Les grandes améliorations attendues, dès cette mise en service, se sont pleinement confirmées. Cette nouvelle installation de la Compagnie vaudoise marque une étape importante, pour les possibilités de développement de la ville de Nyon et de toute la région jusqu'à Coppet. Elle rentre dans le cadre de l'effort considérable que fait la Compagnie, pour étendre et rénover ses installations, afin de pouvoir satisfaire sa nombreuse clientèle.

SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

Groupe professionnel des architectes pour les relations internationales.

Rapport du Président

présenté à l'assemblée générale du 31 août 1947, à Davos.

Rappelons tout d'abord que notre dernière assemblée, tenue à Lausanne le 18 mai 1946, avait eu lieu en présence de MM. Pierre Vago, secrétaire général des « Réunions internationales d'architectes » (R. I. A.), P. Vischer, président du « Comité permanent international des architectes » (C. P. I. A.), S. Giedion, secrétaire général des « Congrès internationaux d'architecture moderne » (C. I. A. M.) et E. Fatio, président central de la « Fédération des architectes suisses » (F. A. S.). Elle a donné l'occasion de procéder à un premier échange de vues sur le rôle de notre groupe. Après avoir entendu d'intéressants rapports sur l'état général des relations internationales parmi les architectes, l'Assemblée a reconnu qu'il nous appartenait de prendre l'initiative de créer un organe susceptible de représenter l'ensemble des architectes suisses.

Chargé de prendre contact avec les comités de la S. I. A. et de la F. A. S., avec les membres suisses du C. P. I. A. et avec le groupe suisse des C. I. A. M., votre comité a confié cette tâche à une délégation formée de votre président, de MM. Vouga, secrétaire et Dr M. Hottinger.

En septembre 1946, le comité de direction des R. I. A., était convoqué à Londres. La question des rapports avec le C. P. I. A. les C. I. A. M., et l'U. N. E. S. C. O. devait occuper une place essentielle dans l'ordre du jour de cette conférence, et il était particulièrement important que notre groupe suisse fut bien représenté. En plein accord avec le comité, votre président s'est désisté en faveur de notre collègue, M. Burckhardt, membre du groupe depuis sa fondation et également membre des C. I. A. M. qualifié par sa connaissance approfondie de la langue anglaise et ses relations étendues en Angleterre. M. Burckhardt s'est rendu à Londres en qualité de délégué du groupe suisse avec notre secrétaire P. Vouga, membre du comité central des R. I. A. Nos deux collègues ont pris une grande part aux discussions qui aboutirent à une proposition concrète tendant à la transformation des « Réunions internationales d'architectes » en *Union internationale d'architectes*, les comités internationaux furent invités à prendre les mesures nécessaires pour devenir aussi largement représentatifs que possible des architectes de leur pays.

La Conférence de Londres décidait en outre que la prochaine Réunion internationale d'architectes aurait lieu en Suisse. Prévue d'abord pour septembre 1947, cette Réunion a été renvoyée à 1948.

Le 5 novembre 1946, votre comité s'est réuni à Zurich pour entendre les rapports de nos délégués à Londres et pour prendre contact avec les représentants des autres groupements d'architectes. La S. I. A. était représentée par le président central, M. Max Kopp et par le secrétaire central M. Soutter. Le C. P. I. A. avait délégué M. Léon Jungo, directeur des constructions fédérales, le F. A. S. M. Coradmann, président central.

Une discussion fort intéressante suivit le rapport de M. Burckhardt et, sous réserve de quelques divergences, l'assemblée unanime se prononça en faveur de la constitution d'un *Comité suisse des relations internationales*.