

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 48 (1957)
Heft: 12

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.01.2025

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Où le danger guette-t-il le personnel dans les installations à haute tension?

par F. Schär, Olten

614.825

Se fondant sur la statistique annuelle de l'Inspectorat des installations à courant fort relative aux accidents causés par l'électricité, l'auteur essaye de grouper les divers accidents d'après leur origine et d'examiner de plus près leurs causes profondes.

Anhand der alljährlich erscheinenden Statistik des Starkstrominspektorates über elektrische Unfälle wird versucht, die verschiedenen Unfälle zu gruppieren und sie auf ihre tieferen Ursachen hin zu untersuchen.

Généralités

Il est très utile que l'Inspectorat des installations à courant fort publie chaque année des indications précises sur les accidents qui se sont produits dans les installations électriques. Il en découle toujours des leçons précieuses, susceptibles d'éviter des cas semblables à l'avenir. Nous tâcherons, dans ce qui suit, de grouper en quelque sorte ces accidents, et de chercher leurs causes profondes. En gardant celles-ci présentes à la mémoire, on pourra contribuer à prévenir de semblables accidents.

1. La dangereuse tension en retour

Une des raisons qui a déjà conduit trop souvent à des accidents mortels est de ne pas avoir prêté attention à la *tension en retour dans des installations partiellement hors service*¹⁾. Il y a lieu de distinguer diverses sortes de causes:

a) *La tension en retour de pôles opposés, par exemple aux disjoncteurs de couplage.*

Etant donné qu'à l'heure actuelle de nombreux réseaux sont maillés, la plupart des disjoncteurs à haute tension sont alimentés des deux côtés. Par conséquent, on fera bien de toujours s'assurer qu'aucune tension en retour ne peut venir du côté opposé. Les sectionneurs éventuels doivent être ouverts et les lignes déclenchées, mais reliées métalliquement à demeure avec des parties de l'installation, doivent être mises à la terre avant de commencer les travaux.

b) *La tension en retour provenant du secondaire des transformateurs ou des transformateurs de potentiel*

Les parties d'installation qui sont déclenchées du côté primaire peuvent néanmoins être sous tension, tension provenant du côté secondaire par l'intermédiaire d'un ou plusieurs transformateurs de potentiel. C'est pourquoi, si l'installation dans laquelle on veut travailler comprend des transformateurs de potentiel, on enlèvera toujours les fusibles du côté secondaire avant d'entreprendre le travail²⁾.

c) *La tension en retour de bobines d'extinction*

Lorsque, dans une centrale ou dans une sous-station, plusieurs neutres de transformateurs sont raccordés à une bobine d'extinction commune, il faut ouvrir aussi cette connexion avant d'entreprendre quoi que ce soit dans l'installation; car la

borne de la bobine du côté tension n'est pas, même en service normal, au potentiel du sol. Bien que la tension d'asymétrie soit relativement faible par rapport à celle qui intervient en cas de court-circuit à la terre, elle varie pour un réseau à 50 kV entre quelques centaines et quelques milliers de volts. Elle est donc plus que suffisante pour provoquer de graves accidents.

2. Les tensions induites

Les lignes ou appareils à haute tension peuvent être *sous tension malgré un déclenchement omni-polaire*. Si la ligne en longe parallèlement une autre, ou si l'appareil se trouve dans le voisinage de lignes en service, ces objets peuvent être influencés de deux façons différentes:

a) *Par couplage capacitif*

La capacité entre deux tronçons de barres collectrices est relativement faible, mais il suffit de peu de chose pour créer une tension mortellement dangereuse. Dans une installation à 220 kV, 1 % représente déjà 220 V, ce qui est plus qu'assez pour provoquer un accident.

b) *Par couplage inductif*

Les tensions induites prennent naissance notamment le long des lignes parallèles, par les champs magnétiques alternatifs des conducteurs traversés par un courant électrique. Ces tensions également sont souvent plus fortes qu'on ne le croit.

En général, les deux composantes (a et b) sont d'autant plus grandes, et partant d'autant plus dangereuses, que l'objet déclenché est couplé plus étroitement avec un autre se trouvant être sous tension ou conduisant du courant. Par conséquent, le danger est le plus aigu lorsqu'il s'agit de travailler sur une ligne parallèle à une autre en service. Le danger n'est pas exclu lorsqu'il n'y a qu'une ligne à la place de travail, étant donné que cette ligne peut présenter un parallélisme avec une autre hors de vue. Le personnel a beau être parfaitement à la hauteur de sa tâche, s'il n'est pas au courant de la situation régionale, il pourra en pareil cas se croire à tort en sécurité.

Pour parer aux dangers provenant de tensions induites, il n'y a qu'un moyen: *mettre à la terre!* et ceci non seulement aux deux extrémités de la ligne, mais aussi à *chaque place de travail*, le mieux des deux côtés. Lorsqu'une ligne ou un seul conducteur doit être interrompu, il est nécessaire de mettre toujours la coupure à la terre

¹⁾ Voir p. ex. Bull. ASE t. 48(1957), n° 1, p. 4...5.

²⁾ Voir p. ex. Bull. ASE t. 45(1954), n° 23, p. 968.

des deux côtés et de la court-circuiter, et cela toujours *avant de l'ouvrir!* Inversement, les mises à la terre ne doivent être supprimées qu'après achèvement des travaux. Il est très important de respecter rigoureusement l'ordre de succession des opérations: la mise à terre doit être tout d'abord fixée du côté de la terre et seulement ensuite du côté de la ligne, étant entendu que ce n'est pas l'homme, mais la corde de terre qui doit toucher la ligne en premier lieu. L'homme qui exécute cette opération ne doit jamais se trouver entre l'objet et la terre, c'est-à-dire en série dans le circuit. Par analogie, en supprimant la mise à terre, il faut premièrement détacher le conducteur de l'objet et ensuite seulement de la terre. *La mise à terre constitue la seule protection possible contre les tensions induites; c'est pourquoi on doit lui vouer la plus grande attention.*

c) Tensions induites dans un sens plus général

Il s'agit des *tensions rémanentes produites* par les machines en mouvement. Elles sont naturellement faibles en regard de la tension nominale de la machine, mais quand même de l'ordre de 10% environ. Si la génératrice a une tension nominale de 10 kV, on aura donc déjà 1000 V, soit une tension très dangereuse. Aussi est-il préférable d'arrêter la machine à laquelle on doit travailler, même si cela demande un peu plus de temps; on peut facilement la remettre en marche après.

