

L'usine hydro-électrique d'Orsières en Valais, par la Société suisse d'Electricité et de Traction, à Bâle (suite)

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **60 (1934)**

Heft 12

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-46389>

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

ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs

Prix du numéro :
75 centimes.

Pour les abonnements
s'adresser à la librairie
F. Rouge & C^o, à Lausanne.

Rédaction : H. DEMIERRE et
J. PEITREQUIN, ingénieurs.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA
COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA
SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

ANNONCES :

Le millimètre sur 1 colonne,
largeur 47 mm. :
20 centimes.

Rabais pour annonces répétées

Tarif spécial
pour fractions de pages.

Régie des annonces :
Indicateur Vaudois
(Société Suisse d'Édition)
Terreaux 29, Lausanne.

SOMMAIRE : *L'Usine hydro-électrique d'Orsières, en Valais*, par la Société suisse d'Electricité et de Traction, à Bâle (suite). — *Résonance de l'oscillation dans une chambre d'équilibre*, par JULES CALAME, ingénieur-conseil, à Genève (suite et fin). — TECHNOLOGIE DU BATIMENT : *Hygiène phonique des habitations*. — *L'opinion des architectes sur la cuisine électrique*. — SOCIÉTÉS : *Société suisse des ingénieurs et des architectes*. — *Association suisse de technique sanitaire*. — *Groupe des architectes de la S. V. I. A., Section S. I. A.* — *Echange d'anciens élèves des Technicums, de l'E. P. Z. et de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne, restés sans emploi après leurs études*. — BIBLIOGRAPHIE. — CARNET DES CONCOURS.

L'Usine hydro-électrique d'Orsières, en Valais, par la Société suisse d'Electricité et de Traction, à Bâle.

(Suite.)¹

Appareillage électrique et transformateurs.

Du fait que la presque totalité de l'énergie est destinée à être transportée à grande distance, par une ligne à haute tension (50 kV), on a pu simplifier considérablement

l'installation électrique en réduisant l'appareillage à la tension des alternateurs à sa plus simple expression. On a cherché à réaliser une liaison directe, alternateur-transformateur, sans l'interposition d'aucun disjoncteur, de manière à créer, en quelque sorte, une unité génératrice à la tension de départ, 50 kV ; cette disposition ressort du schéma général unifilaire fig. 38. Pour les besoins de l'usine (alimentation des services auxiliaires), de même que pour l'alimentation du réseau local de la commune d'Orsières à 10 kV (obligation résultant de la

¹ Voir *Bulletin technique* du 12 mai 1934, page 109.



Fig. 39. — Disposition des transformateurs.

concession), il n'a pas été possible de faire abstraction complète d'appareillage à la tension des alternateurs. C'est pourquoi on a introduit, sur le câble de liaison entre alternateur et transformateur, une cellule, dite « cellule d'alternateur », disposée entre les cheminées de ventilation (fig. 31) dans le couloir dont nous avons parlé plus haut, et où l'on a groupé les transformateurs de courant et de tension pour les mesures et les protections, avec un jeu de sectionneurs permettant de brancher l'alternateur soit directement sur le transformateur, soit sur un câble alimentant un jeu de barres auxiliaire à 10 kV disposé au rez-de-chaussée de l'aile amont du bâtiment, ou encore sur les deux circuits simultanément (fig. 38); la disposition est identique pour les deux alternateurs. C'est dans ces cellules que l'on a également formé le point neutre des alternateurs avec résistance de mise à la terre.

La protection d'alternateur comprend: un relais différentiel, un relais à maximum de tension ainsi qu'un limiteur d'intensité également influencé en cas de surintensité d'origine extérieure et la mise à la terre du neutre; le fonctionnement de l'une quelconque de ces protections entraîne la désexcitation de la machine et l'ouverture du disjoncteur de transformateur; le raccordement de chaque alternateur au jeu de barres 10 kV est protégé par un disjoncteur à relais à maximum de

courant à l'arrivée aux barres elles-mêmes. Celles-ci comprennent 3 départs, soit un pour le raccordement au réseau local avec transformateur 200 kVA, à rapport 1/1, un pour la résistance liquide d'essais et un pour les deux transformateurs de 150 kVA, d'alimentation des services auxiliaires; il est encore prévu deux départs de réserve. La disposition très concentrée de cette installation a permis de réduire sensiblement les dimensions du bâtiment.

