Quelques particularités des ouvrages et installations de l'usine de Chancy-Pougny

Autor(en): **Perrochet, P.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **53 (1927)**

Heft 14

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-41070

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

président, M. Herold, la Commission centrale a pris une résolution constatant que la reconstruction du pont de chemin de fer, telle qu'elle est projetée par le Gouvernement allemand, ne modifie en rien les conditions actuelles de navigabilité. Elle a toutefois exprimé le désir que l'on profitât, dans l'intérêt de la navigation, de l'occasion de la reconstruction, pour porter le tirant d'air de l'ouvrage de 8 m 80 à 9 m 10 et a pris d'ores et déjà note avec satisfaction de la déclaration des représentants allemands, que leur Gouvernement serait prêt à envisager cette solution si elle était possible à des frais raisonnables. Elle a reconnu appropriées les dispositions imposées aux entrepreneurs par le Gouvernement allemand, quant à l'exécution des travaux. Ces dispositions sont analogues à celles relatives aux ponts nouveaux dont il a été question plus haut et ont également pour objet la réglementation de la navigation pendant les travaux de reconstruction.

Aménagement du Rhin entre Strasbourg et Bâle. — Dans sa session de novembre 1926 la Commission centrale a pris acte des déclarations des Commissaires français et suisses quant à l'état des pourparles relatifs à la question de l'aménagement du Rhin entre Strasbourg et Bâle. Il résulte de ces déclarations que les négociations entre la France et la Suisse, quant au projet de Kembs, sont terminées, que deux contrats de concession ont été passés le 7 juillet 1926 par la Société des Forces motrices du Haut-Rhin avec la Suisse, d'une part, et avec la France, d'autre part et que la Suisse et la France ont passé, le 27 août 1926, une Convention pour le règlement de leurs rapports au sujet de certaines clauses du régime juridique de la future dérivation de Kembs. Cette Convention a été communiquée à la Commission centrale. Le Gouvernement français a déposé le 24 avril 1926 un projet de loi relatif à la concession. Ce projet a été examiné par les Commissions compétentes de la Chambre française des Députés. Quant à la régularisation, la délégation suisse a déclaré que le Gouvernement fédéral espère être bientôt à même d'amorcer des négociations avec les Etats voisins.

AFFAIRES NAUTIQUES

Jaugeage (voir plus haut : Relations avec d'autres organismes internationaux).

AFFAIRES ECONOMIQUES

Statistiques rhénanes (voir plus haut : Relations avec d'autres organismes internationaux).

Ports de Strasbourg et de Kehl. — L'article 65 du Traité de Versailles avait mis, pour une durée de sept années, c'est-à-dire jusqu'au 10 janvier 1927, le port de Kehl sous le même régime d'exploitation que le port de Strasbourg, les deux ports étant constitués à ce point de vue en un organisme unique administré par un directeur de nationalité française nommé par la Commission centrale et placé sous le contrôle de celle-ci.

L'alinéa 11 dudit article 65 stipulait en outre ce qui suit : « Au cas où à l'expiration de la sixième année, la France estimerait que l'état d'avancement des travaux du port de Strasbourg rend nécessaire une prolongation de ce régime transitoire, elle aura la faculté d'en demander la prolongation à la Commission centrale du Rhin qui pourra l'accorder pour une période ne dépassant pas trois ans. »

Se fondant sur cet alinéa, la délégation française avait demandé à la Commission centrale la prolongation du 10 janvier 1927 au 10 juillet 1929 du régime de l'article 65, étant entendu que certaines installations seraient toutefois évacuées dès 1926. La Commission centrale décida, dans sa session d'avril 1926, que le régime transitoire serait prolongé, mais seulement jusqu'au 10 juillet 1928, étant entendu que les évacuations anticipées offertes par la délégation française seraient réalisées le 1er juin 1926 ; que, ainsi que la délégation française l'avait suggéré, le Gouvernement allemand aurait la faculté de désigner pour le port de Kehl un représentant dont la nomination serait soumise à l'agrément de la Commission centrale et avec lequel correspondrait le directeur français, et, enfin, que le Gouvernement français acceptait de faire supprimer au plus tard à la date du 10 janvier 1927 le Centre de contrôle de Kehl de la Commission interalliée de navigation de campagne et de provoquer en même temps certaines limitations de l'intervention des autorités militaires dans les travaux à effectuer dans le port de Kehl.

Droit privé et droit social. — La réunion du Comité de droit privé qui avait été prévue pour le printemps de 1926 a dû être remise par suite de diverses circonstances. Elle s'est tenue à La Haye en mars 1927. Le Comité d'études pour l'unification du droit social de la navigation rhénane ne s'est pas encore réuni.

AFFAIRES JUDICIAIRES

Recours : L'année 1926 a marqué une augmentation très sensible du nombre des recours portés devant la Commission centrale. En effet, le nombre des appels interjetés devant la Commission ayant été de 15 en 1926 [1], la moyenne réalisée dans la période comprise entre 1894 et 1913 (10 à 11 par an) se trouve dépassée.

Avis consultatif : Un tribunal s'étant adressé à la Commission en vue d'obtenir un renseignement touchant la compétence *ratione loci* des tribunaux de navigation du Rhin, au sens des dispositions de l'Acte de navigation, la Commission a décidé qu'elle ne pouvait se prononcer à *titre consultatif* sur la question qui lui était soumise. [2]

AFFAIRES INTÉRIEURES

Le budget pour 1927 a été fixé à 175.000 frs. suisses. Le Rapport annuel pour 1925 approuvé à la session de novembre a été publié à la fin de l'année.