3. Mise à la terre pour protéger les ouvriers travaillant sur des parties d'installations à haute tension déclenchées

La mise à la terre a pour but de protéger contre les tensions dangereuses ceux qui travaillent sur des parties de l'installation. Elle atteint toujours ce but si elle est exécutée convenablement. Non seulement elle supprime les tensions induites, mais elle doit aussi garantir contre les suites d'un réenclenchement intempestif de parties de l'installation auxquelles on est en train de travailler. A cet effet, *les câbles de mise à la terre doivent avoir une section suffisante.* Les chiffres suivants montrent ce que cela signifie: dans une installation 16 kV, avec une puissance de court-circuit de 250 MVA, il s'écoulera environ 9000 A en cas de court-circuit. Pour que le câble de mise à la terre ne soit pas volatilisé avant que le disjoncteur fonctionne, il faut qu'il ait une section suffisamment grande. *On ne tolérera en aucun cas des connexions soudées au plomb ou à l'étain entre le câble et la cosse.* On utilisera de préférence des connexions vissées ou à soudure directe cuivre-fer, car les soudures tendres peuvent être liquéfiées en une fraction de seconde, ce qui amorce un arc puissant qui détruit tout. Les mêmes considérations valent aussi pour les installations à 50, 150 et 220 kV, car elles peuvent également donner lieu à des courants de court-circuit de 9000 à 10 000 A et davantage. Dans les installations à haute tension, il ne faut jamais se fier à une mise à terre préalable pour croire qu'il ne se passera rien. Si pour des raisons quelconques l'installation se trouve être encore sous pleine tension, au moment où l'on essaiera de la mettre à la terre il éclatera le plus souvent un arc de telle intensité

que le monteur ou le surveillant, pour autant qu'il opère sur place, s'attirera de graves brûlures, causant peut-être même la mort. Il est arrivé déjà trop souvent, lors de mises à la terre sans précautions suffisantes, que des arcs puissants aient éclaté et duré suffisamment jusqu'au déclenchement automatique pour brûler le ou les desservants (même à travers un grillage en fer!) à tel point que les victimes ont succombé au bout de quelques heures ou de quelques jours, en dépit de tous les soins médicaux.

Ainsi donc, pour que la mise à terre et le court-circuitage des installations à haute tension soient sans danger, il est indispensable de séparer tout d'abord l'installation sur tous les pôles et de tous côtés des sources de courant qui l'alimentent. On s'assurera avant de commencer les travaux que toute tension a disparu, si possible au moyen d'un détecteur de tension pour haute tension, comme il en existe de bonne qualité pour les réseaux à moyenne tension.

Rappelons ici l'*Ordonnance fédérale sur l'établissement, l'exploitation et l'entretien des installations électriques à fort courant*, où l'art. 8 stipule ce qui suit au chiffre 4:

«Si la tension doit être supprimée sur une partie de l'installation en vue de l'exécution de travaux, *le travail ne pourra commencer que lorsqu'on sera certain que la partie d'installation envisagée n'est plus sous tension.* De même, on ne devra réenclencher qu'après s'être assuré qu'il n'en résultera aucun danger pour les ouvriers. La détermination entre le chantier et la station d'enclenchement d'intervalles de temps durant lesquels le courant sera supprimé à titre de précaution devra se faire par écrit. Les montres de tous les intéressés devront être réglées les unes sur les autres de façon exacte et l'on veillera, pour plus de sûreté, à ce qu'un certain temps s'écoule entre la fin des travaux et l'enclenchement.»

Les prescriptions exigent donc assez clairement la séparation de toutes les sources de tension. Pour cela il est essentiel que dans chaque cas on connaisse sans équivoque tout ce qui peut intervenir comme source de tension et que l'on y pense *avant* de mettre l'installation à la terre.

Dans les commentaires du chiffre 4 il est dit:

«Pour s'assurer qu'une installation à laquelle on doit travailler est hors tension, il ne suffit pas, après déclenchement, de se fier seulement au retour de l'aiguille des instruments de mesure, à l'extinction de lampes enclenchées ou à la cessation du bruit des transformateurs, etc.»

Lorsque la station d'enclenchement et le chantier ne sont pas très éloignés l'un de l'autre, comme c'est toujours le cas dans les réseaux locaux, ou qu'ils peuvent être atteints en établissant un certain nombre de lieux d'enclenchements, le «rappel» est la mesure la plus sûre, qui provoque aussi l'interruption d'exploitation la plus courte. Le recours à l'«enclenchement à temps» devra donc être limité aux cas où la station d'enclenchement et le chantier se trouvent à une grande distance l'un de l'autre (conduites d'une certaine longueur traversant la campagne, lignes à haute tension à grande distance, etc.) et où le téléphone ou un autre moyen rapide et sûr de communication font défaut. La suppression du courant et l'enclenchement devront toujours être effectués de façon identique (à temps ou sur rappel) pour des travaux de même nature exécutés pour la même entreprise.»

Le rappel direct, que les prescriptions recommandent comme la méthode la plus sûre, peut être aussi appliqué aujourd'hui sur de grandes distances, grâce aux *appareils téléphoniques portatifs à ondes ultra-courtes*, que l'industrie suisse est à même de livrer à l'heure actuelle dans une qualité éprouvée.

Le chiffre 5 poursuit:

«Là où l'enclenchement intempestif, par erreur ou incompetence, d'interrupteurs ou de sectionneurs risque de mettre les ouvriers en danger, les mécanismes de commande de ces appareils seront verrouillés ou munis d'écriteaux portant par exemple «Défense d'enclencher», «Travaux sur ligne», etc.»

A propos de *verrouillage des mécanismes de commande d'interrupteurs et de sectionneurs*, remarquons que cette opération ne devrait pas se faire simplement par interruption du courant de commande, car en ce faisant on déclenche le plus souvent aussi le circuit de signalisation, enlevant par là aux préposés au pupitre de commande la possibilité de s'orienter. Comme une signalisation convenable aide à éviter des erreurs, les circuits de commande et de signalisation doivent pour de tels buts être séparés ou séparables, afin qu'en cas de blocage le circuit de commande seul soit réellement interrompu et que la signalisation continue néanmoins à fonctionner.

Au sujet de la mise à la terre de parties d'installations à haute tension, l'art. 8 chiffre 7 dit ceci:

«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.»

L'on suppose évidemment ici que *toutes* les sources de courant, qui seraient susceptibles d'alimenter un dangereux arc de court-circuit, sont déconnectées. D'où l'exigence qui suit:

«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.»

Et le chiffre 8 d'ajouter:

«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.»

Dans chaque cas la mise à la terre à la place de travail elle-même a fait ses preuves. Elle est indispensable dans les installations à haute tension, à cause des tensions induites.

4. Opérations dans la mauvaise cellule

Que de fois presque toutes les opérations d'enclenchement ou de déclenchement furent-elles exécutées correctement, et pour finir quelqu'un est entré dans la mauvaise cellule! Cela peut arriver lorsqu'il est nécessaire d'opérer sur place. La plupart du temps on a devant soi toute une série de cellules absolument identiques, qui ne se distinguent les unes des autres que par un numéro d'ordre ou le nom écrit en noir, que le surveillant sait déjà par cœur depuis longtemps; il n'a donc pas besoin de regarder... et le voilà déjà dans la mauvaise cellule!