Après une étude approfondie du prix de revient des installations à haute tension (50 kV), on est arrivé à une solution mixte; appareillage intérieur pour montage en halle et transformateurs extérieurs (voir fig. 30 et 39). Dans le choix de cette solution, les difficultés d'exploitation d'un poste extérieur en montagne, pendant l'hiver, ont également été prises en considération.

L'arrivée 10 kV aux transformateurs se fait par câbles souterrains, le retour de la haute tension (50 kV) dans le bâtiment est par contre aérien avec isolateurs de traversée (fig. 39). La sortie pour les départs est disposée d'une manière analogue, les lignes se trouvant amarrées à l'arête du toit. Tous les appareils 50 kV sont encastrés dans le plancher, l'étage inférieur étant aménagé en chambre d'explosion avec ouvertures directes vers l'extérieur (fig. 40).

Les transformateurs ont les caractéristiques suivantes :

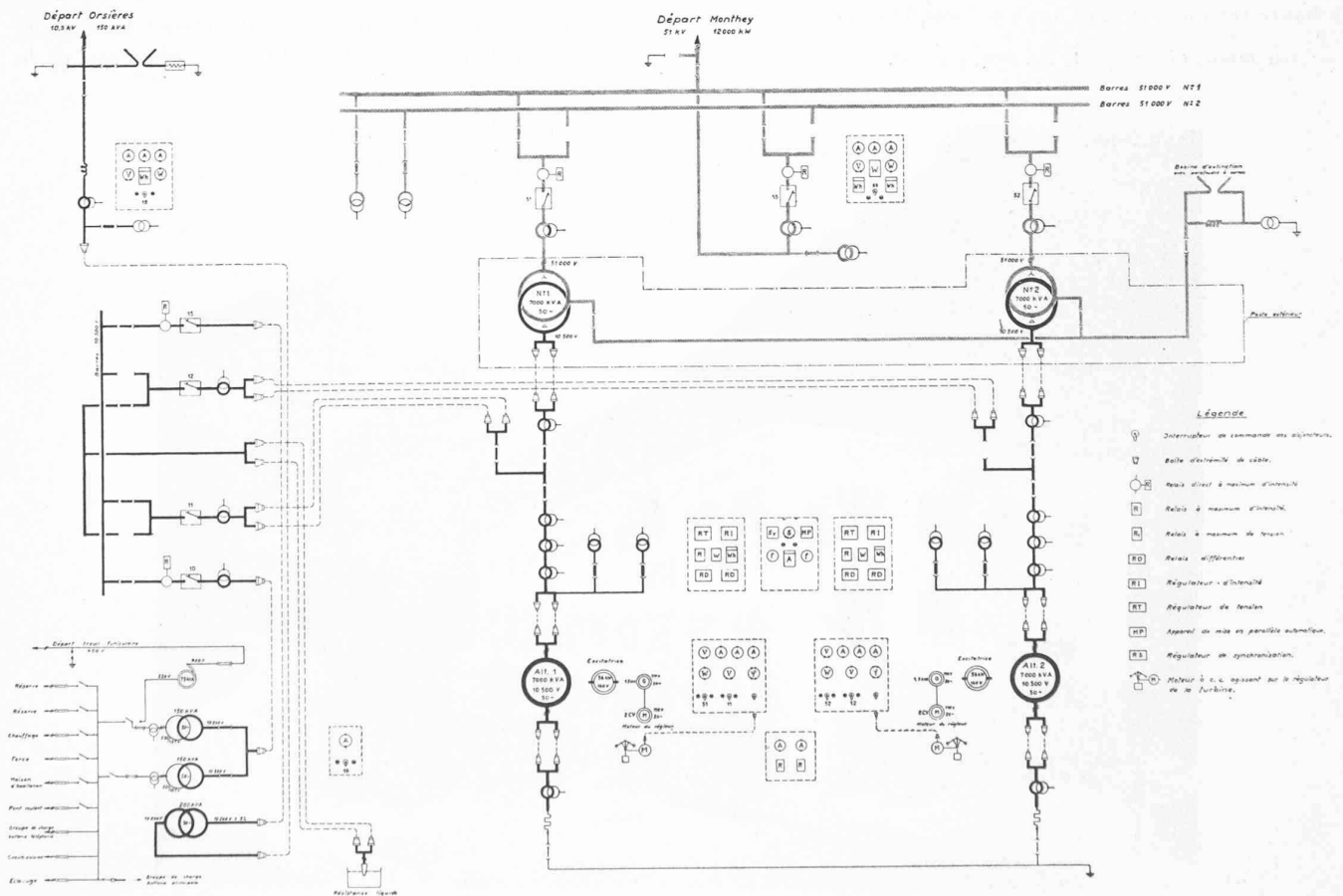


Fig. 38. — Schéma unifilaire des connexions.