Quelques particularités des ouvrages et installations de l'Usine de Chancy-Pougny

par P. PERROCHET, Ingénieur, Directeur de la Banque suisse des chemins de fer, à Bâle.

(Suite.) [3]

Installations électriques.

Le projet des installations électriques proprement-dites a été établi par les services compétents des Etablissements Schneider & Cie en collaboration avec les organes techniques de la Banque suisse des chemins de fer.

Dispositions générales.

Le schéma des connexions (fig. 9) donne une idée générale de l'importance des installations électriques qui comprennent dans leurs grandes lignes : les 5 alternateurs triphasés de 7000 kVA à 11 000 V avec neutre à la terre ou par l'intermédiaire d'une résistance qu'on peut faire varier de 2 à 6 ohms, le double jeu de barres omnibus à 11 000 V, les jonctions aux 3 groupes transformateurs de 14 000 kVA, 11 000/120 000 V avec neutre à la terre, le poste 120 000 V avec les départs de 2 lignes principales du transport d'énergie à cette même tension et quelques départs locaux à 11 000 V. Ce schéma fait ressortir en outre le détail des connexions des appareils

[1] Dans ce chiffre est compris un recours parvenu au Sécrétariat en janvier 1926 mais que les Tribunaux ont compté dans leur statistique comme appel interjeté en 1925 ; — en outre, sur ces 15 recours, il y a deux groupes d'affaires connexes.

[2] La commission avait déjà en 1922 répondu à une demande analogue en disant qu'elle ne pouvait se prononcer que si elle était saisie en deuxième instance d'un litige dont la solution dépendrait de cette question.

[3] Voir *Bulletin technique* du 18 juin 1927, page 154.

de commande, de signalisation et des instruments de mesure pour un alternateur, un groupe de transformateurs et un départ à 120 000 V, de même que la disposition de ces appareils et instruments sur les tableaux du poste central de commande. (Fig. 9, planche hors texte.)

La puissance de deux groupes électrogènes correspond à celle d'un groupe de transformateurs. Les dispositions prises permettent d'envisager au besoin deux services séparés par groupes de 14 000 kVA indépendants, le 5e alternateur de 7000 kVA et le 3e groupe de transformateurs de 14 000 kVA constituant la réserve. Cette dernière est cependant appelée à fonctionner simultanément avec les autres groupes en hautes eaux d'été, aux heures de forte charge, soit pendant 120 jours de l'année en moyenne.

La position même de l'usine de Chancy-Pougny, à cheval sur la frontière, et le fait que toute l'énergie qu'elle est à même de produire est livrée en France, ont motivé la disposition adoptée pour l'appareillage et les installations à la tension des alternateurs 10 500 à 11 000 V qui sont presque complètement réunis dans un bâtiment construit sur rive française à 250 m de la salle des machines à laquelle il est relié par des câbles armés. On n'a maintenu dans la salle des machines que les transformateurs de mesure et l'appareillage strictement indispensables qui, par leur nature même, devaient être placés dans le voisinage des alternateurs, ainsi que les tableaux de comptage de l'énergie et ceux des services auxiliaires de l'usine. Le poste de transformation en plein air à 120 000 V fait suite au bâtiment de l'appareillage 11 000 V et se trouve aussi sur rive française.

La salle des opérateurs ou poste central de commande groupant les tableaux principaux, les appareils de contrôle et de régulation, d'où s'ordonnent et s'effectuent par commande à distance toutes les manœuvres, et où aboutissent toutes les lignes de signalisation et de communications internes et externes, se trouve au premier étage du poste 11 000 V. Le service de la salle des machines est réduit aux seules manœuvres de mise en marche des groupes et à la surveillance du fonctionnement des machines et du tableau des services auxiliaires.

Protections et régulation.

Les disjoncteurs à huile des alternateurs, commandés depuis la salle des opérateurs, ne déclenchent automatiquement que par protection différentielle, c'est-à-dire en cas d'avarie interne aux machines ou câbles, et non par surcharge. Les relais différentiels *Merz-Price* de ces disjoncteurs sont alimentés par des transformateurs d'intensité dont les courants se compensent exactement dans l'état normal des machines. Ces transformateurs sont montés d'une part sur les connexions au point neutre de l'alternateur, d'autre part, sur les trois phases de départ de chaque machine. Tout défaut interne provoque donc déséquilibre des courants d'alimentation des relais et par là même, déclenchement du disjoncteur.

Les alternateurs peuvent supporter le court-circuit franc à leurs bornes pour une excitation donnant à vide la tension normale de service de 11 000 V, ce courant de court-circuit permanent tripolaire étant seulement 1,6 fois le courant de pleine charge.

Pour éviter une répercussion sur les alternateurs d'une perturbation dans les lignes de transport pouvant décrocher les groupes marchant en parallèle, les alternateurs sont protégés par des limiteurs d'intensité, combinés aux régulateurs automatiques de tension, à huile, du type « Rex » des *Ateliers H. Cuénod*, de Genève décrits plus loin. Au moment d'un court-circuit sur le réseau, ou d'une augmentation exagérée de l'intensité du courant, ces relais interviennent et provoquent une désexcitation partielle des alternateurs par insertion automatique d'une résistance convenable dans le circuit d'excitation.