5. Distraction par le travail

Celui qui travaille dans des installations à haute tension doit en principe constamment penser à deux choses: à *sa propre sécurité contre les accidents* et à *son travail*. Quand la place de travail est bien délimitée, cette dualité de la pensée tombe en

grande partie. Mais ce n'est pas toujours possible. Voici par exemple quelqu'un qui veut vite lire une plaquette signalétique; il s'avance prudemment; en rampant il a dépassé sans s'en apercevoir la limite de sécurité, mais il possède déjà bientôt toutes les données qu'il cherche; encore un tout petit bout et il saura le numéro de fabrication; hélas, déjà l'arc s'amorce!

Un très grand nombre d'accidents sont dus à la distraction par le travail. Malheureusement, presque chaque année l'Inspectorat doit dans sa statistique mettre en garde contre cette cause d'accidents, ainsi qu'il ressort de la bibliographie qu'on trouvera à la fin de cet article.

Pour remédier à cette cause d'accidents, dans les cas où une barrière n'entre pas en ligne de compte, on appliquera avec profit le principe de la *division du travail*. On envoie à la place de travail un homme expérimenté, avec l'ordre strict de se borner à surveiller qu'il ne puisse surgir ni situations dangereuses ni accidents. Apparemment il ne fait rigoureusement rien et, aux yeux de personnes non prévenues, on pourrait fort bien s'en passer; et pourtant, il rapporte davantage que tous les autres. Ce système a fait ses preuves ailleurs déjà, par exemple lors des travaux sur la voie ferrée des CFF, où il s'est révélé indispensable.

L'article 7, chiffre 5, de l'ordonnance citée sur les installations électriques à fort courant recommande aussi de telles mesures de sécurité.

6. Dialogue «à pied d'œuvre»

Il est décrété parfois que les manœuvres d'enclenchement ou de déclenchement devront constamment se faire avec deux hommes. Cette mesure n'atteint son but que s'il existe entre ces deux hommes une division correcte du travail: l'un pense et l'autre agit. Avant et pendant le travail, toute conversation étrangère à celui-ci doit être bannie. Si, pendant la manœuvre, on découvre un défaut, par exemple une lampe de signalisation qui ne brûle pas, on la remplacera avant de continuer. En aucun cas celui qui a la surveillance n'ira chercher une lampe de rechange pendant que l'autre poursuit son travail, en prétextant qu'il s'y connaît tout aussi bien.

Une instruction demandant qu'avant de commencer on inscrive sur une feuille de papier toute la série des opérations dans l'ordre de leur exécution, contribue certainement à éviter des erreurs; car elle oblige l'homme à réfléchir et à raisonner, avant d'agir.

7. Peintres, auxiliaires et autres manœuvres trop zélés

En règle générale, c'est le personnel de service qui exécute les petites réparations dans une installation à haute tension. Pour des travaux plus importants, on s'adresse à un entrepreneur. Comme son personnel est le plus souvent «de la partie», il est conscient des dangers qu'il court, du moins dans les grandes lignes. Une exception est constituée par les peintres en bâtiment, dont les travaux sont souvent de grande envergure, raison pour laquelle le personnel propre de l'usine peut rarement s'en

charger. Ainsi s'introduit un tout autre personnel dans l'installation à haute tension: le peintre en ignore le plus souvent tous les dangers.

C'est ainsi qu'un ouvrier peintre avait reçu l'ordre de vernir une barre collectrice déclenchée dans une grande centrale. Ayant terminé son travail plus tôt que prévu, il vernet également l'autre barre collectrice qui se trouvait dans le voisinage. Après quoi il déclara qu'en passant au pinceau la seconde barre, «ça l'avait un peu chatouillé». Ce n'était pas étonnant, car cette barre était sous une tension de plusieurs kV! Par hasard, l'échafaudage en bois et le pinceau avaient suffi à isoler l'ouvrier.

A l'occasion d'une interruption dominicale, un ouvrier auxiliaire reçut l'ordre de nettoyer trois sectionneurs à 150 kV, exactement désignés. Une fois son travail terminé, l'homme s'annonça de nouveau avec les mots: «Sur ce sectionneur-là, ça m'a légèrement électrisé». C'était naturellement le quatrième sectionneur, identique aux trois autres, mais dont les pôles étaient en liaison avec une ligne non en service, mais pas non plus mise à la terre. C'est par hasard que cette ligne n'était pas sous pleine tension et que la tension induite était très faible. Pourtant, le plus souvent les peintres et les ouvriers auxiliaires ne s'en tirent pas à si bon compte.

Il convient donc d'avoir un œil vigilant sur les artisans qui ne peuvent pas voir ou pressentir les dangers inhérents aux installations électriques. Aucune mesure de précaution ne sera superflue. Qu'on explique à ces gens les dangers qui les menacent et qu'on les y rende attentifs! Mieux vaut le leur répéter trois fois, comme dut le faire jadis Faust lorsque Méphisto heurtait à sa porte! Comme le dit l'ordonnance fédérale citée à l'art. 7, chiffre 1:

«... Si l'on requiert pour des travaux spéciaux l'aide de personnes n'ayant pas les connaissances voulues en électrotechnique, on leur donnera au préalable les instructions nécessaires.»

8. Le danger des manœuvres à répétition

Untel est au service de la même usine depuis déjà 20 ans; il ne lui est encore rien arrivé; il connaît bien toute l'installation de couplage et les machines. De temps en temps il doit exécuter une manœuvre d'enclenchement; *Untel* s'en acquitte dans l'ordre voulu, sans avoir à réfléchir: il l'a déjà fait si souvent et toujours correctement. Sans s'en rendre compte, *Untel* ne pense en somme plus à la succession des opérations: pourquoi donc, le résultat est toujours le même. Ce matin il a de nouveau reçu l'ordre de faire un couplage. Il est vrai qu'hier il avait fallu en exécuter un autre; son collègue l'a mis au courant du nouvel état de choses. *Untel* va comme d'habitude de l'interrupteur 5 au sectionneur 6, puis à la barre collectrice. Il ferme le sectionneur 7: court-circuit! Pourquoi donc? Naturellement, il aurait dû premièrement ouvrir le sectionneur 11! Par suite du couplage d'hier, l'état de couplage était différent et eût nécessité une succession différente. Comment a-t-il pu ne pas s'en apercevoir? *Untel* peut quand même s'estimer heureux, car à part l'éblouissement dû à la flamme de court-circuit, il ne lui est rien arrivé, grâce à la longue perche de couplage et au déclenchement

rapide. Cet exemple apprend qu'*avant* de l'exécuter, il faut réfléchir exactement à toute manœuvre, serait-ce la millième, même si l'on doit s'y forcer.

