Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 47 (1956)

Heft: 16

Rubrik: Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Questions d'exploitation des réseaux et d'organisation de l'exploitation

Compte rendu de la 15e Assemblée de discussion de l'UCS du 14 juin 1956 à Zurich et du 21 juin 1956 à Lausanne, 1er partie

621.316.1

La 15e Assemblée de discussion de l'UCS, qui s'est tenue le 14 juin à Zurich pour les participants de langue allemande et le 21 juin à Lausanne pour ceux de langue française, était consacrée à des «Questions d'exploitation des réseaux et d'organisation de l'exploitation». Les cinq conférences prononcées à cette occasion traitent chacune de plusieurs questions distinctes choisies dans ce vaste sujet. Il était donc difficile de leur donner un titre: nous les publions ici dans l'ordre où elles ont été données, en indiquant chaque fois le nom du conférencier. La première a été présentée par son auteur à la fois à Zurich en langue allemande et à Lausanne en langue française; les trois suivantes l'ont été uniquement à Zurich en langue allemande, la cinquième uniquement à Lausanne en langue française. Nous les ferons suivre d'un résumé de la discussion qui s'est déroulée à Zurich, d'une part, et à Lausanne, de l'autre.

Chacune des conférences est divisée en plusieurs paragraphes, correspondant aux diverses questions traitées. Certaines de ces questions sont présentées par deux conférenciers, mais alors ceux-ci se placent à des points de vue assez différents: celui des entreprises régionales (1e et 4e conférences) d'une part, celui des entreprises urbaines (2e, 3e et 5e conférences) d'autre part. Remarquons enfin qu'il est uniquement question dans les cinq conférences d'installations exploitées sous une tension inférieure à 50 kV.

Nous reproduisons ci-dessous les deux premières conférences. Le premier conférencier, M. Ch. Greub, a fait circuler lors de l'assemblée un classeur contenant une riche documentation sur les questions traitées, documentation qui n'a malheureusement pas pu être reproduite ici; elle est à disposition des intéressés au Secrétariat de l'UCS.

Die 15. Diskussionsversammlung, die am 14. Juni in Zürich für deutschsprechende und am 21. Juni in Lausanne für französischsprechende Teilnehmer stattfand, war «Fragen des Netzbetriebes und der Betriebsorganisation» gewidmet. In jedem der gehaltenen fünf Referate wurden mehrere Einzelfragen aus dem gewählten Thema behandelt. Es war also schwierig, diese Referate einzeln zu betiteln: sie werden hier in der Reihenfolge, wie sie an der Versammlung gehalten wurden und unter jeweiliger Angabe des Referenten veröffentlicht. Der erste Vortrag wurde vom gleichen Referenten sowohl in Zürich in deutscher Sprache und in Lausanne in französischer Sprache gehalten; die Referate 2 bis 4 erfolgten in Zürich in deutscher Sprache und das Referat 5 in Lausanne in französischer Sprache. Sie werden von einer kurzen Zusammenfassung der Diskussion in Zürich und in Lausanne gefolgt.

Jeder Vortrag ist in mehreren Abschnitten unterteilt, die den verschiedenen behandelten Fragen entsprechen. Einige Fragen wurden in zwei Referaten behandelt. Die Referenten stellten sich aber dabei bewusst auf die etwas verschiedenen Standpunkte der Überlandwerke (Referate 1 und 4) und der städtischen Werke (Referate 2, 3 und 5).

Es sei noch bemerkt, dass die fünf Vorträge sich lediglich auf Anlagen mit Spannungen bis zu 50 kV beziehen.

In dieser Nummer veröffentlichen wir die beiden ersten Referate. Der erste Referent, Ch. Greub, liess während seines Vortrages eine Mappe mit einer reichen Dokumentation über die von ihm behandelten Fragen zirkulieren; sie konnte hier leider nicht reproduziert werden; sie steht aber beim Sekretariat des VSE etwaigen Interessenten zur Verfügung.

1re Conférence

par *Ch. Greub*, Delémont

Localisation et suppression des défauts aux lignes de transport

Les abonnés des entreprises électriques sont devenus très exigeants en ce qui concerne *la continuité des fournitures* d'énergie électrique. Les interruptions de longue durée sont devenues inadmissibles. Or, les installations de production, de transformation et de transport sont *exposées à de nombreux défauts.* Les organes responsables de l'exploitation ont donc pour devoir:

de réduire le nombre des interruptions
de réduire au minimum la durée et l'effet des interruptions.

Les moyens à leur disposition sont de *nature technique et d'organisation.*

Les *moyens techniques* doivent être adaptés à la diversité des réseaux et étudiés dans chaque cas particulier. Nous nous contenterons de rappeler brièvement quelques possibilités bien connues:

Coordination parfaite de l'isolation; écoulement des surtensions; interconnexion des réseaux; déclenchement sélectif par relais de distance; échelonnement approprié des temporisations des relais à maximum de courant; dispositif de réenclenchement rapide; commande à distance, etc.

Il serait difficile, à ce sujet, d'établir une règle générale. Ce n'est pas le but de notre exposé d'entrer plus avant dans les détails techniques de la question.

En admettant que les réseaux répondent aux exigences techniques minimales, nous examinerons brièvement les *mesures d'organisation* susceptibles de limiter les dérangements. D'autre part, nous nous en tiendrons aux dérangements sur les *canalisations aériennes jusqu'à 16 kV.*

Les temps sont certainement révolus où l'on se fiait au hasard pour la recherche et l'élimination des défauts, où l'on comptait sur la présence constante d'un vieux routinier, qui avait vécu la construction et le développement des réseaux. Une *bonne organisation du service des dérangements* est aujourd'hui indispensable. Elle permet de diminuer les erreurs de disposition, de donner dès le début

aux jeunes une certaine sûreté et de réduire de façon importante la durée des interruptions. Même dans la plus petite exploitation il semble qu'il doit être possible, à très peu de frais, de mettre à disposition du personnel d'exploitation une organisation appropriée. Les fondements d'une telle organisation nous paraissent être les suivants:

a) localisation rapide des défauts;
b) détermination du lieu, de la cause et de l'importance des défauts;
c) suppression des défauts, comprenant la mise sur pied du personnel et la préparation de l'outillage et du matériel approprié.

Localisation rapide des défauts

On doit, en tout premier lieu, pouvoir faire appel à la *permanence du personnel de piquet, qui doit posséder une solide instruction.* La formule tendant à organiser un service de piquet hebdomadaire se relayant chaque samedi, et auquel il est accordé les lundis suivants de congé, a fait ses preuves. Dans notre entreprise, le technicien de piquet, à sa reprise de service le samedi à midi, reçoit de son prédécesseur tous les renseignements utiles sur l'état d'enclenchement des sous-stations et du réseau en général soit verbalement, soit par écrit. Tout état extraordinaire d'enclenchement, les programmes, les travaux d'exploitation, etc., sont spécialement mis en évidence. Le technicien signe à son prédécesseur une sorte de revers, qui l'oblige à se rendre compte exactement de l'état d'exploitation.

La plus grande attention doit être apportée à l'*instruction générale du personnel.* Si nous voulons, dans l'exploitation, que les jeunes soient en mesure d'assurer la relève, notre devoir est de les aider et de leur faciliter la tâche. Il n'est pas bon de placer un jeune technicien à côté d'un «vieux routinier» et d'attendre simplement ce qu'il pourra occasionnellement apprendre. En premier lieu, une connaissance parfaite des canalisations sur le terrain me paraît indispensable. Elle donnera une idée des distances, des difficultés du terrain, des chemins d'accès, etc. Il est en outre utile, de temps à autre, de s'exercer à localiser des perturbations supposées. Il est également utile de discuter les dérangements survenus, sur la base du procès-verbal des perturbations. Cela ne doit pas sembler fastidieux au routinier: s'il n'a plus rien à apprendre, il peut encore enseigner.

Il est très utile que le service de piquet responsable dispose au moins d'une *2e ligne téléphonique,* dont le numéro d'appel n'est en général pas connu du public. Un *chercheur automatique* des numéros de téléphone facilite également le travail du technicien de service. Au moyen d'un de ces appareils, il est possible d'appeler 50 numéros par simple pression sur un levier, après avoir mis l'aiguille sur le numéro voulu. Si c'est nécessaire, un 2e appareil ou même davantage peuvent être installés. Grâce à ce moyen, le technicien gagne du temps, ce qui lui permet de mettre à jour le procès-verbal de dérangement.

Il est aussi très important de pouvoir *jeter rapidement un coup d'œil sur l'état d'enclenchement des réseaux.* Plusieurs méthodes sont possibles: schémas coloriés, position des interrupteurs indiquée par des boutons rotatifs ou des petits fanions. Il est dangereux, même dans de petites exploitations, de se fier à sa mémoire quant à la position des interrupteurs.

Dans notre cas, nous avons établi un schéma très simple des réseaux, semblable au schéma des pupitres de commande. Ce système a fait ses preuves. Il comprend une grande planche de bois croisé, vernie en gris clair. Les lignes sont indiquées au moyen de bandes collantes de couleur, étroites ou larges, que l'on peut obtenir dans le commerce. Ces bandes peuvent être détachées puis recollées à nouveau. On peut ainsi facilement corriger le tracé des lignes. Les symboles d'interrupteurs sont rotatifs; on peut également les obtenir dans le commerce. Les états spéciaux d'exploitation ainsi que la position des interrupteurs sont marqués par une

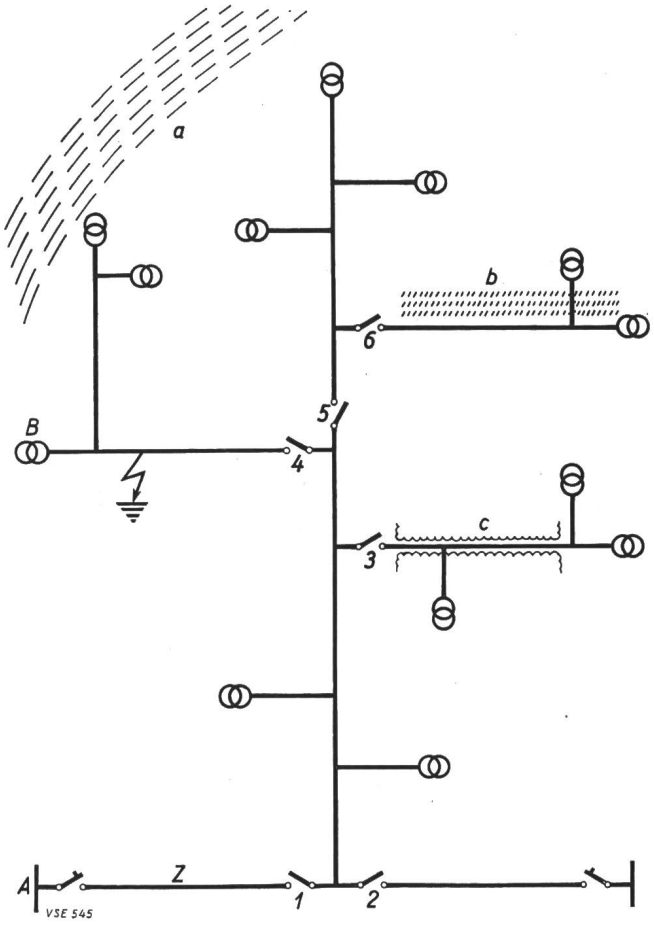

Fig. 1
Exemple de localisation d'un défaut dans un réseau aérien à moyenne tension
a passage des orages
b danger de givre
c tranchée de forêt
La signification des autres lettres et des chiffres ressort du texte de la conférence
L'interrupteur 2 reste toujours ouvert

petite tête de signalisation. Ce genre de schéma nous rend des services appréciables dans la localisation des défauts ainsi que dans le service d'exploitation en général. En outre, il n'est pas très coûteux.