Type	Montage extérieur, refroidissement naturel.
Puissance continue sous $\cos \varphi = 0,8$	7000 kVA.
Nature du courant	triphase.
Fréquence	50 pér/s.
Rapport de transformation à pleine charge, $\cos \varphi = 0,8$	10 500/51 000 V
Connexion	Δ/Υ avec neutre sorti.
Rendements garantis et mesurés :	
$\cos \varphi = 1,0$	98,9 %.
$\cos \varphi = 0,8$	98,6 %.
Poids d'un transformateur sans huile	20,5 t.
Poids de l'huile de remplissage	6,6 t.
Poids total	27,1 t.

Les transformateurs sont dotés d'une protection différentielle sensible au déséquilibre des courants côtés primaire et secondaire ; ils sont encore équipés chacun d'un thermomètre à résistance pour la mesure de température et d'un thermomètre à contact, avec signal d'alarme, en cas de dépassement de la température limite fixée.

Le point neutre est mis à la terre par l'intermédiaire d'une bobine d'extinction montée en parallèle avec un parafoudre à corne ; un transformateur de courant permet

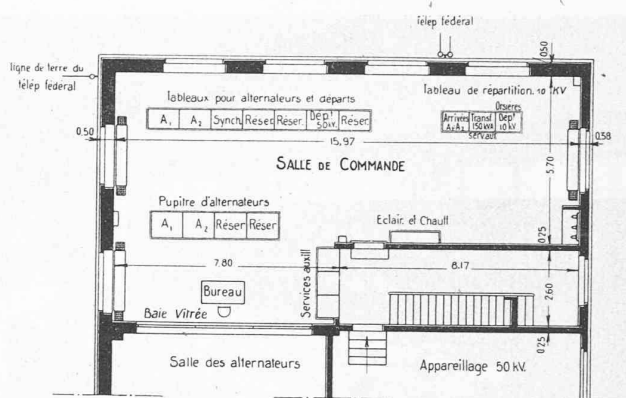


Fig. 41. — Disposition de la salle des tableaux.

de connaître les courants de terre qui sont inscrits par un ampèremètre enregistreur ; le passage d'un courant est de plus signalé acoustiquement.

Le disjoncteur 50 kV placé entre le transformateur et les jeux de barres, est pourvu de relais à maximum de courant comme protection vers l'extérieur ; il s'ouvre cependant en cas de fonctionnement de l'un quelconque des organes de protection de l'alternateur. Le déclenchement automatique est lié à l'interrupteur de désexcitation de l'alternateur.

Un seul départ est installé pour le moment ; il est équipé le plus simplement possible avec disjoncteur et transformateurs de mesure pour le comptage de l'énergie et la synchronisation. Il n'est prévue aucune protection contre les surtensions. Tous les disjoncteurs tripolaires 50 kV sont du type monobac, dans l'huile, à cuve cylindrique, pouvoir de rupture 450 000 kVA.

Comme il est dit plus haut, la salle des tableaux est située au premier étage de l'aile amont du bâtiment ; elle a vue sur la salle des machines par une large baie vitrée. Les figures 41 et 42 donnent une idée de la disposition adoptée. Le pupitre des alternateurs est au premier plan, devant la baie vitrée et comporte tous les instruments de mesure et de commande d'un groupe, c'est-à-dire, de tous les organes compris entre l'alternateur et les jeux de barres, inclus le réglage de la vitesse des turbines ; on a installé 4 panneaux dont deux de réserve. A ce pupitre correspond, à l'arrière-plan, un tableau à 5 panneaux verticaux, dont 4 pour les organes de réglage et de protection, le compteur et l'appareil enregistreur de chacun des alternateurs (dont 2 non installés) et le cinquième disposé au centre, pour les appareils de synchronisation automatique. Ce tableau se prolonge par deux panneaux pour les appareils d'un départ : commande, protection, mesure. Dans le même alignement, un peu à l'écart, se trouve un second groupe de trois panneaux pour les divers services du jeu de barres auxiliaires 10 kV.

Lorsque l'opérateur fait face au pupitre des alternateurs en tournant le dos à la salle des machines, il a à sa droite le tableau des services auxiliaires basse tension, y compris tous les organes de commande et de réglage de la batterie d'accumulateurs et de son groupe de charge.