En cas d'emballement de la turbine, un commutateur spécial actionné par un relais voltmétrique, insère une résistance additionnelle dans le circuit d'excitation de l'excitatrice et abaisse la tension à une valeur fixe qui peut être modifiée à volonté entre 5000 et 10 000 V. Un second commutateur de ce même circuit, verrouillé électriquement au disjoncteur principal de l'alternateur, assure la mise en circuit de la totalité des résistances de réglage pour chaque ouverture du disjoncteur. En vue d'éviter que les alternateurs ne puissent fonctionner en moteurs, ils sont munis de relais bipolaires à retour de puissance pouvant toutefois être mis hors circuit pendant les opérations de couplage par un jeu approprié de fiches. Ces relais bipolaires agissent sur le déclenchement des disjoncteurs d'alternateurs.

Les disjoncteurs à huile, côté basse tension, des transformateurs de puissance, déclenchent, en cas d'avarie interne, par protection différentielle *Merz-Price* identique à celle des alternateurs ; les relais de ces protections sont alimentés par des transformateurs de courant logés à l'intérieur des transformateurs principaux. Ces disjoncteurs sont encore munis de relais à maximum de courant et à temps différé, alimentés par des « bushing » placés sur les bornes des disjoncteurs mêmes. Le déclenchement simultané des deux disjoncteurs, côté basse et haute tension, est assuré par un verrouillage électrique ; par contre, leur réenclenchement se commande individuellement.

Les disjoncteurs à huile des deux lignes de départ à 120 000 V déclenchent aussi par relais à maximum de courant et à temps différé, alimentés par des « bushing » placés sur les bornes du disjoncteur. Le neutre haute tension des transformateurs de puissance est connecté directement à la terre, ce qui constitue la seule protection contre les surtensions. Sur cette connexion sont intercalés un disjoncteur à maximum qui coupe la liaison en cas de perturbation et un ampèremètre enregistreur qui permet de contrôler l'intensité des courants de terre se produisant sur les lignes de transport.

La mise à la terre des bâtis des machines, des châssis métalliques, des tableaux et de l'appareillage, comme aussi

de toutes les constructions métalliques de l'usine, barrières, rails et autres, a été exécutée avec le plus grand soin. Toutes les terres sont réunies entre elles, aussi bien celles dites de protection que celles dites de service constituées par les neutres des alternateurs et des trans-

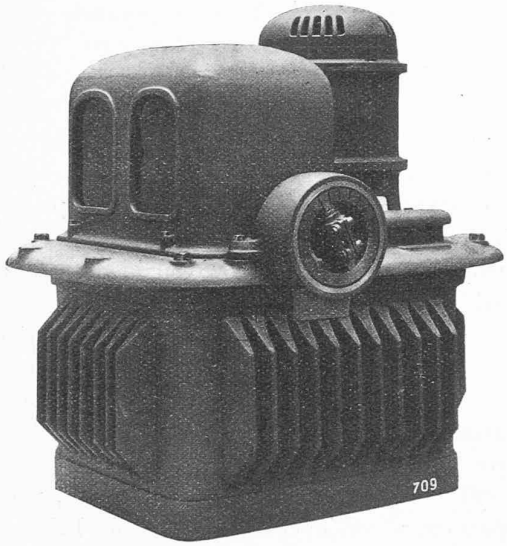


Fig. 10. — Régulateur Rex,
la protection du solénoïde étant enlevée.

formateurs, d'après le principe des nouvelles prescriptions élaborées par l'Association suisse des Electriciens. On obtient de cette manière le même potentiel sur toutes les parties des installations de l'usine avec lesquelles le personnel peut venir en contact. La liaison d'une rive à l'autre du Rhône est réalisée par les conduites d'eau et les armatures des câbles.

Font exception toutefois à cette règle les lignes téléphoniques venant du dehors ou partant de l'usine pour l'extérieur qui sont isolées pour 10 000 V. et dont les mises à la terre sont placées en dehors du périmètre de l'usine.

Régulateurs électriques automatiques.

Ces appareils, au nombre de 5 (un par alternateur), sont du type Rex à pression d'huile, fournis par les Ateliers H. Cuénod S. A., Genève. Basés sur le principe du régulateur indirect, ils empruntent l'énergie nécessaire à l'opération de réglage à de l'huile sous pression. Schématiquement, le voltmètre de chaque appareil commande un petit tiroir de distribution qui, dès que la tension diffère de la valeur normale, envoie l'huile sous pression dans la chambre correspondante d'un cylindre circulaire. Le piston de ce cylindre est ainsi entraîné dans le sens voulu et modifie la résistance d'excitation. La production d'huile sous pression est assurée par une petite pompe centrifuge, placée dans l'appareil lui-même. Le tout constitue une machine de dimensions réduites dont la robustesse est à l'échelle de celle de l'installation tout entière (fig. 10 et 10a).

Comme les alternateurs sont appelés à fonctionner ordinairement en parallèle, les régulateurs doivent assurer une répartition correcte des courants d'excitation. Ce résultat est obtenu par une synchronisation particulière de ces appareils, qui équivaut à une liaison rigide entre les frotteurs des différents rhéostats, et qui ne permet par conséquent que leur manœuvre simultanée. Le rapport entre les différents courants d'excitation est ajusté une fois pour toutes et subsiste aussi longtemps qu'une nouvelle intervention n'a pas lieu. Les régulateurs peuvent néanmoins être isolés les uns des autres, ou groupés de façon quelconque.