Ne *jamais* agir sans avoir pensé exactement à ce que l'on va faire. *D'abord* réfléchir — puis passer à l'action; ne jamais agir plus vite que sa pensée.

Trois fois la même chose — oui; car là résident les raisons profondes de nombreuses, sinon de la plupart des défaillances humaines, dans d'autres domaines également³⁾.

9. L'échelle fatale

Que de fois n'a-t-on pas escaladé une échelle sans qu'il se passe rien. Sur ce perchoir, c'est un peu plus difficile de garder son équilibre, surtout si les mains sont occupées ailleurs et qu'il faille se pencher un peu en avant ou de côté. Sur un plancher solide, chacun sent et sait exactement quand le corps perd l'équilibre. Quand on est sur une échelle, cette limite d'équilibre est différente, et avant tout on ne la sent pas d'avance; on ne s'en rend compte que lorsqu'elle est dépassée et que l'échelle se met à glisser; cette différence est capitale en l'occurrence. Aussi longtemps qu'on ne se trouve pas dans une installation électrique et qu'au début de la glissade on peut se cramponner à un objet solide, le danger est faible. Mais dans une installation électrique, l'échelle peut commencer à glisser ou à trébucher juste au moment où l'homme est absorbé par son travail. Le mouvement inattendu de son piédestal le fait tressaillir. Il saisit le premier objet venu et saisit une pièce sous tension: le grave accident s'est produit⁴⁾.

Voilà pourquoi, dans les installations à haute tension, les échelles doivent toujours être assurées contre tout risque de glissement ou de renversement.

10. La poussière est souvent plus dangereuse pour l'électricien que pour l'isolateur

Dans une installation de couplage, la poussière se dépose aussi. La porte ou la fenêtre ouverte, le frottement sur le plancher en béton et d'autres causes semblables y contribuent.

Notre *Untel* observe avec une gêne croissante ce lent amoncellement de poussière sur les appareils électriques et les isolateurs. Cela choque son sens de la propreté. La pensée qu'il pourrait en résulter, par exemple en cas d'orage, un éclatement par contournement, ne le quitte plus. Mais il oublie que la partie d'installation en cause, qui avait été hors service pendant deux heures, a été réenclenchée depuis une heure; il l'oublie un instant seulement, mais il l'oublie quand même. Il veut épousseter. Horreur, l'arc vient à la rencontre de sa main!

11. Les croisements sous des lignes à haute tension⁵⁾

Deux agriculteurs tirent un câble passant sous une ligne à haute tension. La distance à celle-ci paraît suffisante. Cependant aucun ne pense au croisement avec la ligne à haute tension; le câble fouette en l'air; les deux hommes subissent des

³⁾ Voir p. ex. Bull. ASE t. 46(1955), n° 24, p. 1157.

⁴⁾ Voir p. ex. Bull. ASE t. 45(1954), n° 23, p. 967...968, et t. 43 (1952), n° 21, p. 856...857.

⁵⁾ Voir p. ex. Bull. ASE t. 44(1953), n° 22, p. 947...948.

brûlures et peuvent encore s'estimer heureux de s'en être tirés à si bon compte⁶⁾. Malheureusement, de pareilles imprudences conduisent très souvent à la mort, et même quand il ne s'agit pas de fils métalliques mais de cordes de chanvre. Le danger est particulièrement élevé en cas de croisements avec des lignes à haute tension en pente. En pareil cas, il n'est pas même nécessaire que le fil ou la corde rebondisse vers le haut en se tendant brusquement; il suffit déjà d'une simple diminution de la flèche, comme il faut s'y attendre en tendant le fil. Si l'on ne peut éviter les croisements sous des lignes à haute tension, il faut assurer suffisamment les cordes au point de croisement. Ces mesures de sécurité doivent résister non seulement aux sollicitations statiques, mais aussi aux sollicitations dynamiques, telles qu'elles peuvent se présenter par suite de chocs et de mouvements ondulatoires.

12. Il faut être parfaitement au courant de la commande automatique pour y toucher lors de revisions

On confie de plus en plus le déclenchement des courts-circuits à des *dispositifs entièrement automatiques agissant sélectivement*. Grâce à eux on atteint des vitesses d'intervention qui ne seraient jamais réalisables à la main. Toutefois, ces dispositifs automatiques demandent un entretien convenable et doivent être traités correctement lors de revisions générales éventuelles; c'est l'évidence même. Mais cela signifie que le monteur, notamment en cas de réparation, doit en connaître *entièrement* le mécanisme avant d'intervenir. L'exemple suivant montre à quel point cette connaissance doit être précise:

Il s'agissait d'exécuter une réparation au dispositif de signalisation surveillant la marche de la roue mobile d'une turbine Kaplan. A cet effet, la machine fut arrêtée; par la même occasion on procéda aussi à quelques travaux derrière le panneau de commande de la machine correspondante; en même temps, on profita de l'arrêt de celle-ci pour jeter un coup d'œil au réfrigérateur d'huile du transformateur connecté avec l'alternateur en montage «bloc». Avant de commencer les travaux, on interrompit le courant de commande, le courant continu et le courant alternatif. On bloqua aussi en position fermée le piston d'huile alimentant le servomoteur principal de la turbine. Toutefois, le réservoir d'air pour l'huile de régulation demeura sous pression. Pour les travaux de revision au réfrigérateur d'huile du transformateur on abaissa le niveau d'huile du transformateur. Sur quoi la protection Buchholz fonctionna correctement. Mais le relais ne pouvait pas transmettre l'ordre de déclenchement au disjoncteur côté haute tension du transformateur et l'ordre d'arrêt à la turbine, étant donné que le circuit de commande était interrompu.

Cependant, lors d'utilisation multiple d'un arrêt de machine, tous les travaux ne sont pas terminés en même temps. Dans notre cas les opérations aux circuits de commande derrière le panneau de la machine et aux pompes à huile du régulateur

étaient déjà achevées, alors qu'on travaillait encore sur la roue motrice. Et comme un moteur du bloc de réglage devait être contrôlé, on enclencha la tension alternative auxiliaire et la tension continue. Aussitôt la protection Buchholz transmit son ordre, comprenant entre autres la fermeture des aubes de la couronne directrice. Il est vrai que la soupape pour l'huile de commande aux servomoteurs principaux était fermée; en outre les aubes étaient coincées par des poutres en bois. Mais on ne pouvait voir nulle part si la soupape pour l'huile de commande était réellement étanche (les travaux avaient duré plusieurs heures dans le cas particulier). Aucun manomètre ne signalait qu'en réalité les servomoteurs principaux étaient sous pression par les fuites d'huile. Par conséquent, l'ordre de fermeture de la protection Buchholz fut exécuté malgré la résistance des cales de bois, et les aubes de la couronne furent fermées. L'homme qui travaillait sur la roue de la turbine était enfermé: la plus pure des «réactions en chaîne»! Pour les éviter, il n'y a qu'un moyen: ou bien les circuits de commande doivent demeurer hors tension jusqu'à la fin, ou bien l'huile doit être évacuée, même s'il faut un peu plus de temps après la revision pour permettre à la pression d'huile de remonter lentement avant la remise en service de l'installation.