Les sectionneurs montés sur de longues lignes aériennes ou à des points de dérivation ne peuvent très souvent pas être manipulés en temps voulu depuis un centre. Dans le réseau de notre société, les Forces Motrices Bernoises S. A. (FMB), nous

avons instruit des *gardiens d'interrupteurs,* qui se recrutent généralement parmi les artisans locaux. A part quelques exceptions, ces aides peuvent être appelés téléphoniquement, de jour comme de nuit. Nous ne versons pas d'indemnité spéciale pour l'abonnement au téléphone. Le travail de ces gardiens est toutefois indemnisé dans chaque cas individuel, avec un supplément pour les heures de nuit.

Tenant compte des conditions dans lesquelles nous travaillons, nous voudrions illustrer la localisation d'un dérangement par *un cas pratique* (fig. 1). Admettons tout d'abord que la ligne dérangée partant du point *A* a été déclenchée automatiquement à cet endroit par l'intermédiaire d'un relais de protection. Le cas se déroulera comme suit:

1. Le gardien de la station *A* communique que la ligne *Z* a déclenché automatiquement à l'heure *x*. Essais de réenclenchement à l'heure *y*. Le disjoncteur déclenche à nouveau.
2. Le technicien de service met sur pied les surveillants des interrupteurs *1* à *6* en leur donnant l'ordre de déclencher les interrupteurs et de s'annoncer aussitôt après, en indiquant l'heure exacte à laquelle la manœuvre a été faite.
3. Dès réception de la communication que l'interrupteur *1* est déclenché, on fait les essais d'enclenchement au point *A*. Si la ligne tient, elle est immédiatement déclenchée et l'interrupteur *1* réenclenché.
4. Dès réception de la communication que les interrupteurs *3* à *6* sont déclenchés, nouvel essai de réenclenchement au point *A*.
5. Si la ligne tient, l'interrupteur *5* est enclenché et l'ordre est donné de le déclencher à nouveau 30 secondes plus tard. S'il se produit une étincelle à l'ouverture, l'interrupteur reste enclenché. Si il n'y a pas d'étincelle, l'interrupteur reste déclenché. L'indication exacte de l'heure est nécessaire.
6. Même procédé pour les interrupteurs *3*, *4* et *6*.
7. Si par exemple, le disjoncteur automatique au point *A* déclenche au moment où l'on enclenche l'interrupteur *4*, on attendra 3 minutes pour procéder aux essais de réenclenchement. Comme le surveillant de l'interrupteur *4* n'a pas observé d'étincelle au déclenchement, l'interrupteur restera déclenché. Ainsi, le défaut est localisé.
8. Pendant ce temps, le technicien de service aura eu le temps de mettre sur pied les gardiens de lignes et les monteurs. Le tronçon sera contrôlé et un groupe de monteurs envoyé dans le rayon, avec ordre de s'annoncer par téléphone dès son arrivée au point *B*.

Cette façon de procéder peut être appelée «*méthode classique*», *c'est-à-dire localisation d'un dérangement d'avant en arrière.* Le personnel d'exploitation possédant une grande expérience ne s'en tiendra peut-être pas strictement au schéma indiqué. En hiver, par exemple, il cherchera éventuellement à sectionner tout d'abord au moyen des interrupteurs *3* ou *6*. Ceci ne joue en soi aucun rôle déterminant; l'important est qu'il soit procédé méthodiquement. Le théoricien pensera immédiatement aux dangers que présentent, pour les transformateurs, les étincelles de déclenchement des interrupteurs. La pratique a toutefois démontré que des craintes à ce sujet ne sont pas fondées. Nous ne voudrions toutefois pas conseiller ce mode de faire pour des tensions supérieures à 16 000 V; il faut en outre tenir compte de la charge de la ligne. Nous ne voulons pas montrer ce qu'il ne faut pas faire, mais plutôt ce qu'on peut faire.

Détermination du lieu, de la cause et de l'importance des défauts

A moins qu'une communication soit faite par un observateur occasionnel ayant constaté le dégât, le tronçon de ligne défectueux doit être *contrôlé.* Les FMB ont engagé à cet effet un certain nombre de *gardes-conduites,* qui se recrutent de la même façon que les surveillants d'interrupteurs; les deux fonctions sont souvent réunies. Les gardes-conduites reçoivent l'ordre de contrôler immédiatement leur tronçon de ligne, cette dernière devant être considérée comme étant sous tension.

Les expériences faites avec ce personnel auxiliaire sont satisfaisantes. Les gardes-conduites sont en mesure de donner des précisions suffisantes sur l'étendue du défaut, ainsi que sur le matériel détérioré. Les gardes-conduites ont l'ordre de contrôler tous les deux mois les tronçons de lignes qui leur sont attribués. Ils communiquent par écrit, au moyen d'une formule imprimée, les constatations faites. Sur certains tronçons de lignes, les gardiens doivent faire rapport en cas de givre ou de fortes chutes de neige. Dans certains cas, nous mettons une paire de skis à leur disposition, ainsi que des jumelles et un éclairage de secours. Pour ces contrôles, les gardes-conduites reçoivent une indemnité appropriée; nous leur donnons également une carte de légitimation; les instructions sont réunies dans un cahier de charges. Le bureau dispose, dans le dossier du service de piquet, d'un schéma des lignes avec l'indication exacte des tronçons attribués à chaque garde-conduite, ainsi que son numéro de téléphone et autres détails utiles. Les tronçons à contrôler ne doivent pas être trop longs. Il ne devrait pas s'écouler plus d'une heure et demi à deux heures entre l'ordre de contrôle et le rapport du gardien. Le garde-conduite doit s'annoncer même si le tronçon est en ordre, sinon nous le re-

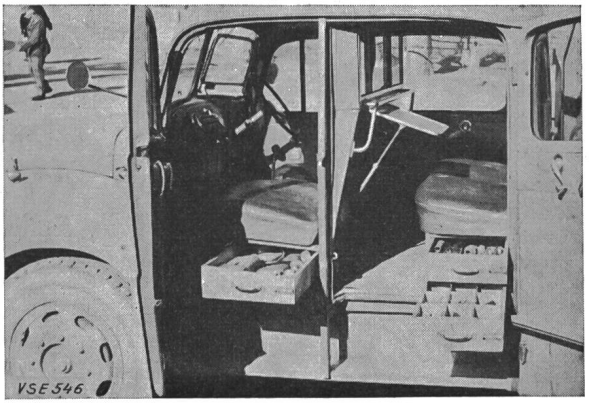

Fig. 2
Camion réservé au principal groupe de monteurs: vue de la cabine double

chercherions. Au cours des années, des rapports de confiance se sont établis entre les gardiens et l'entreprise; plusieurs de ces aides sont en service depuis plus de 25 ans.

Suppression des défauts

Pendant le contrôle de la ligne, il reste suffisamment de temps à la disposition du technicien de service pour mettre sur pied les monteurs nécessaires

et pour préparer l'outillage et le matériel. L'élimination du défaut n'est plus qu'une affaire de métier.

Toutefois, comme la localisation et la suppression du défaut sont une course conte la montre, une grande attention doit être apportée à l'équipement et à la mise sur pied du personnel, ainsi qu'à la préparation du matériel et de l'outillage nécessaires.

Equipement du personnel, moyens de transport, dépôts extérieurs

Bien que l'équipement en outillage soit en général le même partout, nous voudrions en quelques mots souligner l'importance de cette question, en nous plaçant dans les conditions d'exploitation qui sont les nôtres aux FMB.

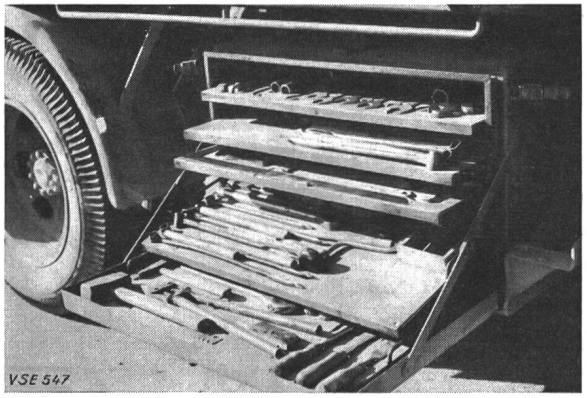

Fig. 3
Camion de la fig. 2: caisse à outils

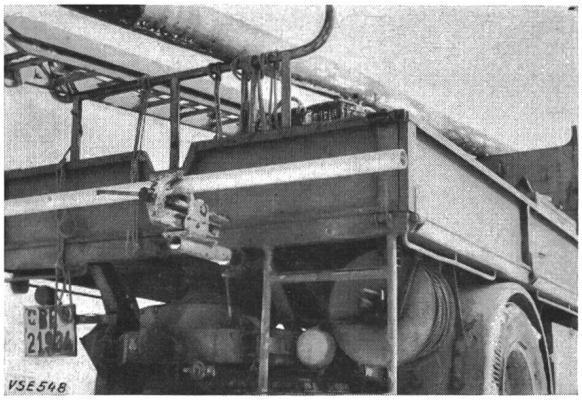

Fig. 4
Camion de la fig. 2: tambour du câble de tirage, treuil, étau

Le *monteur de ligne* dispose d'un outillage personnel, tel que grimpettes, ceinturon, clé anglaise, pince de ligne. D'autres outils ne lui sont attribués que dans des cas particuliers. *Un groupe de monteur* dispose par contre d'un équipement complet qui lui permet d'exécuter tous les travaux normaux.