Enfin, en cas de surintensité, soit d'un seul alternateur, soit de l'ensemble, des relais non différés provoquent au moyen des régulateurs automatiques une désexcitation partielle du ou des alternateurs incriminés. Le but, atteint du reste, de cette disposition est d'abaisser la tension au moment d'une perturbation grave, et soit de décharger les interrupteurs principaux, qui, différés, ne fonctionnent que plus tard, soit d'éviter le décrochement des alternateurs, si le court-circuit est de moindre importance. Dans ce dernier cas, les régulateurs automatiques rétablissent d'eux-mêmes la tension normale, dès que la surintensité a disparu.

Appareillage et connexions.

Les quelques appareils conservés près de chaque alternateur sont placés dans une cabine en fers profilés avec grillages amovibles, situés au sous-sol de l'usine, dans le voisinage du régulateur de la turbine correspondante. Ils ne comportent que 3 transformateurs d'intensité et un transformateur de potentiel pour les instruments de mesure, 3 transformateurs d'intensité pour

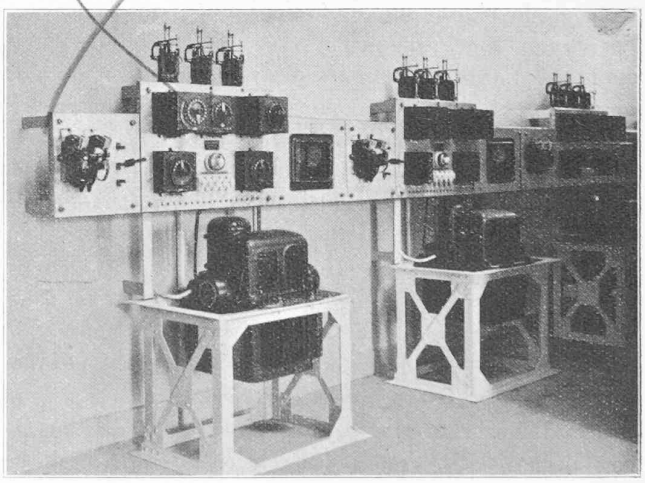


Fig. 10*a*. — Régulateurs Rex.

la protection différentielle et les sectionneurs principaux pour séparer complètement, au besoin, l'alternateur du reste des installations électriques. Un commutateur unipolaire permet de connecter à la terre par l'intermédiaire ou non d'une résistance le point neutre de l'alternateur.

Dans le couloir longitudinal où se trouvent les régulateurs des turbines, sont placés les tableaux de comptage de l'énergie comprenant deux compteurs et un wattmètre enregistreur par machine et les panneaux d'excitation portant chacun l'ampèremètre d'excitation à l'usage du machiniste, un commutateur tétrapolaire insérant l'inducteur, soit sur l'excitation propre du groupe en régime normal, soit sur le groupe convertisseur de secours de 100 kW en cas d'avarie à l'excitatrice, ainsi que l'interrupteur spécial permettant au personnel de l'usine de provoquer l'ouverture du disjoncteur principal de l'alternateur en cas d'accident ou d'avarie, lorsqu'une entente téléphonique préalable avec l'opérateur n'est pas possible. Le réenclenchement du disjoncteur depuis le poste de commande n'est réalisable que lorsque le personnel de l'usine a replacé l'interrupteur en question dans sa position primitive. Un troisième panneau porte les interrupteurs, coupe-circuits et ampèremètres des moteurs de la pompe à huile des régulateurs et du vannage de la turbine.

Les connexions entre les alternateurs et les disjoncteurs sont réalisées au moyen de 2 câbles triphasés sous plomb, armés, isolés pour 15 000 V, gagnant par des caniveaux la galerie couverte des câbles qui longe le bâtiment de l'usine, pour s'élever verticalement dans la tour formant culée du barrage, suivre ensuite le pont supérieur du barrage et atteindre le sous-sol du bâtiment de l'appareillage 11 000 V. Les câbles sont supportés par des rayons superposés, constitués par des dalles en béton, soutenues par des fers encastrés dans les parois de la galerie (voir fig. 11). Les câbles haute tension sont disposés sur les rayons côté aval, chaque machine ayant son rayon spécial, les câbles basse tension des services auxiliaires, des commandes électriques à distance, de la signalisation et des téléphones sont groupés par catégories sur les rayons de la paroi amont.

Le *bâtiment de l'appareillage* 11 000 V a deux étages (fig. 12). Au rez-de-chaussée sont disposées dans le sens longitudinal, côté rivière, les cellules des disjoncteurs à huile 11 000 V ; au milieu, la galerie des appareils de commande électrique des disjoncteurs, et côté montagne, les cellules des transformateurs de mesure qui sont tous des appareils à masse isolante sans huile. Au premier étage se trouvent la galerie des barres omnibus située immédiatement au-dessus des cellules des disjoncteurs, et du côté montagne, le poste central de commande ou salle des opérateurs qui occupe le plus grand espace, le reste étant réservé aux locaux pour magasins et pour les réactances à insérer dans le milieu des barres omnibus, mais dont les bobines ne seront installées que si le besoin s'en fait sentir. Les cellules du rez-de-chaussée sont réparties en 5 groupes de 3 cellules, séparés par des couloirs transversaux, comprenant chacun un champ d'alternateur et deux champs de départ dans l'ordre des raccordements aux barres omnibus donné par le schéma. Chaque groupe de 3 cellules est fermé par une porte métallique avec panneaux d'éternite en vue d'empêcher la propagation d'un incendie éventuel successif à une avarie du disjoncteur.