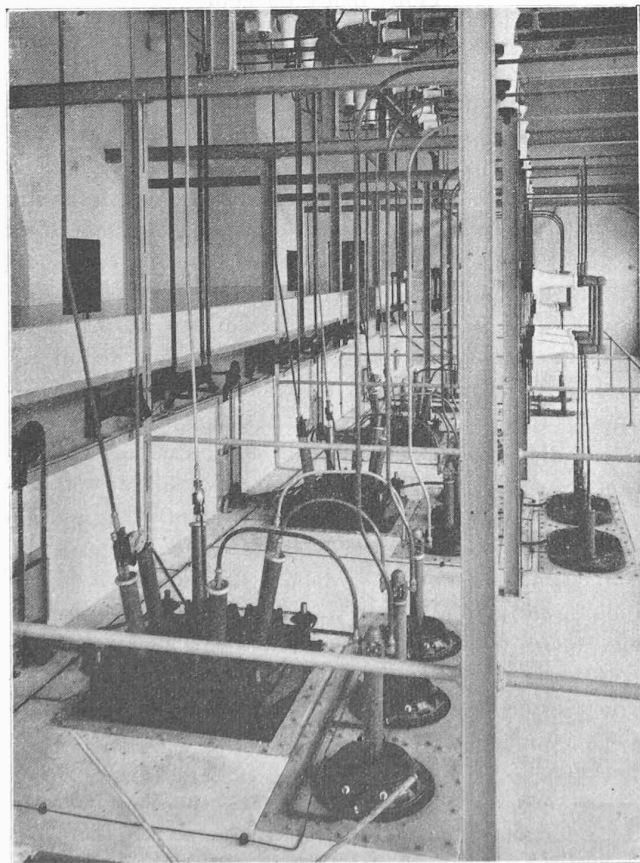


Fig. 40. — Vue de l'appareillage 50 kV.

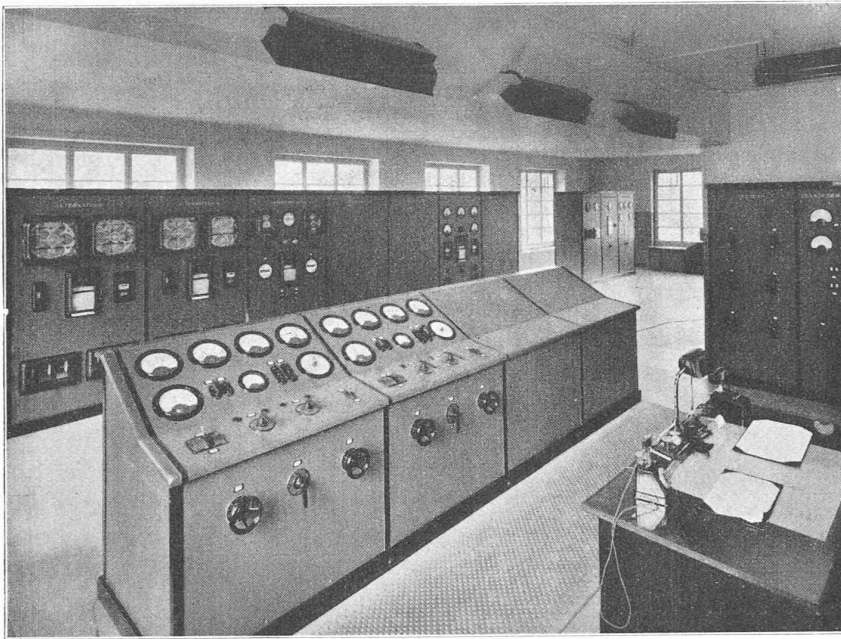


Fig. 42. — Pupitres et tableaux.

Un tableau spécial est réservé pour la commande de l'éclairage général et du réseau de chauffage.

Services auxiliaires.

Le réseau des services auxiliaires est alimenté par deux transformateurs de 150 kVA, branchés en parallèle, rapport de transformation 10 500/220/125 V, connexion triangle étoile, avec neutre sorti côté basse tension. Le schéma figure 38 donne le principe de l'installation avec le départ à 400 V, équipé d'un autotransformateur de 75 kVA, pour la ligne aérienne sur poteaux-bois, allant à la chambre de mise en charge, pour l'alimentation du moteur du treuil du funiculaire de la conduite forcée.

Le *réseau d'éclairage* est alimenté à 125 V, entre phases et neutre, une partie directement depuis le jeu de barres, l'autre partie, par l'intermédiaire d'un commutateur commandé par un relais à tension nulle qui commute la partie correspondante du réseau sur la batterie d'accumulateurs 125 V, en cas de baisse anormale de la tension alternative.