En aucun cas l'on ne devrait s'en remettre exclusivement au fonctionnement d'une soupape, dont on peut admettre qu'il est sûr, mais sans pouvoir le contrôler de façon certaine.

Conclusions

Le groupement qui précède de diverses sources de danger ne saurait prétendre tout embrasser; il se propose simplement d'attirer l'attention sur une série des causes les plus importantes et les plus fréquentes d'accidents, en tâchant d'en dégager les raisons profondes.

Nous allons résumer les directives d'ordre général qui s'en dégagent.

En quoi consiste au fond la sécurité contre les accidents? Ce qu'il y a de plus difficile, c'est de reconnaître dans chaque cas *la totalité* des sources de danger. Dès que nous les connaissons toutes, nous pouvons aussi y parer. Il est beaucoup plus facile pour tous ceux qui ont à prendre des précautions contre des accidents éventuels de reconnaître l'insuffisance d'une mesure de sécurité donnée, que de deviner une source de danger éventuelle mais qui ne tombe pas sous les sens. *C'est pourquoi on se demandera dans chaque cas tout d'abord si vraiment on a reconnu et tenu compte de tous les facteurs susceptibles de créer un danger quelconque.*

La sûreté proprement dite des mesures préventives

Lorsqu'on charge une poutre, qui se brise sous 100 kg, avec 1 kg seulement, la sécurité à la rupture est de 100 : 1. Mais si on la charge avec 99,9 kg, la sécurité tombe pratiquement à zéro. Le moindre défaut du bois, et même seulement un coup de vent, peut la briser.

Il en va de même des mesures préventives contre les accidents. On ne devra jamais braver le danger

⁶⁾ Voir p. ex. Bull. ASE t. 43(1952), n° 21, p. 856.

à tel point que le moindre mouvement maladroit, la moindre erreur d'appréciation de la distance entraîne un arc avec ses funestes conséquences. Jamais un manque d'étanchéité de soupape, une échelle légèrement appuyée, un bref oubli, etc. ne doivent pouvoir déclencher un accident. D'une façon générale, il y a grand danger d'accident lorsque l'évitement de celui-ci ne dépend que de *bagatelles*. Qu'on examine par conséquent s'il n'y a pas de points faibles, visibles ou non, dans les mesures prises pour prévenir les accidents.

Penser et réfléchir et après seulement agir!

Fr.: Bq

Bibliographie

La dangereuse tension en retour

Bulletin ASE t. 48(1957), n° 1, p. 4...5 et 7, t. 45(1954), n° 23, p. 968, t. 41(1950), n° 23, p. 840, t. 40(1949), n° 24, p. 938.

Les tensions induites

Bulletin ASE t. 48(1957), n° 1, p. 5...6, t. 46(1955), n° 24, p. 1156, t. 43(1952), n° 21, p. 856, t. 41(1950), n° 23, p. 840.

Mise à la terre pour protéger les ouvriers travaillant sur des parties d'installations à haute tension déclenchées

Bulletin ASE t. 45(1954), n° 23, p. 967.

Opérations dans la mauvaise cellule

Bulletin ASE t. 45(1954), n° 23, p. 968, t. 41(1950), n° 23, p. 839, t. 40

(1949), n° 24, p. 939, t. 39(1948), n° 18, p. 603, t. 38(1947), n° 17, p. 506, t. 37(1946), n° 13, p. 346.

Distraction par le travail

Bulletin ASE t. 48(1957), n° 1, p. 6...7, t. 46(1955), n° 24, p. 1155, t. 45(1954), n° 23, p. 968, t. 44(1953), n° 22, p. 948, t. 43(1952), n° 21, p. 856...857, t. 41(1950), n° 23, p. 839...840, t. 40(1949), n° 24, p. 938...939, t. 39(1948), n° 18, p. 602...603, t. 38(1947), n° 17, p. 505...507, t. 37(1946), n° 13, p. 346, t. 36(1945), n° 14, p. 412, t. 35(1944), n° 15, p. 392, t. 34(1943), n° 12, p. 331...332, t. 33(1942), n° 13, p. 360, t. 32(1941), n° 11, p. 240, t. 37(1936), n° 14, p. 383.

Dialogue «à pied d'œuvre»

Bulletin ASE t. 48(1957), n° 1, p. 7, t. 33(1942), n° 13, p. 360.

Peintres, auxiliaires et autres manœuvres trop zélés

Bulletin ASE t. 48(1957), n° 1, p. 7, t. 46(1955), n° 24, p. 1157, t. 43(1952), n° 21, p. 856, t. 41(1950), n° 23, p. 840, t. 38(1947), n° 17, p. 507, t. 46(1945), n° 14, p. 412, t. 35(1944), n° 15, p. 392.

Le danger des manœuvres à répétition

Bulletin ASE t. 46(1955), n° 24, p. 1156, t. 45(1954), n° 23, p. 967...968, t. 43(1952), n° 21, p. 857, t. 41(1950), n° 24, p. 839...840, t. 37(1946), n° 13, p. 348.

L'échelle fatale

Bulletin ASE t. 44(1953), n° 22, p. 947...948.

La poussière est souvent plus dangereuse pour l'électricien que pour l'isolateur

Bulletin ASE t. 43(1952), n° 21, p. 855, t. 40(1949), n° 24, p. 939, t. 39(1948), n° 18, p. 602...603, t. 38(1947), n° 17, p. 507, t. 37(1946), n° 13, p. 346, t. 34(1943), n° 12, p. 331...332, t. 33(1942), n° 13, p. 360.

Les croisements sous des lignes à haute tension

Bulletin ASE t. 48(1957), n° 1, p. 6, t. 43(1952), n° 21, p. 856, t. 40(1949), n° 24, p. 939, t. 39(1948), n° 18, p. 602, t. 38(1947), n° 17, p. 506, t. 36(1945), n° 14, p. 412, t. 35(1944), n° 15, p. 392, t. 34(1943), n° 12, p. 332, t. 32(1941), n° 11, p. 240.