Chaque groupe dispose d'un *moyen de transport motorisé*. Un *groupe important* se déplace au moyen d'un camion équipé pour le transport de l'outillage (fig. 2 et 3). Les caisses à outils sont montées latéralement; au-dessous des sièges se trouvent des tiroirs pour le petit matériel, tel que manchons, serre-fils, matériel de sécurité, etc.; à l'arrière, il existe un support permettant de fixer un étau (fig. 4). Une cabine double offre 6 à 7 places; derrière la cabine se trouve un strapontin sur lequel peuvent prendre place encore plusieurs monteurs, qui peuvent être abrités facilement par une demi-bâche. Une remorque avec un support pivotant per-

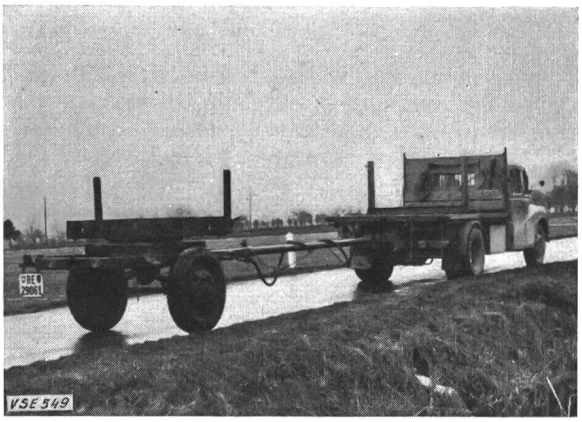

Fig. 5
Camion de la fig. 2 avec remorque pour le transport de poteaux

Fig. 6
Camion de la fig. 2: transport de poteaux sur chevalet

Fig. 7
Véhicule destiné à un plus petit groupe de monteurs, avec remorque de matériel

met le transport de 25 à 30 poteaux (fig. 5); le transport de 1 à 3 poteaux et des tuyaux de potelets se fait au moyen de deux supports montés sur le camion (fig. 6).

Un *plus petit groupe de monteurs* dispose d'un véhicule tous-terrains, équipé d'une carrosserie spé-

ciale (fig. 7). La place pour l'outillage étant restreinte, ce dernier est transporté dans des caisses spéciales, dans la remorque. Ce véhicule peut être transformé en peu de temps pour le transport de quelques poteaux; un treuil sur roues ou sur patins à neige, une remorque pour câbles peuvent également y être accrochés (fig. 8, 9 et 10).

Fig. 8
Véhicule de la fig. 7 avec treuil de chantier

Dans certains cas, on utilise également des petites voitures de livraison fermées, mais leur construction est en général un peu faible. Leurs possibilités d'emploi sont donc plus réduites.

La motorisation fait de plus en plus de progrès. Le bon vieux char à bras a presque complètement disparu. L'achat et l'entretien des véhicules auto-

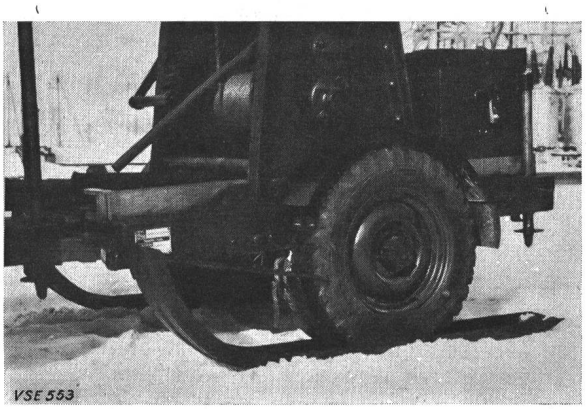

Fig. 9
Vue prise de près du treuil de la fig. 8

mobiles commencent à jouer un rôle important dans le budget d'exploitation d'une entreprise; par contre, les frais de salaire diminuent en proportion.

Il ne serait peut-être pas inutile d'examiner une fois ensemble les possibilités de créer un *moyen de transport standard,* dont les frais d'achat pourraient éventuellement être réduits par l'acquisition de plusieurs unités. En règle générale, les véhicules se trouvant dans le commerce doivent être modifiés et adaptés à nos besoins; cela nécessite un important travail, et souvent de nombreuses discussions, jusqu'au moment où le camion est prêt à rouler. Ces *exécutions particulières* sont chaque fois assez coûteuses. On constate d'autre part que l'idée est presque toujours la même, et que l'exécution ne diffère que par des détails. Les besoins ne variant que peu d'une entreprise à l'autre, il semble que les solutions recherchées et appliquées devraient être presque identiques.

Le monteur doit non seulement avoir à sa disposition un outillage, mais aussi des *habits de travail* appropriés qui le protègent des intempéries. Les manteaux de cuir sont encore, à notre avis, la meilleure protection pour les monteurs de lignes;

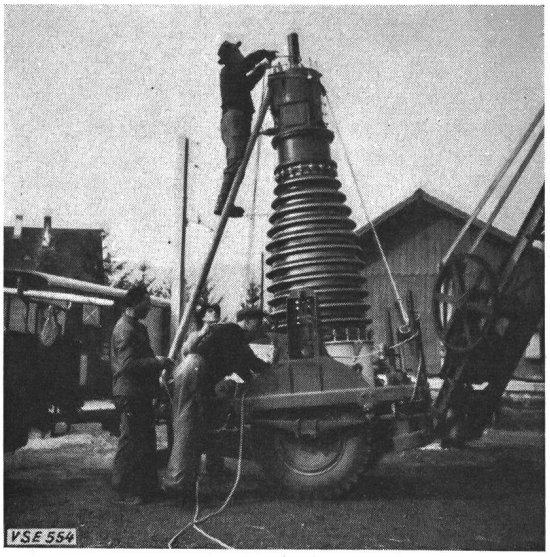

Fig. 10
Remorque pour le transport de bobines de câble, transformateurs, etc.

ces manteaux leur sont fournis à un prix réduit. La durée d'un tel manteau, si il est entretenu normalement, varie de 5 à 8 ans. Les essais faits avec des habits en toile à voile (p. ex. windjack avec épaules renforcées, pantalons, etc.) n'ont pas donné de résultats satisfaisants: cette étoffe n'est pas assez résistante aux frottements. Les tissus caoutchoutés se durcissent; l'usure est trop rapide. Les anciennes capotes militaires étaient très appréciées du personnel monteur; il est regrettable que l'on ne puisse presque plus les obtenir. En hiver, les monteurs disposent encore de couvertures de laine et de gants en coutil fourrés. Pour les travaux sur les pylônes, nous demandons l'emploi de souliers à semelles caoutchoutées, aux frais d'achat desquels nous participons.

Pour les travaux de nuit, le matériel comprend également un *moyen d'éclairage* adéquat. En dehors des fanaux de signalisation ou de position et des lanternes à bougie, ce matériel doit être touché au magasin. Nous sommes ainsi assurés que le matériel d'éclairage est maintenu en bon état. Nous distinguons les équipements suivants:

Garniture I:	Petit éclairage comprenant lampes de poche électriques, petit projecteur à gaz, lanternes à bougie.
Garniture II:	Eclairage moyen: sac de touriste avec batterie d'accumulateurs et projecteur à main.
Garniture III:	Grand éclairage: groupe convertisseur 24/220 V, avec projecteur sur trépied et lampes pour l'éclairage de l'emplacement de travail.

Dépôts de matériel décentralisés

Nous avons déjà mentionné qu'une bonne organisation de l'exploitation nécessite la tenue à disposition du matériel nécessaire à la réparation des défauts. Il est donc naturel que ce matériel soit rangé parfaitement et toujours disponible au magasin. D'autre part se pose la question de l'utilité des *dépôts extérieurs.* Bien que le développement de la motorisation rende souvent ces dépôts superflus, il est certain qu'en principe leur utilité doit être admise. Il y a toujours des parties de réseaux dont l'accès est long et difficile, voire même impossible, en hiver lors de tempêtes de neige par exemple. Souvent, le lieu du dérangement ne peut être atteint qu'au moyen de skis; dans de tels cas, les dépôts extérieurs sont évidemment nécessaires. A notre avis, il serait faux de déposer un peu de matériel et d'outillage dans différentes stations transformatrices éloignées; il est préférable de maintenir un dépôt central à un endroit judicieusement choisi. Ces dépôts doivent être continuellement sous contrôle; au moins une fois par année ils doivent être inventoriés. Aux FMB, les dépôts extérieurs sont mentionnés de façon exacte dans les instructions du service de piquet.

Travaux sous tension, mise à terre et court-circuitage des parties d'installations

L'article 7 de l'*ordonnance fédérale sur les installations électriques à fort courant* spécifie *qu'il est interdit de travailler à des installations sous haute tension.* Selon le paragraphe 3 de l'article mentionné, des travaux sous basse tension sont toutefois admis. Ce paragraphe dit notamment:

«On ne pourra travailler à des parties d'installations sous basse tension qu'à la condition que la sécurité des ouvriers soit assurée par des mesures de précaution suffisantes et que les services responsables ne désignent pour ce genre de travaux que du personnel particulièrement qualifié.»

Les commentaires de cet article précisent:

«Il sera fréquemment nécessaire d'effectuer des travaux sur des réseaux ou des conducteurs sous tension, alimentant des consommateurs nombreux ou particulièrement importants, pour éviter les dommages et les dangers d'ordre technique et économique que pourrait entraîner l'arrêt du transport d'énergie électrique destiné à l'éclairage, au chauffage ou à un usage industriel. Dans les réseaux où des cas de ce genre peuvent se présenter, le personnel sera instruit spécialement et recevra des explications appropriées. L'Association Suisse des Electriciens établira des directives à cet effet. En principe, ces travaux devront toujours être effectués par deux hommes au minimum, dont l'un sera désigné comme chef responsable, et la tension des installations à mettre en état ne pourra dépasser 250 V + 20 % du côté terre.»

Il est vrai que, dans les réseaux urbains spécialement, un déclenchement pour un nouveau raccordement, par exemple, est presque impossible. Les organes d'exploitation prennent donc la responsabilité d'ordonner certains travaux dans des installations sous tension. Personne ne contestera que cette responsabilité est grande, car en définitive c'est la vie d'hommes qui est en jeu. Les moyens de protection les meilleurs ne servent à rien quand le facteur humain fait défaut au moment critique. Or, un grand pourcentage des accidents sont dus à une défaillance humaine, même chez des gens reconnus consciencieux.

Dans les commentaires déjà mentionnés ci-dessus, il est fait allusion aux dégâts d'ordre économique causés par les déclenchements. Du point de vue du fournisseur d'énergie, ces dégâts sont toutefois moins importants qu'on l'admet en général, quand on les compare aux mesures de précautions et de surveillance; ceci, pour autant qu'il soit possible de donner une valeur matérielle aux risques courus.

Il existe aussi le grand danger que lors de travaux souvent renouvelés dans des installations sous tension, il s'ensuive une routine qui fait dire: «il ne s'est jamais rien passé». La surveillance est alors délaissée et, avec elle, les mesures de précaution.

On devrait donc, *en principe, éviter le travail sous tension* et le réserver à *des cas exceptionnels.*

Si l'on travaille dans des parties d'installations déclenchées, ces dernières doivent être court-circuitées et mises à la terre. L'art. 8, chiffres 7 et 8 de l'ordonnance fédérale citée plus haut prévoit nettement cette exigence, et stipule notamment:

«Si l'on doit travailler à des parties d'installations à haute tension déclenchées, on mettra préalablement celles-ci à la terre et en court-circuit. Les agents responsables de l'exploitation veilleront que, pendant toute la durée des travaux, aucun enclenchement ou autre manœuvre susceptible de mettre en danger les ouvriers ne soit exécuté. La mise à la terre et la mise en court-circuit ne pourront être supprimées qu'après cessation de tous les travaux et avertissement de tous les participants.
La mise à la terre et la mise en court-circuit seront faites à proximité du chantier et, si possible, entre ce dernier et la source de courant. Elles seront exécutées en tous cas de façon à n'être interrompues nulle part par les travaux à exécuter. Si un chantier peut être mis sous tension de plusieurs côtés, on en tiendra compte par un nombre suffisant et par une disposition appropriée des mises à la terre et des mises en court-circuit.»