Le réseau de chauffage comprend un certain nombre de poêles électriques à accumulation, et de radiateurs directs, accusant une puissance totale de 50 kW. Ces appareils sont répartis dans tous les locaux qui ne sont pas atteints par l'air chaud des alternateurs.

L'usine est dotée de deux *réseaux téléphoniques*, l'un interne comprenant 4 appareils répartis dans le bâtiment et 1 appareil à la chambre de mise en charge, l'autre, raccordé au réseau fédéral avec 8 appareils, dont 2 à l'usine, 2 à la maison d'habitation (chef et sous-chef d'usine) et 2 à chacune des prises de Branche et Pallazuit (1 appareil à la prise proprement dite et 1 dans le logement du gardien). Le service de ce réseau est assuré par un central manuel aménagé dans la salle des tableaux.

Au point de vue sécurité, on a installé un limnigraphe à flotteur à la chambre de mise en charge, avec transmission des indications à la salle des tableaux, d'où l'on a la possibilité de fermer la vanne cylindrique d'entrée de la conduite forcée à l'aide d'une commande électromagnétique. C'est précisément pour ces divers organes (téléphone, limnigraphe, commande de vanne) que l'on a placé le long de la conduite forcée un câble souterrain pour courant faible à 4 circuits, dont il a été parlé plus haut.

La *batterie d'accumulateurs* 125 V a une capacité de 160 Ah. Outre l'éclairage de secours, dont il a été parlé plus haut, elle est destinée exclusivement à l'alimentation des organes de commande et de signalisation de l'appareillage ; les services auxiliaires proprement dits étant tous alimentés en courant alternatif uniquement. Le

groupe de charge de la batterie est équipé d'un moteur de 7,5 kW à induit à court-circuit que l'on met en marche directement depuis la salle des tableaux ; la génératrice à courant continu débite une puissance utile de 6,3 kW.

Ligne haute tension.

L'énergie produite par l'usine d'Orsières est, avant tout, destinée aux usines de fabrication, sises à Monthey, de la Société pour l'Industrie chimique, à Bâle. Comme d'autre part, il n'y a aucune possibilité intéressante d'utilisation dans la région, il y a été projeté une seule ligne de départ, à deux circuits, Orsières-Monthey, de 35 km de longueur, dont un circuit seulement est monté en première étape. Les caractéristiques en ont été déterminées de manière à pouvoir transporter la puissance totale actuelle de l'usine, soit environ 12 000 kW, dans des conditions normales. La tension de 50 kV s'est révélée avantageuse et était d'autre part nécessaire pour permettre le transit de l'énergie sur un tiers réseau dont il sera question plus loin. En vue d'extensions futures, les pylônes ont été, dès maintenant, prévus pour des écartements correspondant à la tension de 120 kV.

Indépendamment de ce débouché principal, il a paru indiqué de ne pas écarter la possibilité de se raccorder aux autres usines de la région dont une ligne de transport passe aux environs de Sembrancher ; cette ligne est à la tension de 64 kV qui diffère sensiblement des tensions normales envisagées pour l'usine d'Orsières. C'est pourquoi le premier tronçon de ligne, entre Orsières et Sembrancher, est équipé de pylônes pouvant recevoir 9 conducteurs, formant 3 lignes triphasées, dont 2 à destination de la vallée du Rhône et de Monthey, et la troisième pour le raccordement à la ligne passant à

Sembrancher. Sur ces 9 conducteurs, 3 seulement sont équipés en première étape. On a envisagé que le transformateur 10/64 kV à installer plus tard à Orsières, ne serait pas alimenté directement depuis l'un des alternateurs, mais bien depuis le jeu de barres auxiliaires à 10 kV, ce qui permettra de régler la tension du départ correspondant, indépendamment de celle des autres départs, soit par l'introduction d'un régulateur d'induction, soit en dotant le transformateur d'un interrupteur à gradins.

Pour des motifs d'opportunité et d'ordre administratif, la Compagnie des Forces Motrices d'Orsières a renoncé à construire sa propre ligne de transport jusqu'à Monthey, mais s'est bornée au tronçon aboutissant à Vernayaz, à 5 km environ à l'aval de Martigny, dans la vallée du Rhône. De là, la Compagnie fait transiter son énergie sur une ligne 50 kV existante, venant du Haut Valais et se dirigeant également vers Monthey. En cet endroit, une dérivation de cette ligne pénètre dans la sous-station de la Société pour l'Industrie chimique qui a été complétée par un poste, avec un auto-transformateur à réglage automatique par gradins, afin d'obtenir une tension très constante et indépendante des fluctuations du réseau transitaire.