Adresse de l'auteur:

F. Schär, Aar et Tessin, S. A. d'Electricité, Olten.

Communications de nature économique

061.6(494) : 621.039.4

Inauguration du réacteur «swimming-pool» à Wurenlingen

Le réacteur «swimming-pool» de la *Reacteur S. A.* a été officiellement inauguré le 17 mai à *Wurenlingen*, en présence de nombreux invités et des représentants de la presse. Comme on le sait, ce réacteur fut acheté par la *Reacteur S. A.* à l'issue de la Conférence sur les applications pacifiques de l'énergie atomique qui s'est déroulée à Genève en 1955. Sa puissance thermique, qui était à l'origine de 100 kW, a été portée entre-temps à 1000 kW, ce qui a nécessité diverses modifications et en particulier l'installation d'un refroidissement supplémentaire. A pleine puissance, le noyau du réacteur émet aujourd'hui près de 10^{12} neutrons par cm^2 et par seconde, une densité qui n'est atteinte par aucune autre source de neutrons du continent européen. Le réacteur a été baptisé du nom de «*Saphir*», pour rappeler la lueur bleu-vert qu'il dégage lorsqu'il est en service.

Le «*Saphir*», qui brûle de l'uranium enrichi et est modéré et refroidi par de l'eau naturelle, est un réacteur d'essais. On pourra, grâce à lui, étudier le déroulement de la réaction en chaîne et les méthodes permettant de la tenir sous contrôle. Le «*Saphir*» convient particulièrement bien pour des essais portant sur les matériaux employés dans la construction d'écrans contre les radiations. En vue d'essais de ce genre, des pièces de grandes dimensions peuvent être plongées dans le bassin et amenées dans le voisinage du noyau du réacteur. Six canaux accessibles du local d'essais permettent, d'autre part, de faire des essais d'irradiation sous une densité de neutrons dosée avec précision. Une autre tâche du «*Saphir*» est la production d'isotopes radioactifs utilisables en médecine, en chimie et en biologie.

Des allocutions prononcées lors de la cérémonie d'inauguration, il ressort que la Suisse devra déployer de très grands efforts si elle veut rattrapper le retard qu'elle possède actuellement sur d'autres pays dans le domaine de la recherche nucléaire. Tous les orateurs tombèrent d'accord pour souligner que ce but ne peut être atteint que par une étroite collaboration des milieux scientifiques, de l'industrie et des pouvoirs publics. Dans différents domaines, notamment en ce qui concerne le programme financier, il faudra voir plus grand que jusqu'ici. La mise en service du «*Saphir*» est un premier pas important en vue de l'utilisation de l'énergie nucléaire dans notre pays. Elle nous permet d'effectuer nos propres essais de fission nucléaire et — ce qui n'est pas moins important à l'heure actuelle — de donner aux spécialistes suisses la possibilité de travailler dans leur pays à des recherches nucléaires.

Après les allocutions, dont nous donnons ci-dessous un court résumé, M. le conseiller fédéral *Petitpierre* se rendit, accompagné de M. *W. Boveri*, du professeur *Paul Scherrer*

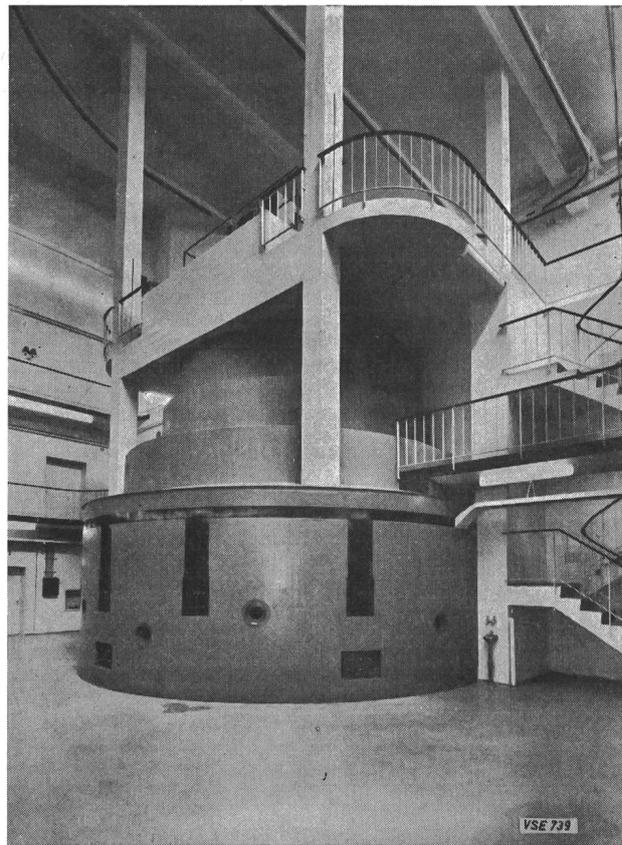


Fig. 1

Le «*Saphir*» vu du local d'essais

On distingue sur l'écran en béton les orifices des canaux d'irradiation

et de M. *Schmid*, recteur de l'EPF, dans la salle de commande du *Saphir* où il mit officiellement en marche le premier réacteur nucléaire suisse.

Allocution de M. le conseiller fédéral Petitpierre

M. Petitpierre rappela tout d'abord que si la Suisse se trouve actuellement en retard dans le domaine de l'énergie nucléaire, c'est avant tout parce que divers pays ont, durant la dernière guerre mondiale et pour des raisons militaires, développé de façon gigantesque leurs recherches nucléaires en y consacrant d'énormes moyens financiers, et que d'autre part notre pays ne possède aucun gisement exploitable de matières fissiles. Nous ne sommes cependant pas les seuls à être restés en arrière, et ce retard peut encore se rattrapper si nous acceptons de faire les efforts et les sacrifices nécessaires. Selon le représentant du Conseil fédéral, une des difficultés majeures à laquelle doit faire face notre pays est actuellement le manque de personnel qualifié formé pour la recherche et la technique nucléaire. Il faut donc faire ce qui est en notre pouvoir pour garder chez nous nos spécialistes, ainsi que pour persuader de revenir en Suisse ceux d'entre eux qui ont trouvé à l'étranger de meilleures conditions de travail ou de meilleurs salaires que ceux que nous pouvions leur offrir.

Ainsi que M. Petitpierre le souligna dans la suite de son discours, nous devons en Suisse, pour résoudre les problèmes de l'énergie nucléaire, appliquer autant que possible les principes éprouvés sur lesquels s'est fondé le développement de notre pays lui-même, de notre recherche scientifique et de notre économie nationale. Un de ces principes est le *fédéralisme*. Une centralisation de la recherche, comme elle pourrait être envisagée eu égard aux dépenses considérables et aux installations compliquées qu'exige l'étude de l'énergie nucléaire, serait une grave faute. Ce qui, par contre, s'impose plus que dans tout autre domaine, c'est une étroite collaboration de nos hautes écoles techniques et de nos universités.

Le deuxième principe est celui de la *collaboration entre la Confédération et les milieux économiques*. Ainsi que M. Petitpierre le déclara, il faut accorder à ces milieux le degré

Après avoir esquissé rapidement les tâches les plus importantes du «Saphir», que nous avons déjà citées plus haut, M. Boveri en vint à parler de l'importance de ce réacteur pour la Réacteur S.A. On peut constater aujourd'hui avec satisfaction que l'acquisition du «Saphir» aura une influence favorable sur les autres travaux de la société. Grâce au «Saphir», la Réacteur S.A. peut commencer ses travaux de recherche deux ans plus tôt, sans compter que les précieuses expériences faites lors de la construction du réacteur «swimming-pool» pourront être mises à profit lors de la mise au point des projets et lors de la construction du réacteur à eau lourde.

Ainsi que le déclara plus loin le président du conseil d'administration de la Réacteur S.A., le «Saphir» sera mis au service de la recherche dans l'acceptation la plus large du terme. Il existe déjà un contrat avec l'EPF, qui donne à celle-ci le droit d'utiliser le réacteur pour l'enseignement et la recherche. Mais la Réacteur S.A. est également disposée à conclure des accords analogues avec d'autres universités suisses; il est souhaitable, toutefois, que chacune d'entre

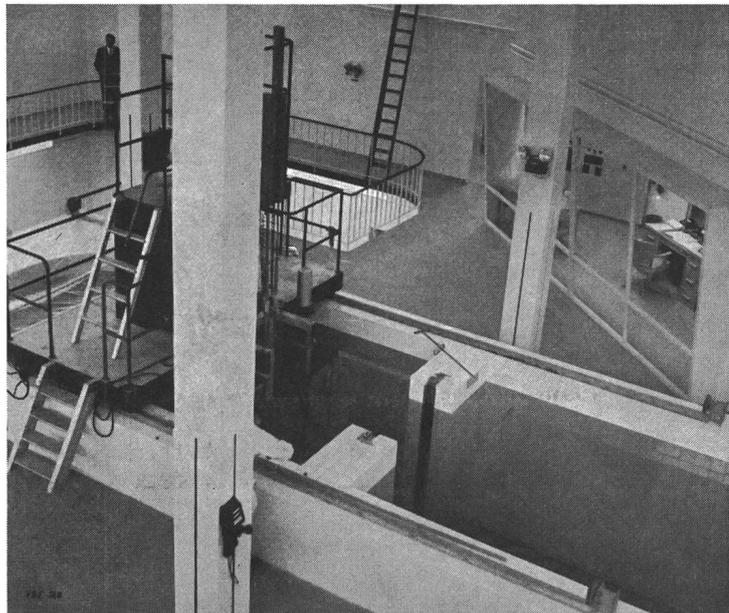


Fig. 2

Le bassin double du «Saphir» vu d'en haut
A droite à l'arrière plan, le poste de commande

maximum de liberté qui soit encore compatible avec les intérêts généraux. Dans le domaine de l'énergie nucléaire, par suite des circonstances spéciales, la liberté ne peut être aussi grande que dans d'autres branches de notre vie économique. Dans ce domaine, l'Etat représente un appui dont on ne peut pas se passer, un allié dont l'aide est nécessaire au développement de la science et de la technique nucléaire. L'achat et la mise en service du réacteur «swimming-pool» est la première réalisation fondée sur la collaboration de la Confédération et de l'industrie privée, représentée par la Réacteur S.A. Puis, conclut M. Petitpierre, grâce à cette collaboration, à la compréhension des pouvoirs publics, à l'intelligence et au goût de la recherche de nos hommes de science, grâce enfin à l'esprit d'initiative et à la faculté d'adaptation de notre industrie nationale, à sa volonté de rester à la hauteur de la réputation qu'elle s'est légitimement acquise, l'utilisation pacifique de l'énergie atomique dans notre pays être pour lui une nouvelle source de prospérité et contribuer à améliorer encore les conditions d'existence du peuple suisse.

Allocution présidentielle de M. W. Boveri

Dans son allocution, le président du conseil d'administration de la Réacteur S.A. souligna tout d'abord que, depuis la pose de la première pierre du «Saphir», soit depuis un peu plus d'un an, un travail considérable a été accompli. Les réalisations ne comprennent pas seulement la construction du bâtiment qui vient d'être inauguré et la mise en service des installations techniques qu'il abrite. Tout aussi important est le fait que durant ce laps de temps une organisation qui comprend pour l'instant plus de 50 collaborateurs a pu être mise sur pied.

elles se charge de l'étude d'un problème bien déterminé. La Réacteur S.A. espère contribuer ainsi à la formation de jeunes spécialistes suisses de la technique nucléaire. M. Boveri souligne cependant, dans cet ordre d'idées, que la recherche pure n'entre pas dans les attributions de la Réacteur S.A. Son but principal est de rechercher les moyens d'utiliser les réactions nucléaires à la *production d'énergie* avant tout.

Les relations entre la Réacteur S.A. et les sociétés industrielles qui y participent sont, d'après M. Boveri, en grande partie excellentes. D'autre part, la Réacteur S.A. reçoit de la Confédération de larges subventions aux frais de construction et une contribution aux frais d'exploitation. Cependant, les moyens mis à la disposition de la Réacteur S.A. par l'industrie privée ne suffisent plus du tout à l'accomplissement des tâches même les plus urgentes. La société a donc été amenée à demander récemment à la Confédération un crédit de 5 millions de francs. Cette somme sera consacrée à la formation systématique de jeunes collaborateurs et, en premier lieu, à la couverture des frais d'exploitation des installations, y compris le laboratoire, durant les années 1957 et 1958. Une autre demande de crédit, s'élevant à 50 millions de francs, comprenant en particulier les frais de construction de laboratoires et les dépenses d'exploitation jusqu'en 1962, sera bientôt adressée à Berne. Selon M. Boveri, ce n'est encore qu'avec réticence que les pouvoirs publics admettent qu'ils doivent considérer de tels crédits sous une toute autre échelle que jusqu'ici. Or, il faut souligner que la Réacteur S.A. peut aussi rendre d'importants services à la Confédération en formant des spécialistes de premier ordre qui pourront servir plus tard à la Confédération d'experts dans les questions nucléaires, et conseiller les personnes chargées

d'établir un programme nucléaire suisse ainsi que les autorités militaires de notre pays.

M. Boveri conclut en remerciant tous ceux ont aidé à construire le «Saphir» et ses installations annexes.

Allocution du recteur de l'EPF

Selon les paroles du professeur Schmid, recteur de l'EPF, les trois faits suivants ont été continuellement rappelés à l'attention du peuple suisse au cours des trois dernières décennies:

- le destin de notre pays est lié non seulement à celui des pays voisins, mais à celui du monde entier,
- la prospérité de notre peuple dépend de celle de son industrie,
- la technique suisse dépend très étroitement de la recherche scientifique des établissements d'enseignement supérieur.

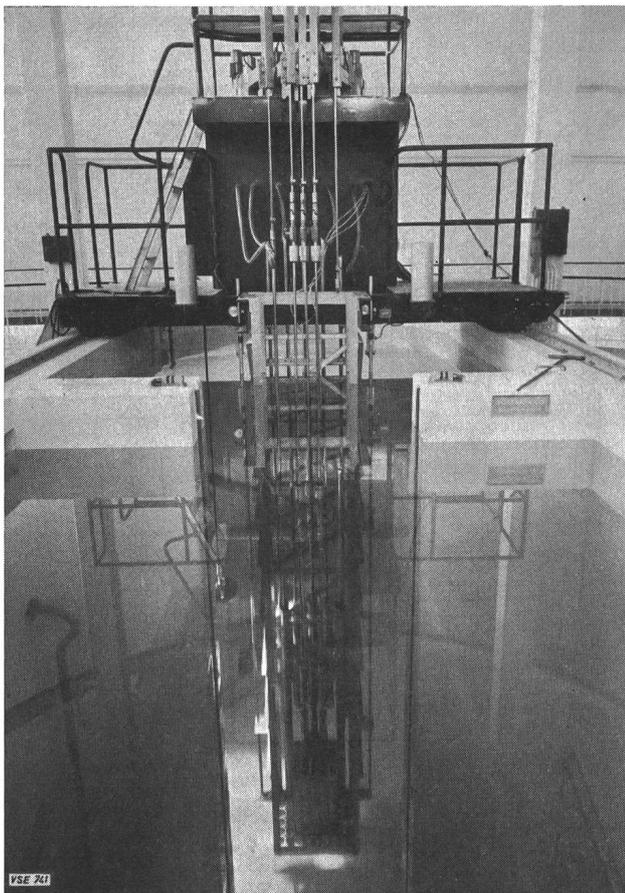


Fig. 3

Vue du port roulant avec les barres de contrôle du réacteur
Le noyau du réacteur se trouve tout au fond du bassin

Le réacteur «swimming-pool» qui vient d'être inauguré peut être considéré comme un symbole de ces trois constatations. Ce qui se passe à Wurenlingen, tout d'abord, n'est qu'une infime partie d'une évolution qui embrasse le monde tout entier. Mais Wurenlingen, d'autre part, n'existerait pas sans la largeur de vues et l'esprit d'initiative de nos chefs d'industrie. Enfin, les hautes écoles ne sont pas étrangères non plus à ces réalisations.

L'avènement de l'ère atomique dans la science est un fait indiscutable. Le sentiment d'être également au seuil d'une

nouvelle époque de l'industrie et de la technique, voire même de l'histoire suisses, s'impose à nos esprits et nous tourmente; car les perspectives sont encore incertaines. Puisse une ère de prospérité s'ouvrir, une fois passé le seuil actuel, ainsi conclut le professeur Schmid, et puisse ces réalisations pour lesquelles l'industrie et la science se sont donné la main, contribuer à la prospérité de notre patrie et ne jamais se retourner contre le bien de l'humanité.

Allocution du directeur de la Réacteur S. A.

M. Sontheim, directeur de la Réacteur S. A. donna tout d'abord un aperçu de l'histoire du réacteur «swimming-pool». Il souligna que les transformations qu'a nécessité l'accroissement de la puissance thermique du «Saphir» ont été réalisées selon les propres conceptions de la Réacteur S. A. après avoir été étudiées et mises au point en étroite collaboration avec un certain nombre d'entreprises suisses. Quant au réacteur lui-même, M. Sontheim en donna une description technique que nous résumons ci-dessous.

Le noyau du réacteur est constitué par un certain nombre de plaques de section quadratique reliées en faisceau et contenant de l'uranium enrichi à 20 %, qui, lorsque la puissance est faible, sont refroidies par la circulation naturelle de l'eau. L'eau sert également de réflecteur et d'écran protecteur. Les barres de contrôle pénètrent dans le noyau, ainsi que les sondes pour les instruments de contrôle et les appareils de sécurité. Le noyau est suspendu à un pont roulant par l'intermédiaire d'une construction en aluminium. Pour atteindre le flux de neutrons maximum, d'une densité de 10^{12} neutrons par cm^2 et par seconde, la puissance du réacteur doit être portée à 1000 kW, et éventuellement plus. Dans ce cas, le refroidissement naturel par convection ne suffit plus; un courant de refroidissement artificiel est alors créé, qui traverse le noyau de bas en haut. Cette circulation en sens inverse est nécessaire, si l'on veut éviter que l'azote N_{16} produit dans le noyau n'apparaisse à la surface de l'eau et crée des difficultés par suite de sa radio-activité.

Ainsi que M. Sontheim le déclara plus loin, les réacteurs du type du «Saphir» ont, jusqu'à une certaine puissance, le grand avantage de présenter une sécurité «intrinsèque». Une augmentation brusque de puissance, telle qu'elle pourrait résulter d'une radio-activité trop intense, est toujours immédiatement empêchée par le fait que de la vapeur se forme et que l'eau — donc le milieu modérateur — sort donc du noyau du réacteur, d'où une interruption de la réaction en chaîne. Si le surplus de radio-activité se maintient plus longtemps, l'eau se met à bouillir dans le noyau, ce qui conduit à un état stable.

Après avoir décrit le «Saphir», M. Sontheim développa quelques considérations au sujet du problème du recrutement du personnel, qui nous causera encore en Suisse beaucoup de soucis, si on n'y trouve pas une solution rapide et suffisamment large. Il est bien connu que la Suisse est toujours dans les premiers rangs en ce qui concerne l'éducation et la formation de ses jeunes gens. Mais, d'autre part, en Suisse les pouvoirs publics ne consacrent à la recherche que des moyens tout à fait insuffisants, en comparaison avec d'autres nations; il en résulte que depuis un certain temps un nombre croissant de spécialistes émigrent dans certains pays, où ils trouvent des conditions de travail meilleures et beaucoup plus intéressantes. C'est là un grave danger pour l'avenir de notre industrie. L'époque du chercheur isolé est définitivement révolue. Ce qu'il nous faut aujourd'hui, ce sont des laboratoires et des instituts de recherche modernes, où l'intelligence et le travail de nos chercheurs pourront trouver un terrain fertile et découvrir les solutions dont nous avons besoin si nous voulons surmonter sans dommages durables la pénurie qui se dessine dans le domaine de notre approvisionnement en énergie. Il est donc du devoir de tous les citoyens conscients de leurs responsabilités de reconnaître la nécessité de mettre à la disposition de la recherche technique les moyens financiers dont elle a besoin. *Wi./Sa.*

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1; adresse postale: Case postale Zurich 23; téléphone (051) 27 51 91; 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, au numéro ou à l'abonnement.