Aucun commentaire n'est nécessaire à ce sujet. Ici aussi, il s'agit de la *protection de l'ouvrier.* Chaque groupe de monteurs doit être muni du *dispositif de mise en court-circuit* nécessaire.

Etablissement et transmission des ordres de manipulations

Il y a lieu de faire tout d'abord une différence entre

a) Les ordres de manipulations d'exploitation pouvant être prévues d'avance et exécutées à un moment déterminé;
b) les ordres de manipulations d'exploitation à exécution immédiate.

En principe, pour les *manipulations prévues d'avance,* nous établissons un *programme de manipulations.* Les ordres détaillés se font sur formule imprimée. Une copie est rendue signée, comme accusé de réception. Souvent, la réception d'un ordre doit être confirmée téléphoniquement. Il appartient au technicien de service de contrôler le programme et les différents ordres et de s'assurer qu'ils concordent entre eux. Il doit faire un rapport écrit sur les constatations faites et intervenir immédiatement en cas d'erreurs dans le programme, ou si les accusés de réception font défaut.

Dans le même sens, les groupes de travail reçoivent des ordres écrits relatifs au début et à la fin du travail. Les installations voisines restant sous tension doivent également être indiquées par écrit.

Les *manipulations d'exploitation* doivent souvent être exécutées immédiatement. Dans ce cas, les ordres sont donnés *verbalement ou téléphoniquement.* Dans chaque cas, l'ordre de manipulation *doit être répété* par la personne qui l'a reçu. Celui qui donne l'ordre peut ainsi s'assurer qu'il a lui-même donné toutes les précisions nécessaires et qu'il a été bien compris. Les appareils téléphoniques de notre bureau d'exploitation et des sous-stations sont munis d'une étiquette stipulant que «*les ordres de manipulation doivent être répétés sans exception*».

A notre avis, les ordres de manipulation devraient toujours être détaillés et non pas donnés sommairement (par exemple: commuter la ligne *X* du système *I* au système *II*). Si celui qui exécute l'ordre est consciencieux et ne se fie pas simplement à la routine, il reconstituera de toutes façons les différentes manipulations. Les erreurs de manipulation se produisent souvent quand l'exécutant travaille de façon routinière, et quand il est distrait dans la suite de son travail. Certes, des défaillances sont possibles, mais on peut les atténuer par une discipline stricte et de bonnes mesures d'organisation. Rappelons-nous que lors de dispositions d'exploitation il n'y a pas que des valeurs matérielles qui entrent en jeu, mais aussi des vies d'hommes.

Il peut être utile de rappeler l'art. 8 de l'*ordonnance fédérale sur les installations électriques à courant fort,* qui stipule, au sujet des ordres de manipulation:

«En règle générale, les organes responsables de l'exploitation remettront au personnel chargé des travaux des instructions écrites relatives au moment, au lieu, au genre et à l'importance des travaux à exécuter.
On peut se dispenser d'instructions écrites dans les cas suivants:

a) lorsque la personne chargée de l'exécution du travail possède assez de connaissances techniques et d'expérience, et qu'elle a reçu des instructions suffisantes pour pouvoir prendre, sous sa propre responsabilité, les précautions que nécessite sa propre sécurité et celle de ses aides;
b) lorsque l'agent responsable de l'exploitation exécute lui-même ou fait exécuter sous sa propre surveillance tous les enclenchements et déclenchements nécessaires et surveille personnellement les travaux.

Lorsqu'un ordre doit être transmis verbalement ou par téléphone, il doit être répété par la personne qui l'a reçu.»

Emploi des sectionneurs dans les réseaux aériens à basse tension

Dans nos réseaux à basse tension, nous utilisons des sectionneurs aériens en assez grand nombre. Ils sont montés:

1. Pour subdiviser les tronçons principaux ou permettre des connexions.
2. Aux points de dérivations importants.
3. Devant des petits groupes de consommateurs, assez éloignés du point d'alimentation.

Abstraction faite de la charge admissible, on distingue *3 types différents* de sectionneurs:

1. Sectionneurs montés directement dans les fils de lignes, à 20...40 cm de l'isolateur.
2. Sectionneurs fixés sur poteau, et dont les isolateurs à rainures doubles servent en même temps de supports à la ligne.
3. Sectionneurs fixés sur poteau avec tringle de commande, pouvant être manipulés depuis le sol.

Les sectionneurs montés *directement dans les fils de lignes* ont pour avantage de laisser libres les isolateurs montés sur le poteau. De ce même poteau, il est donc possible d'ajouter sans difficultés des dérivations. La manipulation du sectionneur se fait au moyen d'une perche isolante; il est toutefois nécessaire d'escalader le poteau. Si les sectionneurs sont montés dans des fils de lignes de moins de 6 mm de diamètre, il peut exister un certain danger de court-circuit si les contacts sont encrassés: en tirant trop énergiquement, on risque que le conducteur rebondisse au moment de l'ouverture des couteaux de contact, d'où danger de court-circuit.

Les *sectionneurs fixes,* montés sur poteaux, ne présentent pas cet inconvénient; ils sont par contre sensiblement plus coûteux. Des dérivations depuis ces mêmes poteaux ne peuvent être exécutées qu'avec beaucoup de difficultés, ou sont même impossibles.

Quand les sectionneurs doivent être manipulés souvent, ou lorsque les dispositions d'exploitation nécessitent des manipulations rapides, par exemple pour les interconnexions, il est recommandé de ne monter que des *sectionneurs avec tringle de commande.*

Il est recommandé de renseigner les électriciens du corps des sapeurs-pompiers sur les sectionneurs montés dans les réseaux secondaires.

Position du fil neutre dans les canalisations aériennes à basse tension

Dans les réseaux à basse tension des FMB, le neutre est monté comme fil supérieur. Cette disposition de montage est prévue dans les prescriptions internes relatives à la construction des lignes. Les prescriptions relatives aux installations à courant fort ne prévoient rien à ce sujet.

Ce système présente les *avantages* suivants:

1. Pas d'incertitude pour les monteurs. Pas de contrôles supplémentaires nécessaires lors de dérivations, etc.
2. Analogie avec le fil de terre des lignes à haute tension.
3. Une certaine protection du réseau à basse tension contre les décharges atmosphériques.
4. Si une ligne ne comporte tout d'abord que 2 ou 3 fils, aucune modification n'est nécessaire lorsque des fils supplémentaires doivent être montés ultérieurement.
5. Lors de croisement avec des lignes à haute tension, les conducteurs, en cas de rupture, tombent d'abord sur le fil neutre mis à la terre.

Par contre,

si le fil neutre était placé comme fil inférieur, on gagnerait 30 cm sur les potelets (voir art. 108 de l'ordonnance fédérale sur les installations électriques à fort courant). Pour la hauteur des poteaux, cela n'a une importance que dans des cas exceptionnels.
Dans des secteurs doubles, avec neutre commun, le montage du neutre comme 4ᵉ conducteur serait une simplification du point de vue technique.
Lors du raccordement de lampes publiques montées sur des poteaux secondaires, le fait de monter le neutre comme premier conducteur présente des inconvénients, puisque le fil de lampe est le 5ᵉ.

Les avantages que présente le montage du neutre comme fil supérieur sont, à notre avis, prédominants. De toutes façons, il est indispensable de procéder *toujours de la même manière* dans les dispositions de montage.

Dégâts aux lignes aériennes causés par des chutes d'arbres

Dans nos réseaux boisés, les *bûcherons* sont la terreur des techniciens d'exploitation. Aux FMB, nous comptons en moyenne 12 dérangements par année dus à l'abattage de bois à proximité des lignes aériennes, soit environ le 5 % de toutes les perturbations. Il s'agit généralement de rupture de fils, d'isolateurs cassés, d'avaries aux supports, de poteaux cassés, dégâts nécessitant presque toujours d'importantes réparations. Des dégâts semblables se produisent souvent lors de *dévalage de bois* en terrain très incliné.

Souvent, les bûcherons s'occupant de ces travaux sont insuffisamment assurés. Nous avons même eu des cas où ils n'avaient pas d'assurance de responsabilité civile.

Les propriétaires de forêts et les bûcherons sont avisés chaque année par des annonces dans les *journaux locaux* et les *feuilles officielles* des dangers des coupes de bois à proximité des lignes électriques. Ils sont invités à nous annoncer assez tôt le travail qu'ils ont l'intention d'exécuter et, en même temps, informés que nous tenons gratuitement à leur disposition le personnel de surveillance nécessaire. Les *affiches* que l'on peut se procurer à l'UCS rendent également service quand elles sont apposées à des endroits appropriés, tels que laiteries, dépôts d'associations agricoles, etc.

En règle générale, nous mettons à disposition des intéressés un monteur de lignes consciencieux et disposant de câbles, moufles, cordages, etc., et éventuellement d'un petit treuil.

Si des bûcherons provoquent des perturbations ou des dégâts, ils peuvent être poursuivis en vertu des art. 228 et 239 du *code pénal suisse* du 21 décembre 1937.

On éprouve souvent une certaine appréhension à prendre des mesures trop rigoureuses. D'une part, il s'agit généralement de propriétaires de forêts ou de bûcherons qui sont des abonnés de l'entreprise. D'autre part, ces mêmes personnes peuvent éventuellement plus tard être appelées à nous accorder des droits de passage ou à nous rendre un autre service appréciable.

En général, nous ne facturons au responsable que le coût effectif de la réparation, en nous réservant de déposer plainte pénale en cas de récidive ou de demande de dommages et intérêts par des tiers. Dans ce dernier cas, il appartient au propriétaire de l'installation électrique de prouver que les dégâts ont été causés par des tiers, pour se décharger de la responsabilité causale.

Grâce aux dispositions contractuelles prévues dans nos conditions générales et contrats spéciaux, des revendications d'abonnés au sujet de dégâts peuvent être écartées.

Adresse de l'auteur:
Ch. Greub, chef d'exploitation aux Forces Motrices Bernoises S. A., Delémont.

2e Conférence

par *E. Suter*, Aarau

Organisation du service de piquet

Les centrales électriques ainsi que les entreprises revendeuses ont l'obligation envers leurs abonnés d'éviter autant que possible les *dérangements d'exploitation* et de remédier dans le plus bref délai aux pannes qui peuvent survenir.

Alors qu'autrefois l'on admettait avec une certaine tolérance les coupures de courant, de nos jours l'électrification poussée fait que, surtout dans l'industrie, chaque minute d'interruption occasionne des pertes sensibles de production. Le principe du «*service à la clientèle*» vaut également pour le producteur d'énergie et pour ses distributeurs. Les bonnes relations entre les entreprises d'électricité et leurs abonnés dépendent d'une fourniture sans interruptions.