Au départ d'Orsières, le tracé de la ligne, orienté vers le nord, suit le flanc gauche de la vallée de la Drance, jusque près de Sembrancher, à une altitude variant entre 850 et 1000 m. Là, après un angle brusque de près de 50°, réparti sur deux supports, la ligne prend une direction nord-est pour franchir le Mont-Chemin, au Col des Planches (altitude 1450 m) près de l'hôtel du même nom, et gagner de là la vallée du Rhône (altitude 460 m), non loin de Martigny. Le passage du Mont-Chemin pose des conditions assez dures pour la construction d'une ligne, particulièrement la descente dans la vallée du Rhône qui est très accidentée. La différence de niveau est de 1000 m en chiffres ronds, pour une distance en projection horizontale de 1500 m seulement. Ce premier tronçon depuis Orsières est dénommé « tronçon montagne », par opposition au « tronçon plaine » pour le trajet Martigny-Vernayaz. Sur ce parcours, le tracé s'est adapté aux conditions imposées par le grand nombre de lignes existantes, ceci afin de réduire à un minimum le nombre des croisements et de conserver un certain ordre de répartition. Il faut cependant constater que, par suite des enfilades de peupliers, qui sont un des traits caractéristiques de la Vallée du Rhône, les nombreuses lignes à haute tension sont à peine visibles et ne causent de ce fait, aucune perturbation dans le paysage. Le tracé a une longueur totale de 47,25 km dont 11,95 km en montagne et 5,30 km en plaine.

(A suivre).

Résonance de l'oscillation dans une chambre d'équilibre,

par JULES CALAME, ingénieur-conseil, à Genève.

(Suite et fin.)¹

3. Ouvertures successives.

Examinons la possibilité de réduire au minimum l'oscillation résultant de deux manœuvres partielles, en posant le problème dans toute sa généralité et montrons d'abord que, quel que soit le délai qui sépare l'ouverture consécutive de deux turbines, la dénivellation due à la résultante des oscillations séparées de ces deux turbines ne dépassera jamais la dénivellation maximum que provoquerait leur ouverture simultanée.

On négligera, ici encore, l'effet de la perte de charge qui augmente la descente et qui est maximum pour le plus fort débit. Si l'on démontre, par conséquent, sans tenir compte des pertes, que des manœuvres successives donnent lieu à une oscillation d'amplitude plus faible que celle résultant de la manœuvre simultanée des deux groupes, on aura démontré, *a fortiori*, que cette même descente est moins importante encore pour des manœuvres successives, quand on tient compte de la perte de charge.

Examinons d'abord quelques cas particuliers d'oscillations provoquées par des manœuvres successives de deux turbines, ces manœuvres étant séparées par un intervalle de temps t_0 , dont on supposera qu'il prend les valeurs $T:4$, $T:2$, $3T:4$, ainsi que le montrent les figures 6, 7 et 8. Dès l'instant où la seconde turbine se met en marche, l'oscillation qu'elle provoque, compensée par l'oscillation provenant de la première turbine, donne lieu à une oscillation résultante, de même période que les oscillations composantes, mais dont l'amplitude dépend du délai t_0 .

Pour $t_0 = T:2$, on ne s'étonne pas que l'effet de la deuxième turbine compense exactement celui de la première. Mais, dans tous les autres cas, l'amplitude de l'oscillation résultante n'est pas nulle et elle dépasse, pour plusieurs valeurs de t_0 , l'amplitude de l'oscillation d'une seule turbine.

L'amplitude maximum de l'oscillation résultante, qui atteint (quand on ne tient pas compte des pertes de charge) le double de l'amplitude de l'oscillation d'une turbine (fig. 9), se produit, soit qu'on ouvre les deux turbines simultanément ($t_0 = 0$), soit que le délai de mise en marche des deux turbines atteigne exactement la valeur d'une période complète ($t_0 = T$) ou d'un multiple de cette période.

Il est d'ailleurs facile de montrer qu'il en est bien ainsi, dès qu'on fait abstraction des pertes de charge.

La première oscillation composante, provenant de l'ouverture d'une turbine sur deux, peut, en effet, s'écrire

¹ Voir *Bulletin technique* du 26 mai 1934, page 122.