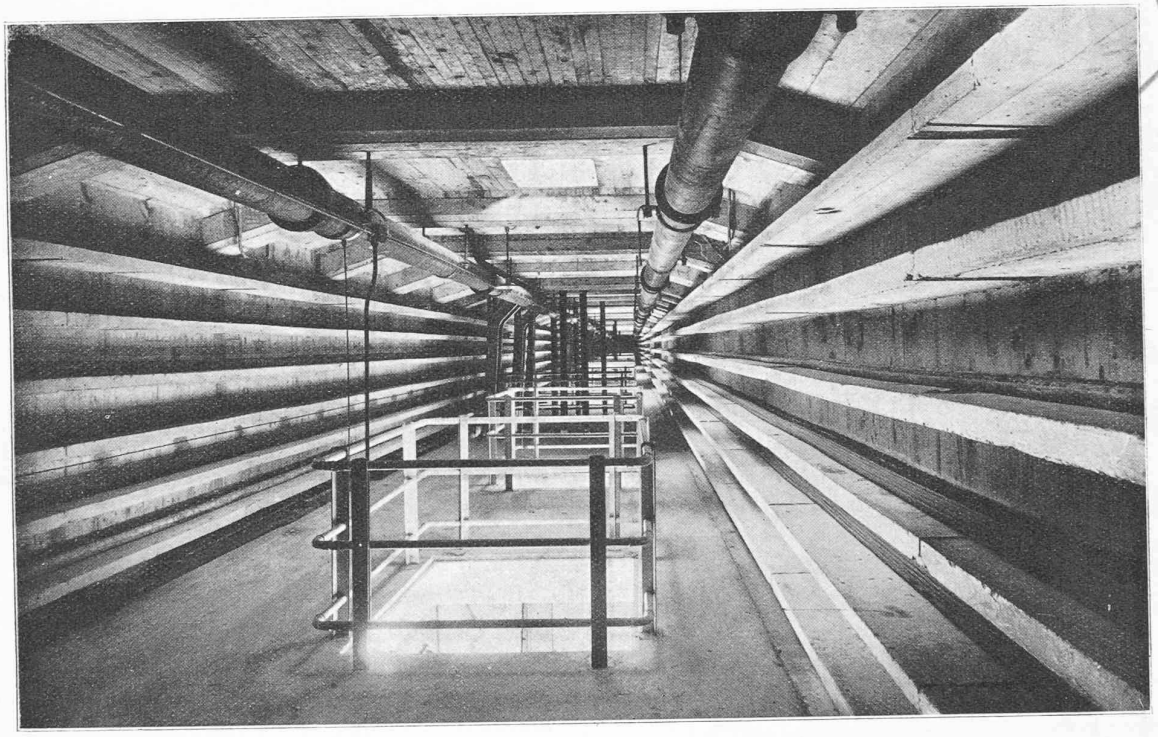


Fig. 11. — Vue de la galerie des câbles.

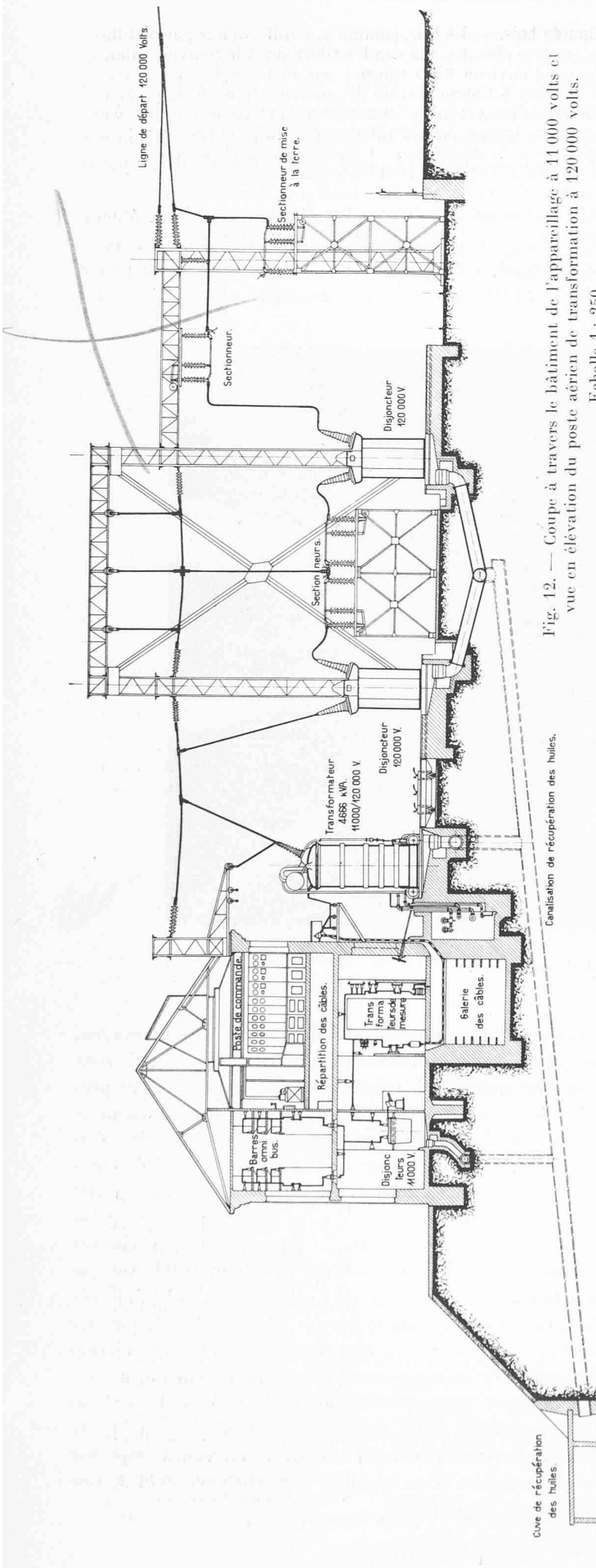


Fig. 12. — Coupe à travers le bâtiment de l'appareillage à 11 000 volts et vue en élévation du poste aérien de transformation à 120 000 volts. Echelle 1 : 250.