L'*organisation du service de piquet* est différente d'une entreprise à l'autre. Elle dépend de la nature de l'entreprise, de sa structure et de son étendue, de la fréquence des pannes — qui varie suivant les régions — et, bien entendu, de l'état des installations.

Il est en général d'usage de porter dans l'annuaire téléphonique, sous le numéro de la centrale, celui de la permanence de piquet où l'on peut annoncer les dérangements et demander les réparations. Le plus souvent le numéro est le même, le raccordement étant simplement commuté hors les heures de bureau sur le poste de piquet. L'essentiel est que tous les appels aboutissent à un seul endroit, d'où les dispositions nécessaires seront prises.

Nous décrivons ci-dessous brièvement l'*organisation du service de piquet des Services industriels de la Ville d'Aarau.*

Le *Service de l'électricité de la Ville d'Aarau (EWA)* possède une *usine électrique* sur l'Aar, qui développe actuellement une puissance de 14 000 kW; la charge maximum du réseau, qui dessert en plus de la ville d'Aarau 24 communes qui s'étendent en direction Nord-Sud sur quelque 25 km, est de 23 300 kW. L'interconnexion avec les entreprises voisines est assurée par des lignes à 50/8 kV et 16/8 kV partant de la *sous-station* située à proximité de l'usine.

Le réseau comprend:

59 km de lignes aériennes à haute tension;
375 km de lignes aériennes à basse tension;
66 km de câbles souterrains à haute tension;
164 km de câbles à basse tension.

Les abonnés sont desservis par 142 postes de transformation. La construction et l'entretien de toutes les lignes et installations sont assurés par le personnel propre du service de l'électricité.

Le *service de piquet* de l'EWA est réparti en 5 groupes. Chaque groupe assure le service pendant une semaine. La relève se fait chaque samedi à midi selon une liste imprimée.

Chaque groupe se compose de 4 hommes:

1 technicien qui fonctionne comme chef de piquet;
1 chef monteur;
1 monteur de lignes aériennes;
1 monteur d'installations intérieures.

Le chef de piquet dispose, à son domicile, d'une voiture automobile équipée d'un poste *émetteur-récepteur de radiotéléphonie.* Une camionnette est à disposition du chef monteur. Le service de l'électricité, le service du gaz et celui des eaux sont indépendants l'un de l'autre.

En dehors des heures de bureau, le raccordement téléphonique de l'EWA est dévié sur l'appartement d'un chef monteur, qui est également concierge du bâtiment administratif. En cas d'absence, il renvoie les appels sur le poste de commande de la centrale.

Tous les avis de dérangement reçus doivent être communiqués au chef de piquet, qui prend les dispositions que dicte le genre et l'importance du dérangement.

Organisation du service de dérangements

Il importe, tout d'abord, de disposer de *plans et schémas du réseau* exactement mis à jour. Il faut ensuite qu'en un endroit au moins soit consigné l'*état de couplage du réseau;* ceci est de la plus haute importance dans un réseau que plusieurs personnes peuvent être appelées à dépanner à tour de rôle.

L'*échelonnement des temporisations* des relais et des fusibles — du point d'injection de la haute tension jusqu'au consommateur — doit assurer une sélectivité aussi grande que possible tant en haute tension qu'en basse tension. Dans le réseau de l'EWA, les postes de transformation sont connectés en boucle, mais l'exploitation normale se fait à boucle ouverte. Les points d'alimentation sont pourvus de disjoncteurs avec relais temporisés à maximum de courant, tandis que dans les postes sont montés à l'entrée et à la sortie des sectionneurs de charge sans relais. Cette disposition est dictée tant par des soucis d'économie que par les échelonnements de temporisation trop serrés qu'exigerait l'emploi de disjoncteurs avec relais. En outre, on en retire l'avantage de pouvoir ouvrir en tous temps la boucle à tel on tel endroit voulu sans pour autant devoir ajuster chaque fois la temporisation des relais. Dans les réseaux où la charge exige une exploitation en boucle fermée, on introduit au milieu de la boucle un disjoncteur «de coupure», qui permet lors d'un dérangement de remettre en service immédiat la section saine de la boucle.

Dans le *poste de commande de l'usine génératrice* appartenant à l'EWA se trouve un schéma pour les ordres de manœuvre donnés par commande à distance à la sous-station à 50/8 et 16/8 kV et les quittances correspondantes. En outre, on y trouve un *schéma mural,* sur lequel on reporte constamment l'état de couplage de l'ensemble du réseau à haute tension.

La fig. 1 représente un fragment de ce schéma mural du réseau à haute tension, avec ses indicateurs de position manœuvrables à main. Par souci de clarté, les différentes lignes sont reproduites en couleurs et tous les disjoncteurs et sectionneurs à haute tension sont numérotés et représentés par des symboles mobiles. Un schéma identique se trouve dans le *bureau d'exploitation* du bâtiment d'administration. Toute modification de l'état de couplage doit être immédiatement reportée sur ces deux schémas.

Les *chefs de piquet* possèdent une réduction en format de poche de ce schéma. Tous les sectionneurs ouverts y sont indiqués, ce qui donne une claire vue d'ensemble du mode d'alimentation de chaque poste.

Chaque *poste de transformation* contient un schéma exécuté sur une planchette de bois contreplaqué, sur lequel sont reportées, comme l'indique la fig. 2, tous les départs secondaires jusqu'aux postes voisins. Tous les coupe-circuit et boîtes de couplage, ainsi que les disjoncteurs et sectionneurs

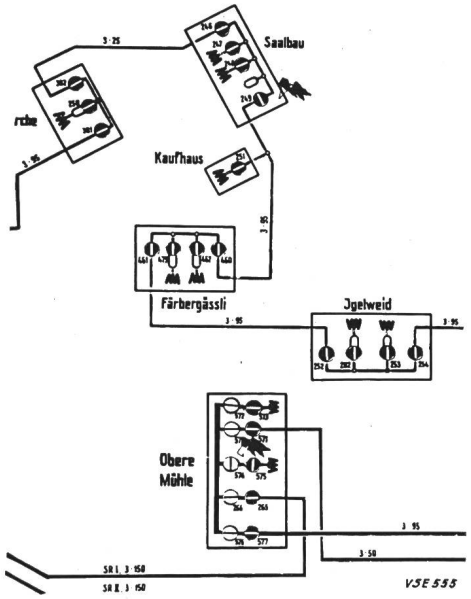

Fig. 1

Vue partielle du schéma mural du réseau à haute tension

On distingue les symboles des interrupteurs, manœuvrables à la main

y sont également figurés par des éléments mobiles. L'on est ainsi immédiatement renseigné en entrant dans un poste sur l'état de couplage de son réseau secondaire. Là aussi, toute modification de couplage doit être immédiatement reportée et inscrite dans une rubrique ad hoc avec la date et la signature.

En vue des cas où plusieurs dérangements viennent à se produire simultanément, lors d'ouragans, de chutes de neige ou de violents orages par exemple, nous possédons au bureau d'exploitation une *carte au 1 : 5000e* sur laquelle les dérangements annoncés sont indiqués par des *fanions numérotés.* En outre, une petite *cartothèque* contient des cartes portant sur un fanion le nom de chacun des membres du personnel d'exploitation et des monteurs (y compris les appareilleurs). Le chef d'exploitation peut ainsi immédiatement répartir en groupes les gens disponibles et diriger ces groupes vers les différents emplacements perturbés. Les véhicules, munis de l'outillage et du matériel de ré-

serve nécessaires, sont répartis au gré de l'urgence et des nécessités.

Au cours de la dernière guerre, nous avons, pour l'instruction du personnel, procédé à des *exercices* en décentralisant partiellement les équipes de réparations munies de véhicules, outillage et matériel.

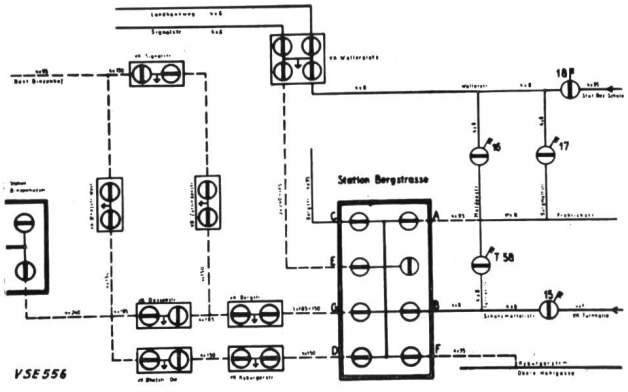

Fig. 2
Schéma sur une planche de contre-plaqué dans un poste de transformation

Je saisis cette occasion de signaler les difficultés que font souvent aux chefs d'exploitation de services communaux (pas à Aarau!), les *installateurs-électriciens privés.* Ceux-ci, estimant que leurs monteurs peuvent assurer le dépannage du réseau, voudraient empêcher le service de l'électricité de constituer sa propre équipe de construction et de dépannage. En réalité, lors de dérangements on ne peut utilement faire appel qu'à un personnel connaissant le réseau à fond, spécialement entraîné et habitué au travail en équipe. Si tel n'était pas le cas, le temps de dépannage ainsi que le danger d'accidents seraient considérablement accrus.

Nous disposons aujourd'hui pour le service de dépannage de véhicules munis d'*appareils radiotéléphoniques.* Si on les compare aux moyens de communication jusqu'ici disponibles, ces appareils nous rendent les plus signalés services. Les chefs de groupe peuvent maintenant, sitôt arrivés sur place, rendre compte de la situation au bureau d'exploitation et convenir des mesures à prendre, demander du personnel et du matériel, décider des dispositions de sécurité qui s'imposent, puis annoncer la fin des travaux. La durée des coupures de courant est ainsi réduite au minimum, pour la plus grande satisfaction des abonnés et de l'industrie.

Les manœuvres de tous genres, même aux endroits les plus écartés, peuvent se faire sans longues interruptions de courant. Les liaisons radio-téléphoniques permettent aussi de renoncer aux manœuvres *«à heure dite»*, dont la sécurité laisse certes parfois à désirer.

Dans l'exploitation quotidienne enfin, les missions et messages urgents sont accélérés, le bureau pouvant constamment atteindre les chefs de service en déplacement sur les chantiers. La réduction des temps de présence improductifs permet des *économies de personnel,* ce qui est aujourd'hui la bienvenue pour tout chef d'entreprise, dont le constant souci est de savoir comment produire davantage avec le même personnel. Je citerai l'exemple de notre service des eaux, qui n'emploie qu'un personnel peu nombreux. Jusqu'ici, il fallait toujours retenir au bureau pour le service de dérangement et pour les renseignements un homme connaissant bien le réseau. Celui-ci peut maintenant contrôler les chantiers et les installations, puisque on peut l'atteindre en tout temps. C'est ainsi qu'on peut augmenter la rentabilité d'une installation radio-téléphonique, dont les frais d'acquisition sont relativement élevés.

Véhicules spéciaux

On a déjà souligné le rôle important que jouent les *véhicules de tout genre* dans l'exploitation des réseaux et la suppression des dérangements. Sans trop nous étendre sur cette question, nous décrirons quelques véhicules qui ont fait leurs preuves dans l'exploitation.

Fig. 3
La Jeep du chef-monteur chargé de la construction des lignes aériennes et des canalisations souterraines
Le chef-monteur répond à un appel radiotéléphonique

a) *Jeep «Station-wagon»*, avec traction sur quatre roues et vitesse tous-terrains (fig. 3). Ce véhicule est équipé des instruments de mesure nécessaires au service de dérangement, offre suffisamment de place pour les monteurs et peut emporter une remorque légère de matériel.

b) *Camion de 4,5 t avec échelle déployable rotative* (fig. 4). L'échelle possède une commande hydraulique, entraînée par un moteur à courant continu branché sur une batterie spéciale de 36 V, 120 Ah. Le camion possède un treuil pour tirage de câbles; il est équipé de radio-téléphone. Sur un camion de ce type, il a été ménagé une porte donnant directement accès de la cabine sur le pont, ce qui évite au chauffeur de descendre du camion lors du remplacement de lampes d'éclairage public (avantage précieux dans des rues étroites à grande circulation).

c) *Remorque à un essieu pour le transport et la pose de câbles* (fig. 5). Charge utile: 2,5 t. Diamètre maximum de la bobine: 2 m. Sur les côtés, deux vérins manœuvrables à la main. Un pont amovible permet également le transport de transformateurs. Frein automatique à air comprimé et frein à main.

d) *Remorque à trois essieux pour le transport et la pose de câbles* (fig. 6). Charge utile: 12 t. Diamètre maximum de la bobine: 3 m; largeur

maximum: 1,4 m. Sur les côtés, deux vérins hydrauliques. A l'arrière, poutre transversale amovible munie d'un dispositif permettant d'accrocher la petite remorque à câbles. On peut

Fig. 4
Camion de 4,5 t avec échelle extensible rotative de 15 m
Emploi du camion lors de l'échange de lampes à fluorescence montées sur un poteau de 10 m de haut situé au centre d'un rond-point

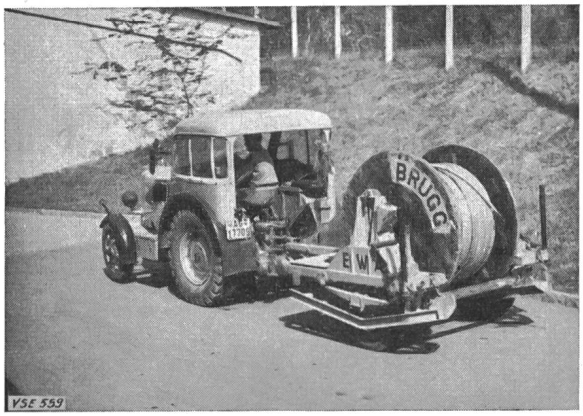

Fig. 5
Remorque à un essieu pour le transport et la pose de câbles

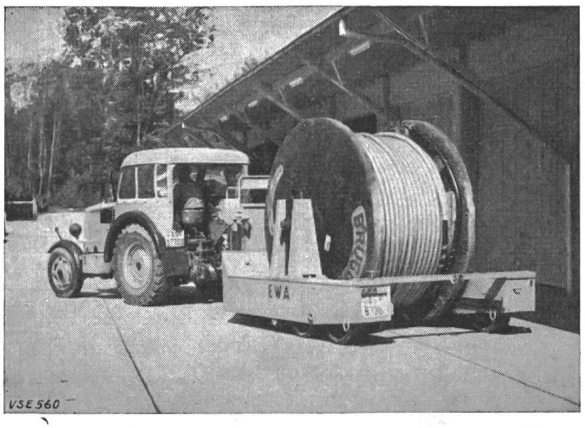

Fig. 6
Remorque à trois essieux pour le transport et la pose de câbles

ainsi amener sur le chantier en un seul transport le câble principal et le câble de commande. Frein à air comprimé et frein à main. Utilisable comme remorque surbaissée grâce à un pont amovible. L'outillage est logé sous le siège du tracteur.

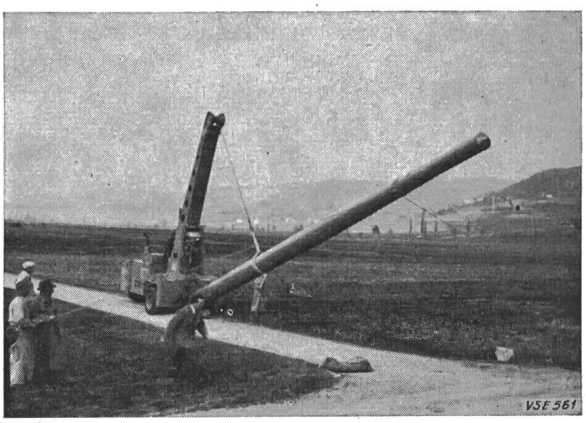

Fig. 7
Pose d'un pylône d'angle à haute tension à l'aide de la grue Hyster

e) *Grue Hyster*
Charge maximum: 2 à 5 t selon la position du bras. Hauteur de levée: 5 m. Rend de grands services, par exemple lors du remplacement de transformateurs et de la pose de pylônes (fig. 7).

Liaisons téléphoniques internes

a) Liaisons téléphoniques par fil

Les projets des installations téléphoniques appartenant en propre à l'entreprise d'électricité doivent être soumis avant exécution à la *direction des téléphones compétente.* C'est elle qui détermine s'il s'agit d'une installation soumise ou non à une concession. On évite ainsi d'avance toute différence d'interprétation des textes de lois concernant l'utilisation de ces installations.

Pour les lignes téléphoniques soumises à une concession, et qui servent à l'entretien d'installations à courant fort, outre la demande à l'administration des PTT, le projet doit être soumis à l'approbation de l'*Inspectorat fédéral des installations à courant fort.*

Comme nous l'avons déjà dit, l'EWA possède un réseau de câbles de signalisation reliant entre eux l'usine génératrice, le bureau d'exploitation, ainsi que les principaux postes de couplage et de transformation de la ville. Dans ces câbles, une paire de fils est réservée au téléphone de service. Les appareils à batterie locale et magnéto d'appel installés dans les postes de transformation ne sont raccordés au réseau qu'en cas de besoin, ceci pour ne pas charger inutilement les lignes et améliorer l'intelligibilité des conversations.

Ces liaisons téléphoniques s'avèrent très pratiques lors de transmission d'ordres de manœuvres; elles ont toutefois maintenant cédé le pas aux liaisons radio-téléphoniques, qui sont plus souples.

b) Liaisons radiotéléphoniques

Au cours de ces dernières années, les liaisons radiotéléphoniques se sont développées dans divers

domaines. Des équipements à but pacifique sont nés des expériences faites dans le domaine militaire. C'est ainsi que la radiotéléphonie s'est imposée à la navigation, aux services de police et du feu et aux entreprises de taxis.

Il y a cinq ans, les Services industriels de la Ville d'Aarau ont eux aussi cherché à tirer parti de ce nouveau moyens de communication et ont chargé la maison *Brown, Boveri & Cie, Baden,* d'établir une installation radiotéléphonique reliée au réseau téléphonique fédéral.

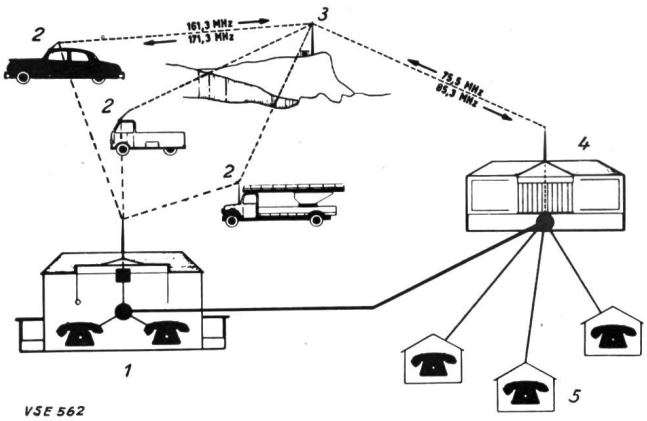

Fig. 8
Schéma de principe de l'installation de radiotéléphonie de l'EWA

1 bâtiment d'administration de l'EWA (station de réserve)
2 *stations mobiles*
3 station relais
4 central téléphonique des PTT (station fixe)
5 abonnés au téléphone

L'installation comprend une *station fixe* sur le bâtiment du central téléphonique des PTT, une *station de réserve* sur le bâtiment d'administration de l'EWA et *six stations mobiles* montées sur des véhicules soit:

voiture de la direction;
voiture du chef d'exploitation du service de l'électricité;
voiture du chef d'exploitation du service des eaux et du gaz;
voiture du chef des réseaux aériens et souterrains;
auto-échelle;
une voiture de la police locale.

La fig. 8 donne le *schéma de principe des liaisons radiotéléphoniques de l'EWA.* Pour améliorer les conditions de réception dans la région accidentée du réseau de l'EWA, il a fallu installer une *station-relais automatique* sur la *Wasserfluh* (éperon rocheux de 840 m d'altitude au nord d'Aarau). A cet endroit se trouve également la station fixe du réseau radiotéléphonique entièrement autonome de la police cantonale.

Les liaisons s'effectuent dans la bande de fréquence de 160 MHz (bande des 2 m) entre les stations mobiles et la station relais, et dans la bande de 80 MHz (bande des 4 m) entre cette dernière et la station fixe du bâtiment des PTT. En cas de panne de la station relais, les PTT commutent leur station sur la station fixe du bâtiment de l'EWA. La puissance d'émission des stations est d'environ 30 W. Par l'intermédiaire de la station relais, les véhicules peuvent pratiquement communiquer de tous les points du réseau de l'EWA avec n'importe quel abonné au téléphone. Quant à la station de réserve, elle n'est pas toujours atteinte par les véhicules se trouvant dans une zone d'ombre; il suffit alors le plus souvent d'un léger déplacement pour rétablir la liaison.

Les stations sont conçues selon le principe des éléments assemblés, et comprennent: émetteur, récepteur, boîte de liaison, bloc d'alimentation ou batterie de 12 V, tableau de service et antenne (voir fig. 9).

Fig. 9
Tableau de commande d'une station mobile de radiotéléphonie, fixé au tableau de bord d'une automobile

L'*emploi du radiotéléphone* est sensiblement le même que celui d'un téléphone ordinaire. Entre stations mobiles et central des PTT on peut parler en *duplex* par l'intermédiaire de la station relais, tandis que le trafic entre véhicules se fait en simplex. L'appel se donne dans les voitures par un signal acoustique et un signal optique. Ce dernier subsiste tant que le combiné n'a pas été décroché: si la personne appelée est momentanément absente, elle peut s'annoncer au central dès son retour. Le signal d'appel peut être renforcé par un claxon monté dans le véhicule.