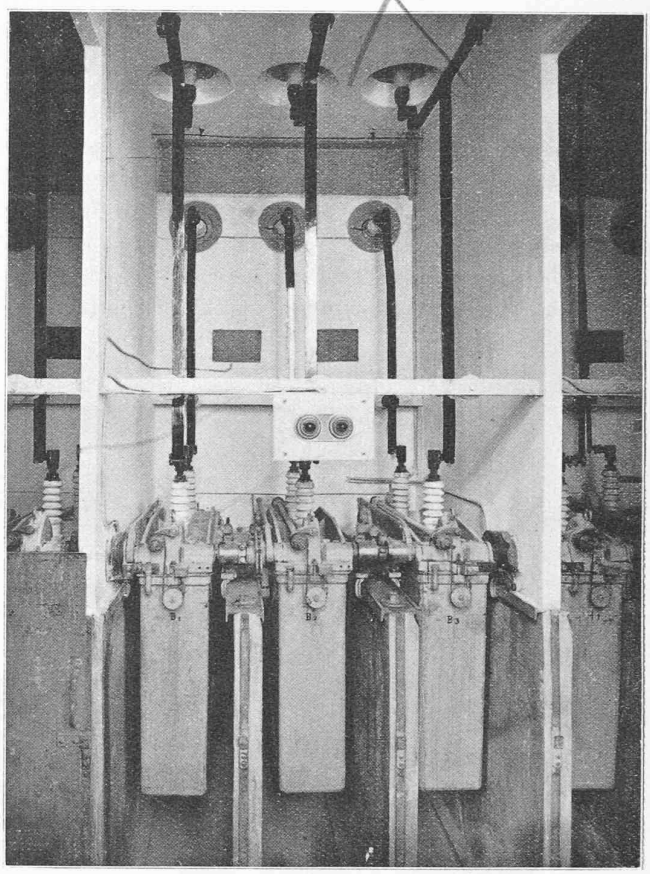


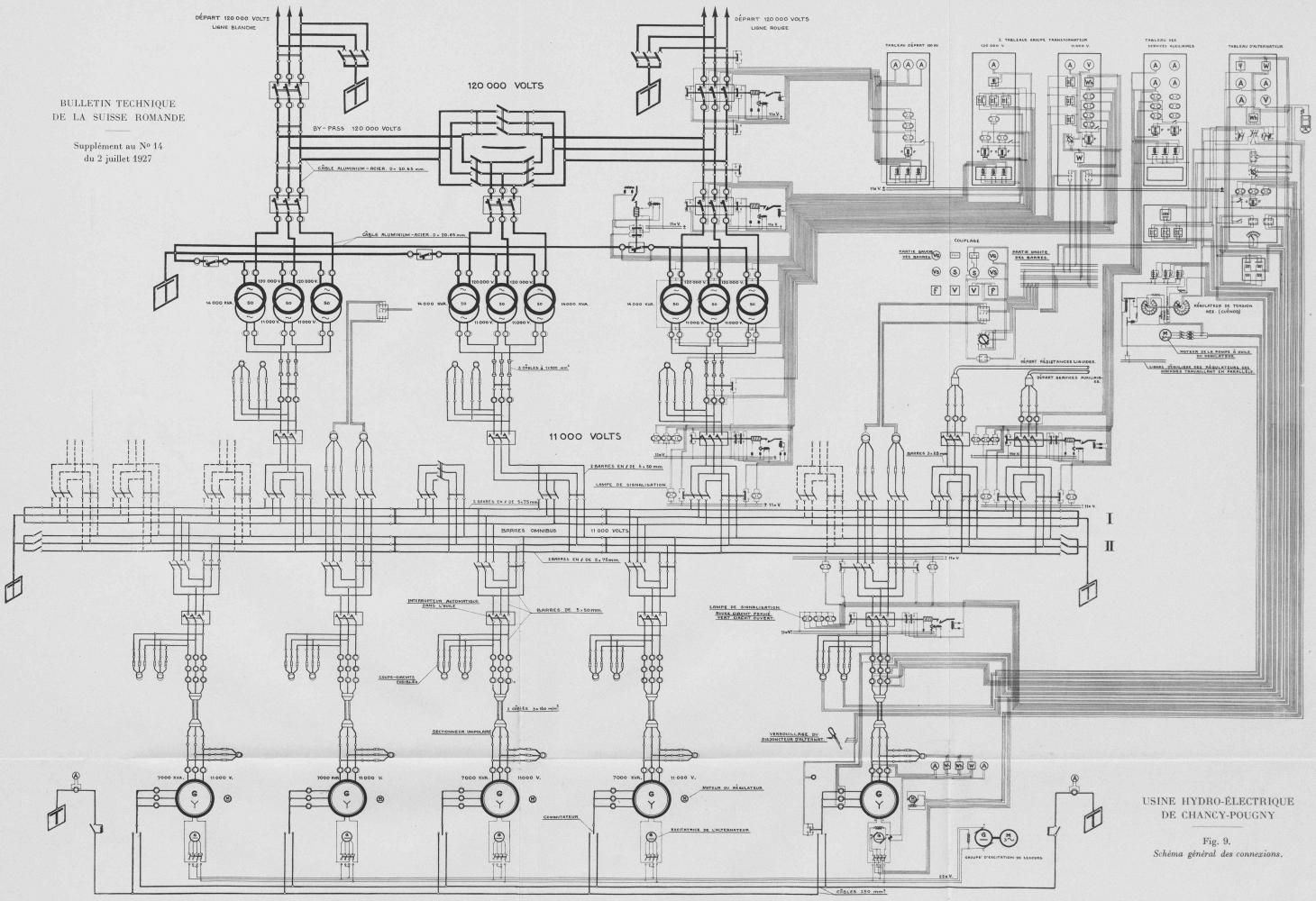
Fig. 13. — Disjoncteurs 11 000 volts.