L'installation est soumise à une *concession.* La demande doit être adressée à la *Direction générale des PTT à Berne* et préciser le nombre des stations mobiles, le rayon d'action et le nom du fournisseur.

Les installations fixes du central téléphonique sont établies et entretenues par les PTT à leurs propres frais. Les équipements mobiles et les stations relais éventuellement nécessaires sont établis et entretenus aux frais de l'abonné. Si les nécessités de la propagation des ondes exigent que la station fixe soit desservie à distance par le central des PTT, l'abonné paiera une redevance supplémentaire annuelle de fr. 12.— par 100 m de circuit téléphonique.

La taxe mensuelle est de fr. 18.— par station mobile; les PTT exigent un minimum de 5 stations mobiles ou le paiement de 5 abonnements. Une surtaxe radio de 20 ct. s'ajoute aux taxes normales locales ou interurbaines; une communication entre deux stations mobiles est comptée comme communication locale. Comme l'installation ne peut assurer qu'une seule liaison à la fois, la durée des conversations est limitée à 3 minutes de véhicule à véhicule, et à 6 minutes sur station fixe.

Que font les entreprises d'électricité pour que les coupures de courant leur soient annoncées?

L'expérience montre que bien souvent les interruptions de courant ne sont pas annoncées. Il y a des abonnés qui attendent patiemment (l'exception confirme la règle, exemple: l'industrie) que l'entreprise rétablisse le courant. Cela fait perdre un temps précieux, et la localisation des défauts et leur élimination en est rendue plus ardue.

C'est pourquoi l'EWA a introduit le système dit des «*cent sous*». La première personne qui signale une perturbation reçoit une récompense de fr. 5.—. Entrent aussi en ligne de compte le signalement d'étincelles entre conducteurs, de branches dans les lignes, d'isolateurs défectueux, etc., phénomènes qui peuvent tous provoquer des dérangements.

Ce système a rencontré la faveur de nos abonnés, et grâce à lui bon nombre de dérangements ont pu être supprimés rapidement, voire même évités.

Mesures en faveur de consommateurs importants lors de longues interruptions

L'EWA dispose de *deux stations mobiles de transformation* de respectivement 250 et 400 kVA, avec rapport de transformation de 16 000–8000/380–220 V; elle sont utilisés lors de modifications d'installations existantes ou pour l'alimentation provisoire de chantiers. La tension primaire se prend soit sur lignes aériennes soit au réseau souterrain.

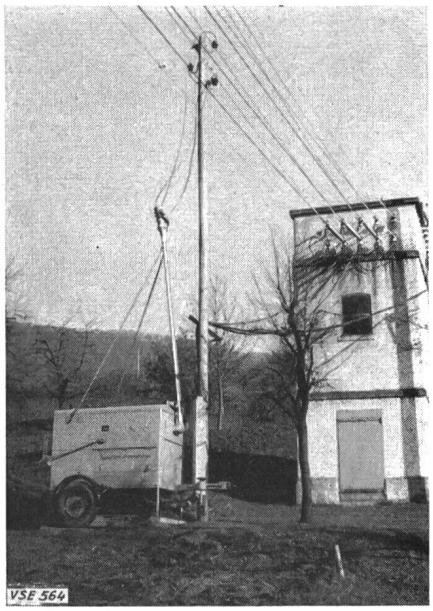

Fig. 10
Petite station de transformation mobile en service, avec raccordement au réseau aérien

La fig. 10 montre la petite station en service avec raccordement primaire sur ligne aérienne, la fig. 11 la grande station alimentée par câble souterrain.

La fig. 12 représente le *groupe de secours autonome à moteur Diesel* monté sur remorque, avec une génératrice triphasée de 50 kVA sous 3 × 380/220 V et règlage automatique de la tension. Ce groupe a déjà rendu de signalés services lors de travaux sur les réseaux.

C'est ainsi qu'un dimanche après-midi nous équipions, selon préavis, le poste d'une petite localité en matériel à 16 kV. Tout à coup, nous voyons les habitants se rendant en masse à la salle communale. Nous étant renseignés, nous apprenons qu'un missionnaire bien connu doit donner une conférence avec projections lumineuses, suivie d'une collation. Voilà qui tombait bien: le poste était entièrement démantelé et il n'était pas question de le remettre en service avant le soir. Aussitôt nous allons quérir le groupe Diesel et isolons le départ alimentant la salle. A peine la liaison est-elle établie que le syndic arrive tout excité et nous expose le désespoir de sa situation. Mais le Diesel démarre et aussitôt la paix revient dans le village.

Pour de petites puissances jusqu'à 4 kVA, nous avons recours à un couplage spécial du *groupe de charge de l'électromobile;* la génératrice à courant continu fonctionne en moteur, tandis que le moteur asynchrone sert de génératrice. Ce groupe est souvent utilisé, pendant les quelques heures que dure la revision des lignes à haute tension, pour l'*alimentation de couveuses.*

Recrutement du personnel d'exploitation

Par suite de la conjoncture économique favorable, il est actuellement très difficile de combler les vides pouvant se produire dans les effectifs du personnel d'exploitation. Quelles en sont les raisons?

L'exploitation d'une centrale, tout d'abord, exige un personnel qualifié, de confiance et possédant une certaine expérience. Mais ce sont là précisément des gens qui sont actuellement si bien payés par l'*industrie privée* qu'ils ne cherchent aucun changement. Si la construction éveille encore quelque intérêt, le service d'entretien et de surveillance est moins recherché, à moins que ne l'emporte l'attrait d'une situation stable.

Une autre raison est l'énorme développement que connaît le domaine de l'électrotechnique, qui exige toujours plus de personnel pour la mise en valeur des *découvertes nouvelles.* L'ancienne technique du courant fort perd son prestige. Qui ne se souvient de l'époque où la technique des courants faibles a pris son essor, captivant l'intérêt des jeunes ouvriers et des étudiants? Depuis quelques années, c'est la haute fréquence et l'électronique qui attirent les jeunes. De plus, d'année en année s'accroît le nombre des jeunes gens qui au sortir de l'apprentissage ou des études vont compléter leurs connaissances à l'étranger, où il s'établissent souvent.

L'on peut donc se demander si les entreprises d'électricité n'auraient pas la possibilité de *former elles-mêmes des apprentis,* par exemple comme monteurs-électriciens, électro-mécaniciens, dessinateurs ou monteurs en courant fort. C'est tout particulièrement cette dernière spécialité, où l'apprentissage est de trois ans, qui est tombée dans l'oubli, surtout depuis que le règlement fédéral l'a réservée à certaines régions du pays.

C'est maintenant précisément, alors que les classes d'âge nombreuses cherchent des situations, qu'il faudrait faire un effort. Puis-je me permettre de soumettre cette suggestion aux méditations des directeurs d'entreprises d'électricité? Car il ne suffit pas de proposer: chacun doit contribuer pour sa part à la formation des jeunes générations afin d'assurer la relève du personnel d'exploitation.

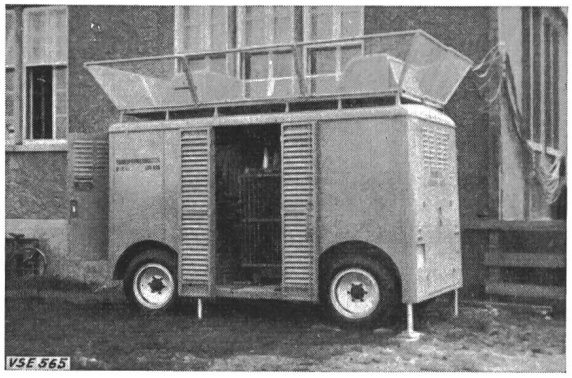

Fig. 11
Grande station de transformation mobile en service, avec raccordement au réseau souterrain

Aux étudiants aussi, il serait bon d'offrir des *stages de vacances* dans l'exploitation, serait-ce même avec l'arrière-pensée de réserver plus tard les postes vacants aux plus capables d'entre eux.

Les règlements fédéraux et cantonaux fixent légalement *le nombre d'apprentis* que peut former une entreprise selon le nombre d'ouvriers qualifiés qu'elle emploie. L'EWA par exemple peut former annuellement:

1 dessinateur;
4 monteurs électriciens;
1 électro-mécanicien;
1 vendeur;
1 vendeuse tous les deux ans.

Cela représente un nombre total de 28 apprentis simultanément en formation. A l'heure actuelle, presque chaque jour des parents demandent à mettre leurs enfants en apprentissage d'électricien.

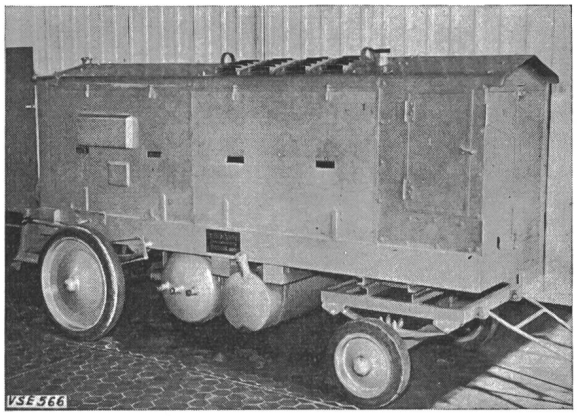

Fig. 12
Groupe générateur de secours indépendant, comprenant un moteur Diesel et un générateur triphasé de 50 kVA, 3 × 380/220 V

Nous estimons qu'aujourd'hui pour une entreprise bien dirigée les dispositions fixant la proportion du nombre d'apprentis à celui des ouvriers devraient être assouplies.

Fr. : Ra

Adresse de l'auteur:
E. Suter, chef d'exploitation du Service de l'électricité de la ville d'Aarau, Aarau.

L'Autriche face à ses besoins croissants en énergie électrique

[Extrait d'une conférence prononcée le 23 mars 1956 par *R. Stahl*, Vienne, devant l'Union autrichienne des consommateurs d'énergie [1])]

621.311.1(436)

La conférence de R. Stahl dont nous donnons ici un extrait a été prononcée à Vienne le 23 mars 1956 lors d'une assemblée de l'Union autrichienne des consommateurs d'énergie; elle traite des problèmes que pose à l'Autriche l'approvisionnement futur de son industrie en énergie électrique. Le taux d'accroissement de la consommation se maintient dans ce pays à un niveau élevé, et il y devient de plus en plus difficile de produire l'énergie électrique en quantités assurant la couverture des besoins.

Les problèmes qui se posent dans ce domaine à nos voisins autrichiens ne sont par certains côtés pas très différents des nôtres. C'est pourquoi nous ne doutons pas que les idées de l'auteur, un spécialiste réputé de ces questions, intéresseront vivement nos lecteurs.

Der hier wiedergegebene Auszug aus einem am 23. März 1956 in Wien vor dem österreichischen Energiekonsumentenverband gehaltenen Vortrag schildert die Probleme der zukünftigen Versorgung der österreichischen Industrie mit elektrischer Energie. Die unvermindert stark anhaltende Zunahme des Bedarfes und die Schwierigkeiten in der Beschaffung der zur Deckung dieses Bedarfes nötigen Energiemengen sind das Hauptmerkmal der gegenwärtigen Lage in diesem Lande.