Les *disjoncteurs tripolaires* 11 000 V (fig. 13) construction Schneider & Cie, comportent trois appareils unipolaires accouplés, chaque bac à huile ayant sa petite cellule particulière. Ils sont du type à 4 ruptures avec mâchoires lamellées en cuivre, entre lesquelles s'insèrent verticalement les cônes en bronze montés sur traverse en bois imprégné. Ces appareils sont dimensionnés pour un courant normal de 800 ampères et une capacité de rupture de 160 000 kVA. Le couvercle en fonte portant la partie active roule au moyen de 4 galets sur les fers profilés surmontant les cloisons, les bacs à huile en tôle sont retenus par deux câbles souples s'enroulant sur des tambours, ce qui permet la visite facile des contacts. L'appareil électromagnétique commandant l'ouverture et la fermeture du disjoncteur, placé dans la galerie médiane, entraîne l'arbre d'accouplement des 3 pôles au moyen d'un câble souple. Un contacteur spécial en bout d'arbre assure la fermeture des circuits d'alarme et de signalisation de la position du disjoncteur.

Le transport de l'appareil s'effectue au moyen d'un chariot spécial muni de rails pouvant se juxtaposer à ceux des cloisonnements. Des panneaux à clapet en tôle, accrochés à l'avant des cellules ferment les chambres d'explosion de chaque pôle de disjoncteur. Le fond de ces chambres, aménagé pour l'écoulement de l'huile et fermé par une soupape,

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

Supplément au N° 14
du 2 juillet 1927



USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE
DE CHANCY-POUGNY

Fig. 9.
Schéma général des connexions.

Seite / page

leer / vide / blank

est relié à une canalisation souterraine générale, aboutissant à une cuve d'extinction et de récupération.

Des lampes de signalisation rouges et vertes, disposées dans chaque cellule de disjoncteur ou de sectionneur, fonctionnent comme rappel de position, fermée ou ouverte, des appareils d'un même champ.

(A suivre.)

Le problème des carburants dans les pays dépourvus de pétrole

par T.-J. de SEZE, ingénieur des Ponts et Chaussées.

(Suite).[1]

5. Carburants gazeux.

Gaz d'éclairage. — Jusqu'à la guerre de 1914, les carburants employés dans les moteurs mobiles étaient presque exclusivement liquides. La pénurie d'essence, due à la guerre sous-marine, donna l'idée à quelques constructeurs anglais et français de remplacer dans les moteurs d'automobiles l'essence par le *gaz d'éclairage* dont le pouvoir calorifique assez variable va de 5100 calories quand la vapeur d'eau de la combustion ne se condense pas (pouvoir calorifique inférieur) à 5550 calories quand la vapeur d'eau formée se condense entièrement (pouvoir calorifique supérieur). Comme il faut au gaz environ 9 fois son volume d'air pour brûler complètement, on voit qu'un mètre cube du mélange air-gaz contient 525 calories (pour une condensation moyenne de la vapeur d'eau correspondant à 5250 calories) alors qu'un mètre cube du mélange air-vapeur d'essence en contient 680, soit une différence de 23 %. Cette différence est fortement atténuée par l'élévation du taux de compression du gaz d'éclairage qui est voisin de 8. Aussi emploie-t-on le gaz dans les moteurs fixes depuis 1860.

Pour l'utiliser pendant la guerre dans les moteurs d'automobile, on l'emmagasinait dans de grands sacs de caoutchouc placés sur le dessus des voitures ; l'élasticité du sac distendu chassait le gaz dans de carburateur. Le système fonctionna très bien grâce à de légères modifications du carburateur ; les seuls inconvénients étaient l'aspect peu gracieux du gros sac de caoutchouc au-dessus de la voiture et l'obligation de se réapprovisionner assez fréquemment, opération moins commode qu'avec un carburant liquide : on aurait d'ailleurs pu éviter ou atténuer ces inconvénients en employant le gaz comprimé dans des récipients métalliques. On équipa avec des sacs de caoutchouc surtout des poids lourds circulant dans la banlieue de Londres, des automobiles particulières et des taxi-autos.

Gaz de fours à coke. — Ce gaz, moins riche que le gaz d'éclairage, a un pouvoir calorifique qui va de 3500 à 4000 et exceptionnellement 4500 calories par mètre cube. C'est aussi un assez bon carburant pour les moteurs à explosion, mais tout le gaz produit dans les cokeries est déjà complètement employé ; ce n'est donc pas une source nouvelle de carburant, du moins sous cette forme, car nous avons vu que son éthylène sert à préparer synthétiquement de l'alcool éthylique.

Méthane. — Il y a longtemps que le Colonel Lucas-Girardville a proposé d'employer le *méthane* dans les moteurs. On peut l'obtenir en grande quantité en distillant des charbons de qualité inférieure, comme il en existe dans l'ouest de la France, ou en distillant du lignite ; on peut également employer le méthane obtenu dans la fabrication synthétique de l'ammoniaque par le procédé Claude qui consiste à liquéfier les gaz de hauts fourneaux ou de fours à coke pour en extraire l'hydrogène ; on laisse en général évaporer le méthane contenu dans les gaz liquéfiés ou on le fait brûler pour chauffer les fours ; mais comme le rendement de cette opération n'est pas très bon, on a proposé de mettre en tubes le méthane comprimé ou même liquéfié, ce qui permettrait de l'employer sur les automobiles ; le poids mort des tubes serait inférieur à 2 kilogrammes par cheval-heure disponible.

[1] Voir *Bulletin technique* du 18 juin 1927, page 161.

Gaz de bois. — Le *bois*, comme la houille, donne par distillation en vase clos des gaz combustibles dont le pouvoir calorifique est d'environ 3300 calories par mètre cube et qui sont très propres à l'alimentation des moteurs fixes, bien qu'on ne les ait pas employés jusqu'ici autant qu'on l'aurait pu ; une partie des gaz obtenus peut d'ailleurs servir à produire la chaleur nécessaire à la distillation. D'après Lencauchez, une tonne de bois donne 330 mètres cubes de gaz environ et l'on recueille en outre 70 kilos de goudrons contenant beaucoup de phénol et de créosote, 336 kilos de jus pyroligneux composés d'alcool méthylique, d'acétone, d'acide acétique, etc... et 235 kilos de charbon de bois. On peut employer, comme le fait M. Richer, le bois sous forme de copeaux ou de sciure, de déchets de scierie à 60 % d'eau, de vieux pavés de bois, etc...

Gaz de goudron. — Le *goudron et les huiles lourdes* provenant de la distillation de la houille donnent aussi par distillation ou pyrogénation un bon gaz de moteur ; une tonne de goudron donne 450 mètres cubes de gaz ; il reste 500 kilos de coke et l'on recueille en outre 7 kilos de sulfate d'ammoniaque.

Gaz de hauts fourneaux. — Rappelons que les *hauts fourneaux* fournissent un gaz dont le pouvoir calorifique est de 980 calories et qui fut perdu jusqu'au moment (1840 environ) où les travaux de Faber du Fau, de Thomas, Laurens, Pfort et Ebelmen prouvèrent la possibilité d'employer ce gaz à réchauffer l'air insufflé sans que la fermeture du gueulard amenât de perturbation grave dans la marche du haut fourneau. Aujourd'hui, on emploie le gaz, après épuration, dans des moteurs fixes dont le rendement atteint 28 % ; on arrive ainsi, avec les gaz d'un fourneau de 180 tonnes, à obtenir 6000 chevaux dont 2000 sont absorbés par le service du haut fourneau et 4000 sont disponibles pour d'autres services. Il y a donc dans ces gaz une source extrêmement abondante de carburant ; mais, de même que pour le gaz de fours à coke, elle est déjà complètement exploitée.

Gaz de gazogènes. — C'est l'étude du haut fourneau qui a amené à fabriquer les *gaz de gazogène* que nous allons maintenant étudier.

On sait que l'on obtient le *gaz à l'eau* en faisant passer de la vapeur d'eau sur du coke chauffé au rouge entre 500 et 1000°; l'eau est dissociée en hydrogène et oxygène ; celui-ci réagit sur le charbon et l'on receuille, outre quelques impuretés consistant en goudrons et produits ammoniacaux, un mélange d'hydrogène, d'oxyde de carbone, d'anhydride carbonique et de traces d'hydrocarbures dans lequel les proportions des composants varient avec la température de réaction. Ce mélange, qui donne en moyenne 2600 calories au mètre cube, convient peu à l'alimentation des moteurs car il donne lieu à des coups durs en raison de sa haute teneur en hydrogène allant de 65,2 % lorsqu'il est obtenu à 670° à 50 % si on le prépare à 1125° ; de plus, sa fabrication est intermittente car, la quantité de gaz carbonique augmentant dès que la température baisse, ce qui arrive parce que la dissociation de l'eau est endothermique, il faut de temps en temps souffler de l'air sur le combustible pour faire remonter la température de celui-ci.

Si l'on envoie un courant d'air sur un excès de charbon chauffé entre 1500 et 1700°, on obtient le *gaz à l'air*, appelé aussi gaz Siemens ou gaz pauvre proprement dit, contenant surtout de l'oxyde de carbone et aussi de l'anhydride carbonique, de l'azote et des traces de goudrons, d'hydrocarbures et de composés ammoniacaux ; son pouvoir calorifique est de 950 calories au mètre cube.

Enfin, si l'on fait brûler lentement le charbon dans un courant d'air et de vapeur d'eau, on reçoit d'une façon continue du *gaz mixte* souvent appelé aussi gaz pauvre et formé d'hydrogène, d'oxyde de carbone, d'anhydride carbonique, d'azote et de petites quantités de méthane, d'éthane et d'oxygène ; les proportions de ces divers gaz varient d'ailleurs beaucoup suivant la nature du charbon employé, la teneur de l'air d'alimentation en vapeur d'eau, enfin la température de réaction. Le pouvoir calorifique du gaz mixte,