Die Probleme, die heute unser Nachbarland beschäftigen, sind im Grunde nicht wesentlich verschieden von denjenigen, die sich der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft stellen. Die Ausführungen des Verfassers, eines anerkannten Fachmannes, dürften deshalb auch in unserm Lande einem grossen Interesse begegnen.

Généralités

Le 2 février 1956, un important dérangement survenait dans le réseau interconnecté autrichien à la suite d'un défaut à un disjoncteur causé par le froid. Cet évènement fait ressortir la situation critique dans laquelle se trouve le réseau autrichien: *il ne dispose d'aucune réserve aux heures de pointe.*

La consommation d'énergie électrique s'est accrue en Autriche en 1954 de 12,4 % et en 1955 de 12,3 % par rapport à l'année précédente. Le taux

[1]) Version française d'un extrait paru dans l'ÖZE t. 9(1956), n° 5, p. 197...198.

annuel d'accroissement de la production, par contre, s'est élevé en 1955 à 9,3 % seulement, et il ne dépassera probablement pas 8 % en 1956. Pour couvrir le déficit, il est nécessaire d'importer à n'importe quel prix, ce qui, cependant, ne sera pas toujours possible.

L'accroissement annuel de la consommation est actuellement de 1200 · 10^6 kWh environ, ce qui représente à peu près la production annuelle d'une grande centrale sur le Danube — avec une répartition saisonnière différente toutefois. La centrale, ou les centrales, ainsi que les installations de distribution qui devraient être mises en service chaque année pour répondre à l'accroissement de la consommation nécessitent des investissements de 2,3 à 3 milliards de schillings.

Ce développement de la consommation n'est pas près de s'arrêter. En Suisse, pays où la grande industrie consommatrice d'énergie électrique n'est pas aussi importante qu'en Autriche, la consommation annuelle par habitant s'élève à 2800 kWh, alors qu'elle n'est encore que de 1390 kWh en Autriche. S'il est vrai que cette évolution est liée à la conjoncture économique favorable, il n'en reste pas moins que l'énergie électrique remplace de plus en plus les autres formes d'énergie pour de nombreuses applications mécaniques, thermiques et chimiques. Il n'est pas exclu que ce mouvement s'intensifie même en cas de recul de la conjoncture.

Trois possibilités s'offrent aujourd'hui à l'Autriche:

1. Poursuivre l'aménagement de ses sources d'énergie au rythme exigé par l'accroissement de la consommation. Investissements annuels nécessaires: 2 milliards de schillings ou davantage.
2. Couvrir le déficit d'énergie électrique en réduisant les exportations et augmentant les importations: solution aléatoire, onéreuse et peu sûre.
3. Restreindre la consommation. L'auteur rejette cette idée par conviction personnelle, et aussi parce que de telles restrictions auraient des conséquences incalculables pour certaines industries et seraient absurdes dans un pays où le potentiel hydraulique encore inexploité est d'au moins 30 · 10^9 kWh.

Quels sont les moyens qui peuvent permettre à l'Autriche de se dégager de la situation critique actuelle?

Sources d'énergie:

L'Autriche est riche en *forces hydrauliques;* le potentiel encore inexploité s'élève à 30, peut-être même à 40 · 10^9 kWh.

Elle possède du *charbon* en quantités limitées, mais non négligeables, et — depuis la signature du traité de paix — du *gaz naturel* et du *pétrole.*

C'est l'*aménagement des forces hydrauliques* qui offre, à long terme, les possibilités les plus favorables et les plus rationnelles. Toutefois, cet aménagement exige des investissements importants, allant de 7000 à 15 000 schillings par kW. Par contre, le coût des centrales thermiques n'est que de 4000 à 5000 schillings par kW pour celles fonctionnant au charbon, de 3000 à 3500 schillings par kW pour celles fonctionnant au gaz naturel ou aux combustibles liquides.

Nécessaires sont, d'autre part: une bonne organisation, une exploitation rationnelle, un choix correct parmi les projets à réaliser et enfin une idée directrice.

Une *bonne organisation* est celle qu'il est encore possible de mettre sur pied compte tenu des données fondamentales de nature psychologique et politique; elle est rarement la moins chère.

Une *exploitation rationnelle* est celle qui permet, dans le cadre de l'organisation donnée, d'obtenir l'énergie électrique au moindre coût. En Autriche actuellement, 97 % des forces hydrauliques aménagées sont vraiment utilisées; on ne peut guère demander plus.

En ce qui concerne le *choix des projets,* l'Autriche a du partir de ce qu'elle a trouvé en 1945. L'aménagement de la Drau et celui de Kaprun étaient commencés; Ybbs-Persenbeug lui est pour ainsi dire tombé du ciel en 1953. Ces trois projets d'une importance décisive n'ont donc pas été conçus selon une idée directrice conforme aux besoins de ce pays. Les Autrichiens ont essayé d'ordonner rationnellement ces éléments de façon à former un tout, en les complétant par des réalisations de leur propre conception.

Tarifs

Pour juger de la situation, il est important de se souvenir que les tarifs d'électricité sont fondés sur l'hypothèse que la consommation s'accroît à un rythme déterminé, et que la réduction du coût de l'énergie produite par les anciennes centrales amorties compense plus ou moins le renchérissement de celle produite par les nouvelles centrales non encore amorties. Si les besoins augmentent trop rapidement, il en résulte naturellement des problèmes tarifaires.

Taux de l'intérêt

Il ne faut pas oublier que *50 à 60 % du coût de l'énergie électrique* produite par les centrales hydrauliques, qui exigent des investissements extrêmement importants, sont constitués par les *charges d'intérêt;* le taux de l'intérêt a donc une influence décisive sur le prix du kWh.

Un aménagement des forces hydrauliques sur une grande échelle suppose donc qu'il soit possible de rassembler par le moyen de l'épargne le *capital propre à bon marché* nécessaire. L'équipement du potentiel hydraulique autrichien n'a pu être commencé que lorsque les Etats-Unis eurent mis à la disposition de ce pays des capitaux à bon marché dans le cadre du *Plan Marshall.*

Taux d'investissement

On admet en général, sur le plan international, que le 3 % environ du revenu national devrait être employé à l'aménagement des forces hydrauliques. Cela représente en Autriche environ 3 milliards de schillings annuellement, dont 1,5 à 2 milliards pour le groupe de la «Verbundgesellschaft» et le reste pour les autres entreprises d'électricité. Cependant, alors qu'il existe dans les autres pays de nombreuses

centrales thermiques et relativement peu de centrales hydrauliques, leur rapport est en Autriche de 25 à 75. Il en résulte qu'il faut que le *taux d'investissement soit plus élevé* en Autriche, si on veut y maintenir le rapport *hydraulique: thermique* actuel.

Conclusions

L'énorme accroissement des besoins ainsi que le coût élevé de l'aménagement menacent l'équilibre tarifaire. En même temps, le marché du capital est de plus en plus fortement sollicité de tous côtés.

L'Autriche espère que «l'oncle d'Amérique», cette fois sous la forme de la *Banque mondiale,* lui fournira par voie de crédit les 800 millions de schillings qui lui manquent pour l'année en cours. Elle ne peut toutefois pas compter qu'il voudra — ou qu'il pourra — toujours faire de même, et elle devra de plus en plus faire appel à ses *moyens propres;* selon l'auteur, l'Autriche n'est pas aussi pauvre qu'on pourrait le croire. Dans le domaine de l'industrie de l'énergie électrique, ceci veut dire que:

1. L'aménagement des forces hydrauliques est à long terme pour l'Autriche la seule solution rationnelle du point de vue économique.
2. L'Autriche ne peut pas conduire une politique d'autarcie dans le domaine de l'énergie électrique, aujourd'hui moins que jamais.
3. Seule une *collaboration européenne* peut permettre la réalisation d'un programme d'équipement qui puisse attirer le capital américain en quantité suffisante et pour une longue durée. Durant les cinq ou dix années à venir, l'incertitude sera encore grande au sujet du coût de l'énergie nucléaire. Pendant cette période, il sera encore possible de faire appel à une coopération internationale en vue de l'aménagement des forces hydrauliques autrichiennes. Cela ne veut pas dire que l'énergie hydraulique ne sera plus économiquement exploitable une fois passé ce délai; mais pourquoi perdre encore plus de temps?

Les possibilités de production d'énergie en partant du pétrole et du gaz naturel sont limitées. Toutefois, elles peuvent donner à l'Autriche *une aide précieuse en vue de surmonter ses difficultés actuelles dans le domaine financier.* Ces ressources devraient donc être mises sans délai à contribution à titre de secours. Une véritable solution ne sera toutefois trouvée que lorsque l'on pourra réaliser parallèlement l'*aménagement des forces hydrauliques autrichiennes à grande échelle sur le plan international.* De cette façon, ce n'est pas 12 000, mais 3000 ou 4000 schillings par kW que, durant de nombreuses années, l'Autriche aurait à investir, et ceci sans que l'aménagement des forces hydrauliques soit négligé; cet aménagement serait tout d'abord réalisé sur le plan international, l'Autriche se réservant une part de l'énergie produite ainsi que le droit de prendre un jour en charge l'ensemble des centrales ainsi construites. A ce moment, en effet, les partenaires étrangers disposeraient de *centrales nucléaires produisant l'énergie électrique dans des conditions vraiment rationnelles du point de vue économique;* quant à l'Autriche, elle aurait dépassé la période de l'aménagement de ses ressources de pétrole et de gaz naturel, et pourrait jouir de la *totalité de la production des grandes centrales hydrauliques construites avec l'aide internationale.*

Fr. : Sa

Communications des organes de l'UCS

Examen de maîtrise pour installateurs-électriciens

Entre les mois d'octobre et de décembre de cette année aura lieu une session d'examen de maîtrise pour installateurs-électriciens. L'endroit et la date exacte seront fixés ultérieurement. Durée de l'examen: 3½ jours. Les formules d'inscription peuvent être obtenues au secrétariat de l'USIE, Splügenstrasse 6, case postale Zurich 27 (téléphone 051/27 44 14); elles devront être envoyées dûment remplies, accompagnées des attestations de travail, d'une biographie écrite à la main et d'un certificat de bonnes mœurs de date récente, jusqu'au 8 août 1956 au plus tard à l'adresse précitée. Pour tous les autres détails, nous renvoyons les intéressés aux dispositions du règlement relatives à l'admission et aux examens. Le règlement des examens de maîtrise, valable depuis le 15 décembre 1950, peut être obtenu auprès de l'Union Suisse des Installateurs-électriciens, Splügenstrasse 6, Case postale Zurich 27.

Commission d'examens de maîtrise USIE/UCS

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, téléphone (051) 34 12 12; compte de chèques postaux VIII 4355; adresse télégraphique: Electrunion Zurich.

Rédacteur: ***Ch. Morel,*** **ingénieur.**

Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS.