

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 45 (1954)
Heft: 19

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

L'accident dû au courant fort

Compte rendu des journées de discussion de l'UCS du 26 février 1953 à Zurich et du 12 mars 1953 à Lausanne

614.825(494)

Le but principal de ces journées était d'informer les participants, d'une part des recherches de la science médicale concernant la thérapeutique à appliquer en cas d'accidents dus au courant fort, d'autre part des questions juridiques et sociales qui se posent en relation avec de tels accidents. Les dernières recherches qui ont été entreprises à l'instigation de la Commission de l'ASE et de l'UCS des médecins pour l'étude des accidents dus au courant fort ont déjà fait l'objet de plusieurs communications; il nous semble cependant indiqué de donner ici un aperçu général de la question, telle qu'elle se pose aujourd'hui.

Le premier exposé traitait de l'importance des accidents dus au courant fort en Suisse et rappelait, en particulier, le succès qui a couronné les efforts entrepris dans le but de prévenir de tels accidents. M. R. Fröhlicher, docteur en médecine, Zollikon,

médecin chargé des recherches à la Commission de l'ASE et de l'UCS des médecins pour l'étude des accidents dus au courant fort, communiqua ensuite les résultats de ses recherches et parla des expériences faites avec l'application pratique de ces résultats. Un autre exposé avait pour but d'informer les participants des questions juridiques et sociales en relation avec les accidents dus au courant fort. Une communication concernant les expériences pratiques faites avec les méthodes thérapeutiques modernes applicables en cas d'accidents dus au courant fort permit de passer à la discussion, qui fut très animée.

Les exposés cités sont reproduits ci-dessous, légèrement abrégés; ils sont suivis d'un compte rendu condensé des discussions tenues lors des deux assemblées.

La prévention des accidents dus au courant fort

par F. Sibling, Zurich

L'auteur rappelle tout d'abord, sur la base du matériel statistique rassemblé par l'Inspectorat fédéral des installations à courant fort, le succès qui a couronné les efforts entrepris dans le but de prévenir les accidents dus au courant fort; le nombre d'accidents mortels est resté à peu près constant depuis 1915, ceci malgré l'énorme augmentation de la consommation d'énergie électrique. Quelques exemples illustrent ensuite les causes d'accident les plus typiques.

Zuerst zeigt der Verfasser, an Hand der Statistiken des eidg. Starkstrominspektorates, dass die Bestrebungen zur Verhütung elektrischer Unfälle von Erfolg gekrönt wurden; die Zahl der tödlichen Unfälle ist seit 1915 praktisch konstant geblieben, trotz einem riesigen Anstieg des Verbrauchs an elektrischer Energie. Einige Beispiele veranschaulichen typische Unfallursachen.

Si l'on parcourt la statistique suisse des accidents dus au courant fort, que l'Inspectorat des installations à courant fort publie chaque année, on peut prétendre à bon droit que les efforts en vue d'éviter les accidents ont été couronnés de succès. C'est ce que montre clairement la fig. 1, où l'on a représenté l'évolution depuis 1915 de la production d'énergie des entreprises suisses d'électricité (sans les centrales des chemins de fer) et la puissance installée chez les abonnés d'une part, l'évolution du nombre des accidents dus au courant fort depuis la même date d'autre part. Pour ne pas surcharger la figure, on a divisé l'intervalle de temps considéré en périodes successives de cinq ans, et l'on a reporté le nombre annuel moyen d'accidents pendant chacune de ces périodes. Le graphique montre que le nombre des accidents mortels n'a pas sensiblement augmenté depuis 1915, bien que, dans l'intervalle, la puissance installée chez les abonnés ait passé d'environ 700 000 kW à plus de 10 millions de kW (elle est donc 15 fois plus importante aujourd'hui qu'en 1915), et que la production d'énergie ait passé

de 1,5 milliard de kWh à 12 milliards de kWh environ. L'année 1950, au cours de laquelle on a enregistré 44 accidents mortels dont 27 à la tension normale de 220 V et 9 aux tensions de 250, 300 et 500 V, représente une exception.

La statistique montre une augmentation importante du nombre des accidents dus au courant fort qui ont conduit à des blessures. Cette augmentation ne correspond pas, toutefois, entièrement à la réalité; elle s'explique, en effet, en grande partie par le fait que, depuis 1920 environ, date à laquelle la Caisse notionale suisse d'assurances en cas d'accidents (CNAL) a commencé son activité, une plus grande proportion des accidents ayant conduit à des blessures qu'auparavant sont annoncés à l'Inspectorat des installations à courant fort. Depuis quelques années, l'Inspectorat a même connaissance de tous les cas, en relation avec le courant fort, qui sont annoncés à la CNAL. C'est donc principalement parce que l'on tient aujourd'hui un compte plus exact des accidents se traduisant seulement par des brûlures de contact avec un arc électrique ou par

de légères brûlures de passage de courant, que les chiffres cités ont augmenté de pareille façon.

Les tableaux I et II donnent un intéressant aperçu des accidents dus au courant fort au cours de ces vingt dernières années. Comme le montre le tableau I, la moitié des accidents mortels ont été dus aux basses tensions de moins de 250 V, pour la plus grande partie à la tension de phase des réseaux normalisés à 220/380 V; rappelés à ce sujet que

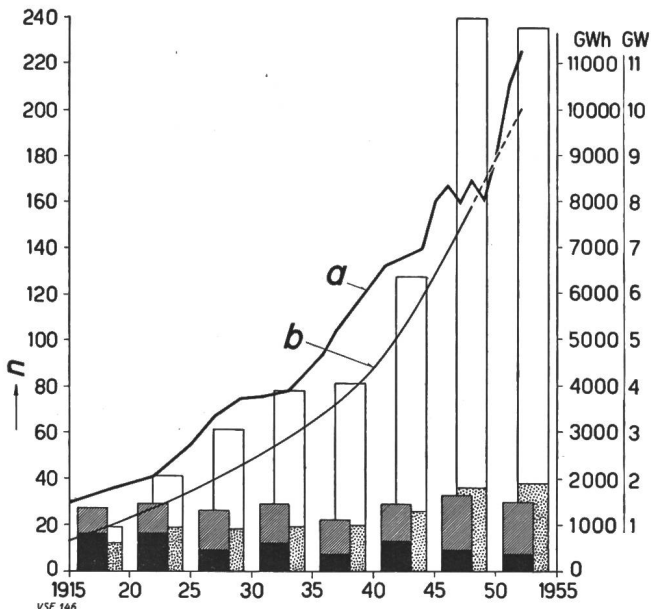
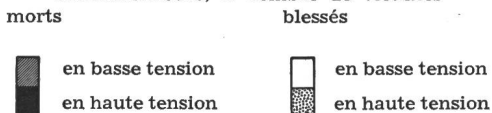


Fig. 1

Production d'énergie, puissance installée chez les consommateurs et nombre de victimes d'accidents dus au courant fort en Suisse depuis 1915

a production annuelle d'énergie; b puissance installée chez les consommateurs; n nombre de victimes



80 % environ des abonnés sont aujourd'hui approvisionnés en électricité par des réseaux normalisés à 220/380 V, si l'on fait abstraction des réseaux industriels à 500 V. De plus, comme les accidents en basse tension sont les plus nombreux, on peut facilement s'expliquer que, comme le montre le tableau II, le nombre total des accidents mortels soit moins élevé dans la catégorie des gens de métiers que dans celle comprenant le reste de la population. Malheureusement, deux ou trois enfants sont, chaque année, victimes du contact avec des appareils ou des parties d'installations sous tension.

Nombre d'accidents survenus pendant les 20 dernières années classés d'après la tension en jeu

Tableau I

Tension en jeu	Nombre de victimes		
	morts	blessés	Total
0... 250 V	299	1456	1755
251... 1 000 V	86	799	885
1001...10 000 V	100	314	414
plus de 10 000 V	98	214	312
Total	583	2783	3366

Très intéressante aussi est la fig. 2, qui montre comment les accidents se sont, au cours de la même

Nombre d'accidents survenus pendant les 20 dernières années classés d'après la profession des victimes

Tableau II

Profession	Nombre des victimes		
	morts	blessés	Total
Gens du métier	217	1336	1553
Machinistes et surveillants de station	26	149	175
Monteurs et aide-monteurs	143	1057	1200
Reste de la population	366	1447	1813
Ouvriers d'usine	68	760	828
Ouvriers du bâtiment	69	305	375
Enfants	50	50	100
Total	583	2783	3366

période de vingt années, répartis selon les saisons et les mois de l'année. Comme on le sait, la loi d'Ohm est aussi valable pour le passage du courant électrique à travers le corps humain. Or, la majeure partie de la résistance y est concentrée dans l'épiderme; la résistance de celui-ci dépend fortement de l'état dans lequel il se trouve, c'est-à-dire qu'elle est beaucoup plus faible lorsque la peau de la main, qui touche ou saisit un objet sous tension, est humide que lorsqu'elle est absolument sèche. Ceci explique pourquoi pendant les mois d'été, époque où l'on transpire et où l'on est plus rapidement fatigué par suite de la chaleur, on enregistre beaucoup plus d'accidents mortels que pendant les mois d'hiver. C'est ainsi que l'on enregistre pendant les deux mois de juin et juillet, au total, environ deux fois plus

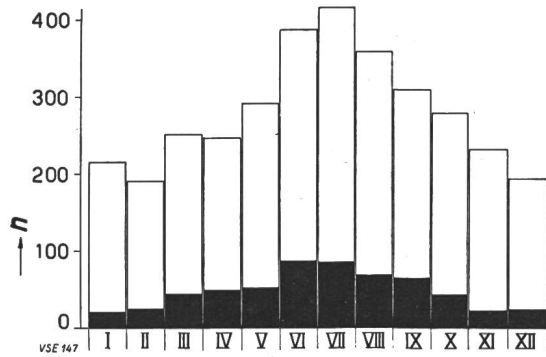


Fig. 2

Répartition des cas d'accidents dus à l'électricité selon les mois de l'année, durant les 20 dernières années

n nombre de victimes

d'accidents mortels que pendant la période de quatre mois allant du 1^{er} novembre au 28 février.

En ce qui concerne les installations à basse tension chez les abonnés, on sait que ce sont avant tout les lampes baladeuses défectueuses, ainsi que les outils à main électriques non mis à terre, qui causent la plus grande partie des accidents. Pendant ces 20 dernières années, 84 personnes ont été électrocutées en employant des douilles métalliques ordinaires ou, bien que plus rarement, des lampes métalliques à pied comme lampes baladeuses dans des locaux à sol conducteur ou à l'air libre. 46 autres personnes trouvèrent la mort, pendant la même période, en employant des outils électriques à main, soit parce qu'ils n'étaient pas construits pour être mis à la terre, soit parce qu'ils furent raccordés à

des prises bipolaires sans être mis à la terre, à des prises sur douille ou par l'intermédiaire de cordons de rallonge à deux conducteurs, soit enfin parce que le conducteur de terre était interrompu ou parce que la mise à la terre de protection elle-même possédait une trop grande résistance. Afin de diminuer le nombre de tels accidents, l'Inspectorat des installations à courant fort a déjà publié, il y a plusieurs années, des circulaires attirant l'attention sur les dangers des lampes baladeuses défectueuses et sur les mesures de sécurité nécessaires lors de l'emploi d'outils à main électriques. Ces circulaires sont tou-

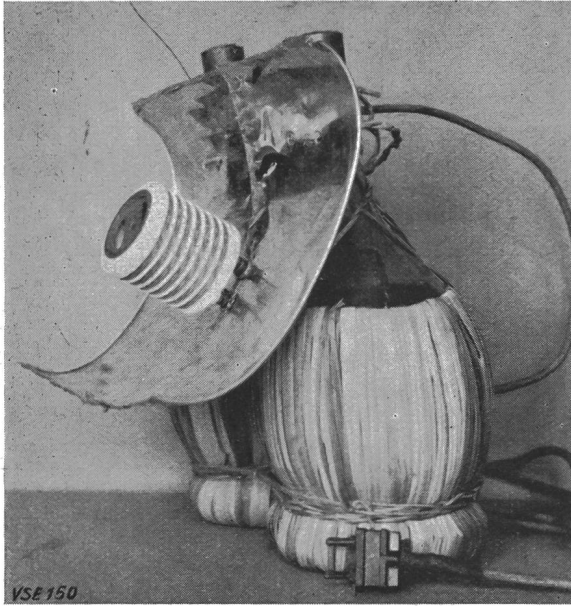


Fig. 3
Radiateur électrique construit de façon très primitive par un bricoleur
Le bricoleur imprudent trouva la mort dans sa baignoire en saisissant le radiateur. Tension en jeu: 220 V

jours à la disposition des entreprises électriques pour les distribuer à leurs abonnés.

Les accidents dus à des appareils électriques construits par des bricoleurs restent relativement isolés. La fig. 3 en donne un exemple particulièrement intéressant; il s'agit d'un radiateur électrique construit de façon tout à fait primitive par une personne de métier de la branche des courants faibles. Le bricoleur imprudent trouva la mort alors qu'il chauffait sa salle de bain avec ce radiateur et qu'il voulut, depuis sa baignoire, saisir l'appareil par le «réflecteur», qui avait à ce moment-là une tension de 220 V par rapport à la terre.

Chaque année des accidents arrivent aussi, malheureusement, dans les installations de production et de distribution d'énergie. Dans les centrales, pendant les travaux effectués par le personnel, ce sont avant tout les installations à haute tension pas entièrement déclenchées, qui mettent celui-ci en danger; citons par exemple les disjoncteurs qui n'ont été déconnectés que d'un côté; très dangereux aussi sont les travaux effectués à proximité d'installations ou appareils à haute tension qui doivent rester sous tension et ne sont pourtant pas revêtus d'une enveloppe de protection. Des causes analogues sont à l'origine des accidents sur les lignes aériennes

à haute tension. L'Inspectorat des installations à courant fort a déjà été amené plusieurs fois à exhorter le personnel de ne jamais omettre d'effectuer les mises à la terre et les mises en court-circuit qui sont prescrites dans le but de protéger ceux qui travaillent sur les lignes aériennes; on doit constater malheureusement que de telles omissions se produisent fréquemment. La fig. 4 montre un cas particulier intéressant; il s'agit d'un accident arrivé pendant un exercice de sapeurs-pompiers, et qui coûta la vie à deux jeunes recrues. Pour montrer dès le début aux recrues qu'il fallait faire spécialement attention dans le voisinage de lignes électriques aériennes, le commandant fit dresser, pour le premier exercice déjà, une échelle coulissante armée de fer sur une place traversée par des conduites aériennes à basse tension de 220/380 V et par une ligne à haute tension de 15 000 V. Un coup de vent fit osciller l'échelle, dont l'extrémité dépassait de 10 cm la phase inférieure de la ligne à haute tension; les parties métalliques de l'échelle furent alors mises sous tension, d'où deux morts et un blessé.

Plus d'un monteur, d'autre part, considère comme peu dangereux les travaux sous tension sur des lignes aériennes à basse tension, bien que de nombreux accidents prouvent que de tels travaux ne doivent être effectués que lorsqu'ils sont abso-

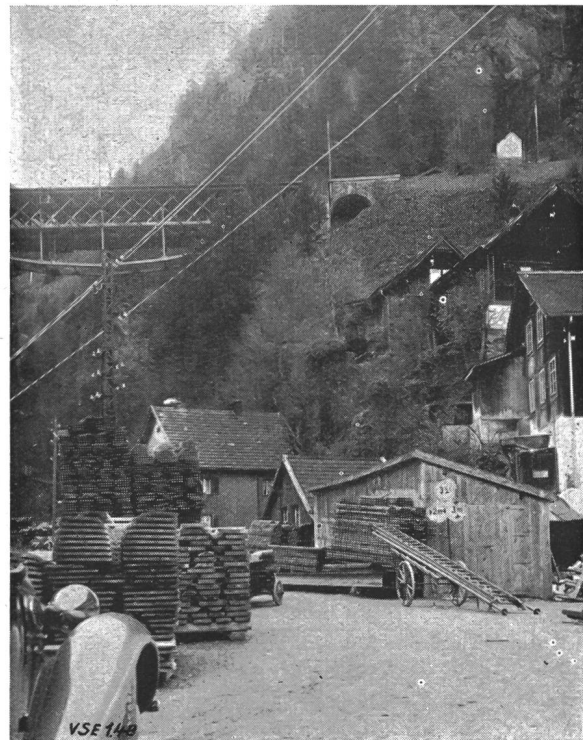


Fig. 4
Accident mortel lors d'un exercice du corps des sapeurs-pompiers avec une échelle coulissante armée de fer
La place est traversée par une ligne électrique à haute tension (15 kV). L'accident a causé deux morts et un blessé

lument nécessaires, et en prenant les mesures de sécurité qui sont prescrites dans les «Recommandations pour les travaux sous tension dans les installations de distribution à basse tension» publiées par l'ASE; c'est seulement dans ce cas que le personnel peut travailler sans danger.

La fig. 5 illustre le danger d'accident que constituent les conduites aériennes nues raccordant une habitation au réseau. Dans cet exemple, un échafaudage était traversé par une telle conduite; celle-ci n'avait été, comme on put le constater une fois les travaux plus avancés, qu'insuffisamment enveloppée par une protection en planches. Le chef de chantier estima qu'il était suffisant de déplacer les fils contre les montants de l'échafaudage au moyen de clameaux. Comme le montre la photographie, les conducteurs restèrent à nu sur une partie de la plateforme de l'échafaudage. Un couvreur, qui saisissait des tuiles se trouvant sous ces conducteurs nus, toucha, en se relevant, l'un des deux pôles avec l'épaule gauche et l'autre avec le côté droit du cou. Le passage du courant sous une tension de 250 V causa la mort de l'ouvrier, car la fibrillation ventriculaire du cœur commença sans doute immédiatement; c'est là d'ailleurs la raison de la plupart des issues mortelles dans les accidents graves en basse tension.

C'est aux entreprises d'électricité d'agir à l'encontre des causes connues d'accidents, et de prévenir ainsi, autant que possible, les dommages qui en résultent. Mais, comme il n'en reste pas moins que les fautes de l'homme aussi bien que de la machine pourront toujours, malgré tout, être cause d'accidents, il faut espérer que les recherches de la médecine, notamment celles entreprises à l'instigation de la Commission de l'ASE et de l'UCS des médecins

pour l'étude des accidents dus au courant fort, conduisent à des découvertes qui permettent de combattre avec efficacité cette dangereuse fibrillation



Fig. 5
Accident mortel en basse tension sur un échafaudage traversé par une ligne insuffisamment protégée
Un couvreur a trouvé la mort ici. Tension en jeu: 250 V

ventriculaire. Il est réjouissant de constater en tous cas que, il y a quelques années déjà, certaines découvertes purent être mises au service du traitement des patients blessés par la haute tension, découvertes qui permettent leur guérison dans de nombreux cas.

Problèmes de l'accident dû à l'électricité; nouvelles connaissances sur le traitement des victimes d'accidents dus au courant fort

par R. Fröhlicher, docteur en médecine, Zollikon

L'auteur communique les résultats qui ont été obtenus au cours des recherches entreprises à l'instigation de la Commission des médecins pour l'étude des accidents dus au courant fort. Il distingue entre l'accident en basse tension, qui entraîne en général la fibrillation ventriculaire et la mort par arrêt du cœur, d'une part, et l'accident en haute tension, qui entraîne de graves brûlures et, si l'on ne prend pas de mesures immédiates, un empoisonnement interne, d'autre part. Il indique les méthodes capables d'arrêter la fibrillation ventriculaire et décrit le traitement au bicarbonate de soude des victimes d'accidents en haute tension.

Il expose enfin une nouvelle méthode de respiration artificielle, dite méthode de la balançoire, qui présente de grands avantages par rapport aux méthodes anciennes.

Des exemples typiques d'accidents, la description des lésions en ayant résulté et l'exposé de leur traitement clinique enrichissent le texte de la conférence.

Der Verfasser berichtet über die Ergebnisse der Untersuchungen, die auf Veranlassung der Ärztekommision für Starkstromunfälle durchgeführt wurden. Bei den Starkstromunfällen ist zu unterscheiden zwischen dem Niederspannungs-Unfall und dem Hochspannungs-Unfall. Der schwere Niederspannungs-Unfall führt infolge Herzkammerflimmerns in den meisten Fällen zum sofortigen Tod (Herztod). Beim Hochspannungs-Unfall tritt das Herzkammerflimmern meistens nicht auf, hingegen entstehen schwere elektrothermische Verletzungen. Aus der zerstörten Muskulatur treten nach kurzer Zeit Giftstoffe aus, die nach wenigen Tagen eine innere Vergiftung und damit den Tod des Verunfallten zur Folge haben.

Der Verfasser berichtet über das geeignete Vorgehen zur Bekämpfung des Herzkammerflimmerns und die Therapie mit Natriumbicarbonat für die Behandlung der Opfer von Hochspannungs-Unfällen.

Im weitem wird über eine neue Wiederbelebungs-methode, die sogenannte Schaukelmethode berichtet; sie besitzt grosse Vorteile gegenüber den heute üblichen Methoden nach Sylvester und Schäfer.

Je suis très heureux de l'occasion qui m'est aujourd'hui offerte de vous parler des problèmes qui se posent lors d'accidents dus à l'électricité et des nouvelles connaissances scientifiques permettant de traiter et de sauver les victimes d'accidents dus au courant fort. Les résultats des recherches effectuées dans ce domaine permettent, aujourd'hui, de sauver des vies humaines qui auraient été irrémédiablement perdues, il y a quelques années encore.

Je désire remercier ici tous ceux qui m'ont donné la possibilité de poursuivre ces recherches. Mes re-

merciements s'adressent tout d'abord à M. Ringwald, président de la Commission des médecins pour l'étude des accidents dus au courant fort, mais aussi à MM. Kleiner, Sibler, Froelich et Troendle. Je remercie aussi mon maître vénéré, le professeur Fischer, qui a mis à ma disposition tout l'Institut pharmacologique, y compris les assistants et le personnel, et m'a permis ainsi de faire les essais.

Parmi les accidents dus au courant fort, il faut distinguer entre les accidents en basse tension et les accidents en haute tension. L'accident grave en

basse tension a, dans la majorité des cas, pour conséquence la mort immédiate par fibrillation ventriculaire (on appelle ventricules deux cavités du cœur). Si la résistance au passage du courant est suffisamment élevée, et si l'intensité qui est nécessaire pour la fibrillation ventriculaire n'est pas atteinte, la victime survit à l'accident; les séquelles éventuelles sont réversibles et peuvent être traitées avec succès.

Il en va tout autrement, en général, lors d'accidents en haute tension. La victime survit, tout au moins un certain temps, à l'accident; elle est capable d'expliquer comment l'accident est arrivé, peut même remuer presque sans douleur les membres blessés. Les brûlures causées par le passage du courant, cependant, ont pour conséquence que des matières toxiques provenant des muscles détruits pénètrent dans l'organisme, d'où, au bout de quelques jours, des lésions aux reins et autres organes, un empoisonnement interne et le décès du malade.

I. L'accident en basse tension

Lors d'accidents en basse tension, la victime meurt de la *fibrillation ventriculaire*. On croyait en général autrefois que la mort intervenait par asphyxie. Or ceci n'est pas exact. L'enregistrement à l'électrocardiographe nous prouve qu'il s'agit bien de mort par arrêt du cœur; cet appareil très sensible est capable de reproduire sous forme de courbe les mouvements du cœur. A l'état normal, le cœur bat à raison de 60 à 80 contractions (battements) par

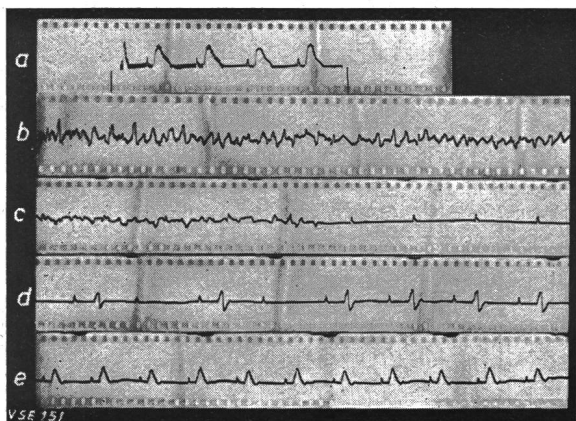


Fig. 1

Electrocardiogramme d'un cœur de chien détaché de l'organisme

- a cœur battant normalement
- b fibrillation ventriculaire après application de la tension
- c passage de la fibrillation à l'arrêt complet après injection d'acétylcholine. Les oreillettes recommencent à battre
- d les pulsations du cœur ont recommencé et tendent à redevenir normales
- e le cœur bat de nouveau normalement

minute, ce qui se traduit sur l'électrocardiogramme par une courbe régulière (fig. 1, courbe a). Par l'effet du passage du courant électrique — une intensité minimum déterminée est nécessaire — le cœur entre en fibrillation, c'est-à-dire que les 60 à 80 battements par minute habituels sont remplacés par des contractions désordonnées des fibrilles ventriculaires, et ceci avec une fréquence de 1000 con-

tractions environ par minute. Sur l'électrocardiogramme apparaissent des oscillations irrégulières de fréquence beaucoup plus élevées (fig. 1, courbe b). La circulation du sang ne peut suivre un mouvement aussi rapide et s'arrête; au bout de 10 à 15 minutes les cellules extrêmement sensibles du cerveau, qui ne sont alors plus alimentées en sang frais, sont endommagées de façon irréversible, ce qui entraîne la mort de l'organisme tout entier. Des essais sur des animaux, effectués sous narcose bien entendu, et après lesquels les animaux furent achevés, toujours sous narcose, ont montré que ceux-ci continuaient à respirer tranquillement pendant deux ou trois minutes, malgré la fibrillation ventriculaire. Cela prouve que, lors des accidents mortels en basse tension, il s'agit d'une mort par arrêt du cœur et non d'une mort par asphyxie.

On pourrait objecter qu'il s'agit là d'expériences sur animaux, dont les résultats ne peuvent immédiatement être étendus à l'homme. Les expériences faites lors du traitement par *électrochoc* de graves maladies mentales, et spécialement de la schizophrénie, ont montré que cette objection n'est pas valable. Dans le traitement par électrochoc, on applique une électrode sur chacune des tempes du patient et on enclenche pendant environ $\frac{1}{10}$ de seconde une tension de 100 à 150 V; le courant qui passe d'une tempe à l'autre est, dans ce cas, de 600 mA environ. Bien que, dans les cliniques psychiatriques, on effectue journellement des douzaines d'électrochocs et que le courant traverse directement le cerveau et le centre de la respiration, aucun patient ne meurt des suites d'un tel traitement. Si l'on disposait les électrodes non à la tête du patient, mais l'une sur la poitrine, l'autre dans le dos, c'est-à-dire si le cœur se trouvait dans le voisinage du chemin pris par le courant, le patient serait certainement électrocuté.

Les expériences faites lors d'exécutions capitales sur la chaise électrique confirment notre thèse. Lorsqu'on introduisit cette méthode en Amérique vers la fin du siècle dernier, on employa tout d'abord une tension d'environ 1800 V pour provoquer la mort du condamné. Ce dernier était coiffé d'un casque en cuivre, tandis que la deuxième électrode était constituée par une grosse plaque de cuivre disposée à la partie inférieure du dos; par suite, le courant traversait obligatoirement le cerveau et la moelle épinière, c'est-à-dire le système nerveux central. Or, on eut la surprise de constater que, dans certains cas, les mouvements respiratoires reprenaient après le déclenchement de la tension et que le condamné revenait à la vie. Ceci prouve qu'une tension de 1800 V, appliquée de telle sorte que la résistance soit minimum et que le courant traverse le centre de la respiration et le système nerveux central, ne cause pas forcément la mort; il ne peut donc pas s'agir, dans les cas d'électrocution en basse tension, de mort par asphyxie. Au cours des exécutions capitales qui suivirent, on laissa passer le courant jusqu'à ce que des nuages de vapeur apparaissent aux électrodes et que l'on puisse constater la rigidité cadavérique; on a mesuré, dans ce cas, des températures allant jusqu'à 60° dans le

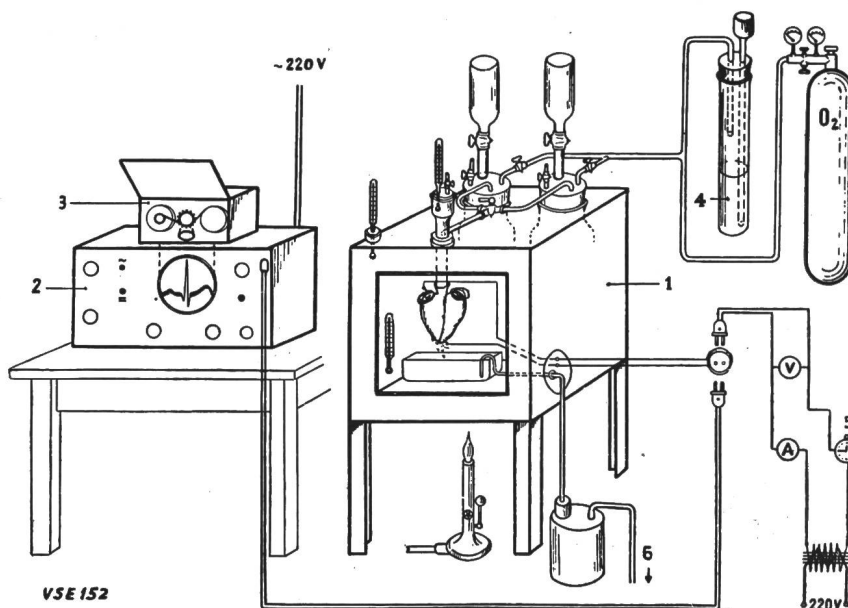
canal vertébral, c'est-à-dire que le passage du courant était suffisamment long pour entraîner la destruction par la chaleur de la moelle épinière. Depuis 1938, les condamnés à mort sont exécutés de la façon suivante: on utilise tout d'abord une tension de 1800 V, qui fait perdre la connaissance au condamné, puis on passe à 250 V, tension qui fait entrer le cœur en fibrillation et entraîne la mort.

Comment constate-t-on la fibrillation ventriculaire? Il existe une différence essentielle entre un muscle strié ordinaire et le muscle cardiaque: le muscle cardiaque possède en quelque sorte son propre «générateur» engendrant les impulsions qui commandent son activité. Prenons le muscle péronier d'une grenouille et suspendons le dans un liquide possédant des propriétés analogues à celles du sang; on peut faire agir sur ce muscle des impulsions de courant, provenant d'une bobine d'induction, qui correspondent aux impulsions qu'il recevrait normalement par l'intermédiaire du nerf moteur; ces impulsions font se contracter le muscle, qui effectue alors un travail déterminé. Mais ce muscle ne se contracte que sous l'influence d'une impulsion provenant de l'extérieur. Il n'en est pas de même du muscle cardiaque; détachons par exemple, sous narcose, le cœur d'un lapin et suspendons le, sous des conditions favorables, dans un appareil où il est traversé par une solution nutritive possédant des propriétés analogues à celles du sang; le cœur recommence alors à battre bien qu'il soit complètement séparé du corps et sans que l'on ait besoin d'impulsions électriques extérieures.

La fig. 2 représente un dispositif d'essai avec l'aide duquel nous avons réalisé la plu-

Fig. 2
Appareil d'essais pour les recherches concernant la fibrillation ventriculaire

1. Récipient contenant de l'eau
2. Electrocardiographe
3. Photokymographion
4. Manomètre
5. Interrupteur
6. Vers la pompe à jet d'eau



part de nos expériences concernant la fibrillation ventriculaire. Deux flacons remplis de liquide nutritif sont placés dans un récipient contenant de l'eau. Le liquide nutritif est envoyé dans le cœur par l'intermédiaire d'une canule et sous la pression de l'oxygène contenu dans une bouteille. On peut facilement observer le cœur à travers la paroi vitrée du récipient qui le contient. Deux électrodes relient le cœur à un électrocardiographe permettant l'observation continue, sur l'écran du tube à rayons cathodiques, des phénomènes biochimiques pendant l'activité du muscle cardiaque. Un autre tube à rayons cathodiques permet de filmer ce phénomène. On peut, de plus, mettre le cœur sous une tension alternative de 220 V, c'est-à-dire réaliser à volonté la fibrillation ventriculaire.

Ce dispositif a l'avantage de permettre en même temps l'observation directe et celle par électrocardiogrammes dans chaque position du cœur. Nous donnons ci-dessous le déroulement de l'expérience.

a) *Au moyen du courant alternatif, on obtient la fibrillation ventriculaire.* Le muscle ne se contracte plus normalement, mais les fibrilles ventriculaires se contractent d'une façon désordonnée (voir fig. 1, courbe b). Le cœur ne peut, dans cet état, remplir son rôle de «pompe».

b) *On essaye, par l'intermédiaire d'injections de médicaments ou de chocs électriques, d'arrêter la fibrillation et d'amener le cœur à battre à nouveau normalement.* Les mouvements de fibrillation deviennent plus réguliers, le cœur bat toujours plus lentement et arrête finalement de battre pour un instant (voir fig. 1, courbe c). Une fois la substance toxique éliminée, le cœur reprend lentement son activité et bat, au bout de peu de temps, à nouveau normalement (voir fig. 1, courbes d et c).

Au cours de ces essais, on a pu constater — fait intéressant — que le cœur est sensible *uniquement* à des intensités de courant allant de 50 mA à 5 A. *Seul un courant d'intensité située dans cet intervalle cause la fibrillation et, par suite, la mort.* Des cou-

rants moins intenses ne peuvent, en quelque sorte, pas déranger suffisamment l'ordre des contractions des différentes fibrilles du muscle cardiaque. Des intensités plus élevées que 5 A font se contracter momentanément toutes les fibrilles, si bien qu'elles utilisent toute leur énergie chimique potentielle et que, après l'arrêt du courant, elles sont toutes dans le même état au point de vue biochimique. Il s'écoule alors un certain temps jusqu'à ce que toutes ces fibrilles se soient «rechargées» à leur potentiel biochimique. Lorsque la première impulsion arrive du nœud du sinus qui contrôle les battements du cœur, elle trouve toutes les fibrilles du muscle dans le même état. Ces dernières répondent toutes en même temps et le muscle entier se contracte pour effectuer son premier battement. Partant de ces

constatations, on a essayé d'arrêter la fibrillation par l'intermédiaire d'un « contre-choc ».

C'est donc la loi d'Ohm ($I = \frac{U}{R}$) qui décide de la mort ou de la survie. Comme nous l'avons vu, les intensités dangereuses commencent à 50 mA. C'est cette valeur qu'il faut introduire dans la formule ci-dessus. La tension U est celle du réseau de distribution (110, 145, 220 ou 380 V); la résistance R joue donc un rôle essentiel. Si un monteur est debout sur une table en bois et cherche à déterminer si le conducteur d'une installation intérieure est sous tension en le touchant avec les doigts, il n'est en général pas en danger puisqu'il se trouve fortement isolé par rapport à la terre. Si quelqu'un fait la même chose depuis son bain ou dans une cave humide, cela lui sera fatal, car les résistances en jeu sont alors très faibles. Le courant atteindra 50 mA ou plus, ce qui entraînera la fibrillation ventriculaire et la mort. La résistance en jeu décide donc, comme nous l'avons déjà rappelé plus haut, de la vie ou de la mort de la personne considérée. La force musculaire ne supprime pas la loi d'Ohm; sans doute, un homme aux mains calleuses possède une plus grande résistance qu'un enfant par exemple, mais de telles différences ne sont que de peu d'importance lorsque les autres conditions sont mauvaises quant à la résistance. Pour des mains sèches, on peut compter avec une résistance de 3600 ohms en moyenne; cette valeur descend rapidement jusqu'à 1000 ohms lorsque les mains sont humides, ou lorsqu'elles se mettent à transpirer par suite du passage du courant et des contractions musculaires involontaires qui en résultent. Pour une tension de 220 V et une résistance de 1000 ohms, on obtient un courant de 220 mA, courant qui entraîne une fibrillation mortelle dans la plupart des cas.

Nous donnons ci-dessous un exemple frappant de l'influence de la résistance.

Deux ouvriers étaient occupés à déplacer en hauteur, au moyen d'une manivelle en fer, un ruban transporteur; le câble du moteur électrique entraînant le ruban fut tout à coup pris dans l'engrenage, et fut endommagé à tel point que toutes les parties métalliques de la machine furent mises sous tension (380 V). Or l'un des deux ouvriers était debout dans une flaque d'eau, l'autre sur une planche épaisse; tous les deux furent renversés; mais le premier fut tué sur le coup, tandis que le second en fut quitte pour la peur.

Si, lors d'un accident en basse tension, l'intensité reste en dessous de 50 mA, et si, par conséquent, il n'y a pas de fibrillation ventriculaire, la victime survit en général à l'accident sans qu'il n'y ait aucune suite importante. Il y a des exceptions et elles sont intéressantes parce qu'il s'agit là de phénomènes connus depuis longtemps, mais qu'on n'avait, jusqu'ici, pas toujours mis en rapport avec le passage du courant électrique. On s'est aperçu en effet que, quelque temps après un accident en basse tension, des troubles de nature neurovégétative peuvent intervenir. L'ouvrier ressent tout à coup une curieuse pression dans la région du cœur, il se met à transpirer au moindre effort, a mauvaise mine et

ne se sent pas bien; finalement, il ne peut vaquer à ses occupations habituelles qu'avec les plus grandes difficultés ou même ne peut plus travailler. Il arrive souvent qu'on le traite injustement, et même qu'on l'accuse de manque de zèle au travail ou de simulation. Ces troubles, suites d'accidents dus à l'électricité et spécialement d'accident en basse tension, sont de nature très étrange. Au point de vue clinique, il est souvent impossible de déceler quelque chose. L'interne, qui ausculte cet ouvrier, déclarera qu'il s'agit d'une infection des amygdales; on les lui enlève, mais sans résultats; on recherche une autre possibilité d'infection latente, de nouveau sans succès. Avec le temps, cependant, le malade se rétablira.

Nous étudions, actuellement, de tels cas plus exactement. Or on constate des phénomènes qui proviennent de troubles du système nerveux végétatif. C'est le système nerveux végétatif qui règle l'activité des organes autonomes (par exemple l'activité de l'intestin, la sécrétion des glandes, etc...). Il est indépendant de la volonté; c'est ainsi qu'on ne peut pas faire battre son cœur plus vite, transpirer, avoir la chair de poule à volonté. Or le système nerveux végétatif peut être troublé pour une période assez longue par le passage du courant lors d'un accident en basse tension, quelquefois même lors d'accidents en haute tension. Il s'agit là d'un phénomène pathologique, fait dont doivent se souvenir les supérieurs d'un ouvrier qui a eu un accident et se sent, par la suite, affaibli d'une manière quelconque.

Nous donnons ci-après un exemple d'accident en basse tension.

Un employé de bureau zélé utilisait en même temps, afin de travailler plus rapidement, deux machines électriques; l'une de celles-ci était mise à terre, l'autre non. La machine qui n'était pas mise à terre eut un défaut d'isolation, si bien que l'employé fut traversé, par l'intermédiaire des deux bras, par un courant électrique sous une tension de 220 V. L'intensité de ce courant ne suffit pas pour provoquer la fibrillation ventriculaire, mais bien pour troubler le système nerveux végétatif. L'électrocardiogramme de la fig. 3 montre comment ces troubles se sont manifestés; la courbe *a* est celle d'un battement de cœur normal, la courbe *b* celle correspondant au malade cité plus haut. Dans cette dernière courbe, on remarque des irrégularités étonnantes. Ces extrasystoles (battements extraordinaires) donnent au patient une étrange sensation: il a l'impression que le battement de son cœur n'est pas régulier et ressent tout d'un coup un battement extrêmement violent, justement à l'instant où intervient cette extrasystole. Dans le cas cité, les troubles rencontrés ont nécessité un traitement qui s'est étendu sur plus d'une année. Or il y a des troubles intervenant chez les victimes d'accidents dus à l'électricité qui ne sont pas, ou ne sont que rarement, visibles sur l'électrocardiogramme.

Comment peut-on arrêter la fibrillation ventriculaire?

Pour arrêter la fibrillation ventriculaire, il est nécessaire de provoquer un court et réversible arrêt

du cœur. Si l'on «empoisonne» le cœur en fibrillation de sorte que les fibrilles du muscle ne puissent pour ainsi dire plus se contracter, on arrive à arrêter le cœur. Si l'on peut ensuite éliminer le poison qui a servi à l'arrêt du cœur, le cœur se mettra à battre à nouveau normalement, ou l'on pourra tout au moins l'amener, au moyen de médicaments appropriés, à battre normalement. Il est relativement facile d'introduire dans le muscle cardiaque un médicament quelconque, par exemple au moyen d'une injection; mais il est extrêmement difficile

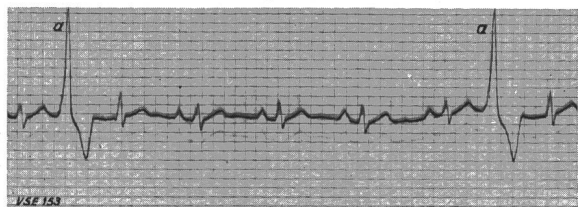


Fig. 3
Electrocardiogramme d'un cœur humain à la suite d'un accident en basse tension; intensité de moins de 50 mA
a extrasystole

de faire disparaître par la suite ce médicament. Il s'agit donc de trouver une substance qui arrête bien le cœur en fibrillation, mais qui soit ensuite éliminée automatiquement par le sang, sans qu'on ait besoin d'intervenir à nouveau. Ces conditions sont remplies par l'acétylcholine et l'acide adénosine triphosphorique. L'acétylcholine se trouve normalement dans l'organisme à l'état de traces; il agit, du point de vue physiologique, comme ralentisseur des battements du cœur. Si on l'emploie à doses très fortes par rapport aux quantités normales dans l'organisme, on peut arrêter les mouvements du cœur en fibrillation et l'amener à battre à nouveau normalement, une fois l'acétylcholine éliminé par le sang.

L'acide adénosine triphosphorique est une substance analogue, qui apparaît dans les échanges du muscle cardiaque comme produit intermédiaire et transporteur d'énergie. On est donc à même, avec ces deux médicaments, d'arrêter la fibrillation.

Dans cette ordre d'idées, citons une observation intéressante que nous avons faite au cours de quelques expériences. Alors que j'avais détaché du corps d'un animal un cœur en fibrillation que je n'arrivais pas à faire battre à nouveau normalement, cet

organe tomba à terre accidentellement et je remarquai alors à mon grand étonnement qu'il se mit, à terre, à battre normalement. Cette découverte me fit penser que *le choc reçu* lors de la chute avait peut-être joué un rôle dans ce phénomène. Je me souvins aussi d'avoir entendu souvent soutenir que des monteurs, atteints par le courant électrique alors qu'il se trouvaient sur un poteau, avaient été sauvés par leur chute; je me rappelai aussi un clinicien qui, pour traiter la fibrillation, frappait la poitrine du patient avec le poing et avait, disait-on, souvent obtenu des résultats probants avec cette méthode.

Mais des essais effectués en Grande-Bretagne dans cette direction ont donné des résultats négatifs; aucun des animaux, dont la fibrillation ventriculaire avait été obtenue par passage du courant et qu'on laissa tomber ensuite à terre, ne guérit. Nous essayâmes alors d'arrêter expérimentalement la fibrillation par l'action d'ultra-sons et ces expériences donnèrent des résultats positifs. Nous sommes aujourd'hui en mesure d'arrêter à coup sûr la fibrillation lors d'une expérience sur un animal et de supprimer ainsi les suites fatales de l'accident dû à l'électricité, spécialement de l'accident en basse tension. En ce qui concerne l'homme, les difficultés sont beaucoup plus importantes, car nous arrivons dans la plupart des cas trop tard avec notre injection ou notre générateur d'ultra-sons; il faudrait pouvoir en effet intervenir dans les 15 minutes qui suivent immédiatement l'accident. Nous avons essayé aussi d'arrêter la fibrillation en employant *des décharges de condensateurs* avec l'intention de construire plus tard un appareil au moyen duquel même une personne sans expérience pourrait traiter la victime d'un accident dû à l'électricité par un «contre-choc». Nous essayons actuellement de trouver une méthode telle qu'un ouvrier se trouvant sur place puisse commencer, et que le contremaître ou l'ingénieur appelé d'urgence puisse continuer le traitement de la victime, jusqu'à ce que le médecin arrive, arrête définitivement la fibrillation ventriculaire et essaye d'amener le cœur à battre de nouveau normalement. L'intervalle de temps à disposition pour sauver la victime, qui est normalement de 15 minutes au maximum, peut être prolongé si l'on arrive à établir à nouveau et à maintenir une certaine circulation de sang, après que cette dernière ait cessé par suite de la fibrillation.

(A suivre)

L'avenir des centrales nucléaires

Selon: Atomic Power: a Preview; Mc Graw-Hill Dig. Vol. 9(1954), n° 7, p. 11...12.

621.311.25 : 621.039.4

L'énergie nucléaire commencera dans 10 ou 15 ans à jouer dans l'industrie un rôle important; tout n'en sera pas bouleversé pour autant. L'énergie nucléaire devra compter en effet avec une forte et active concurrence de la part des sources d'énergie connues et utilisées depuis longtemps: houille blanche, charbon et pétrole. Telle est la situation de fait devant laquelle les ingénieurs spécialistes de l'énergie nucléaire sont aujourd'hui placés. Il est certain, toutefois, que l'énergie nucléaire possède un grand avenir dans plusieurs parties du monde;

elle est devenue un des domaines principaux de la recherche scientifique dans beaucoup de pays, en tête desquels on trouve l'Angleterre, les Etats-Unis d'Amérique et le Canada.

Le coût, les méthodes de production et les perspectives d'avenir de l'énergie nucléaire ont été jusqu'ici tenus en grande partie secrets. Une récente étude de la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis d'Amérique (AEC) a apporté quelques clartés dans ce domaine. Cette étude avait pour but d'orienter les membres du Congrès à l'occasion des

débats concernant la loi selon laquelle les Etats-Unis d'Amérique peuvent, dans certains cas, échanger les résultats des recherches dans le domaine de l'énergie nucléaire avec des nations amies.

Les experts de l'AEC ont étendu aux 20 ans à venir leurs estimations concernant les possibilités futures de l'énergie nucléaire. Ils sont d'avis que des centrales nucléaires industrielles seront en service à partir de 1960...75. Les frais de premier établissement seront, pour ces centrales, plus élevés d'environ 75 dollars par kW que pour des centrales thermiques. Elles seront en mesure de produire de l'énergie à des coûts de production allant de 0,7 à 0,8 cent par kWh, en admettant que leur facteur d'utilisation soit de 80 %. Les experts de l'AEC arrivent aux conclusions suivantes:

Les centrales nucléaires seront capables de concurrencer des centrales conventionnelles utilisant du charbon ou du pétrole *de prix élevés*.

Elles ne pourront pas — pour autant que l'on puisse le prévoir aujourd'hui — concurrencer des centrales hydroélectriques déjà existantes ou de futures centrales hydroélectriques construites dans des conditions favorables.

Les centrales nucléaires sont assurées d'un grand avenir dans les pays hautement industrialisés dont les ressources d'énergie bon marché tendent à s'épuiser, comme par exemple en Grande-Bretagne et au Japon.

Dans les pays où l'industrie est moins développée, l'énergie nucléaire sera probablement plus chère que celle produite par des moyens conventionnels, à moins que l'on n'y trouve ni ressources hydrauliques, ni combustibles bon marché.

Le seul avantage, du point de vue du coût de production, qu'offrent les centrales nucléaires par rapport aux centrales conventionnelles, est la diminution des frais de combustible. Le coût de construction du réacteur qui remplacera les chaudières sera relativement élevé. Turbines, alternateurs, postes de transformation et de couplage, installations de transport enfin ne changeront pas de prix. Comme les frais de combustibles ne participent que pour un tiers aux frais de production totaux dans les centrales conventionnelles, l'emploi du combustible nucléaire ne se traduira pas par de grandes économies.

Quels sont les pays destinés à employer l'énergie nucléaire?

Voici quelques-unes des réponses que donne l'étude de l'AEC à cette question:

Etats-Unis d'Amérique. Grâce à leurs importantes ressources hydrauliques et à leurs riches gisements de charbon et de pétrole, les Etats-Unis sont une des nations les mieux équipées pour la production d'énergie. Pour cinq sixièmes des centrales actuellement existantes, le coût de production est en dessous des 7 ou 8 mills par kWh qui sont prévus pour l'énergie nucléaire. C'est la raison pour laquelle l'industrie n'a pas précipité la construction de centrales nucléaires. Actuellement, tous les réacteurs existant aux Etats-Unis sont de type expérimental, servent à la recherche ou ont pour but la production de combustible nucléaire utilisable à son tour. Mais le départ a été donné.

La première centrale pour la production d'électricité sur la base de l'énergie nucléaire sera une centrale de 60 000 kW qui sera exploitée par la «Duquesne Light Co» près de Pittsburgh. C'est la «Westinghouse Electric Corp.» qui a élaboré les projets de cette centrale; de l'eau sous pression y assurera les échanges de chaleur (cette eau sous pression est surchauffée dans le réacteur nucléaire et sert ensuite à transformer une autre quantité d'eau en vapeur). On compte que cette centrale entrera en service en 1957. L'AEC, qui a participé au financement, a demandé au congrès d'approuver les plans de cinq autres centrales nucléaires.

On ne s'attend pas, tout au moins au début, à ce que cette centrale produise à un coût qui lui permettrait de concurrencer les centrales conventionnelles. Plusieurs experts américains pensent, cependant, que tel pourra être le cas avec le temps. M. A. V. Weinberg, directeur du «Oak Ridge National Laboratory» a déclaré récemment qu'il y a beaucoup de chances pour que les centrales nucléaires deviennent «finalement» plus simples et meilleur marché que les centrales conventionnelles.

Grande-Bretagne. Les centrales nucléaires apporteront peut-être la solution des problèmes qui se posent à ce pays en ce qui concerne son approvisionnement en énergie. Le charbon y représente la principale source d'énergie; or les réserves de ce combustible ont tendance à s'épuiser et son coût de production à augmenter constamment. Le coût de production actuel de l'énergie électrique par des moyens conventionnels est de 0,87 cent par kWh en moyenne, mais il pourra s'élever à 1,1 cent dans 20 ans. C'est pourquoi la Grande-Bretagne se trouve placée devant la nécessité de rechercher de nouvelles méthodes de production d'énergie, et c'est pourquoi ce pays est en tête de la «course aux centrales nucléaires».

La première centrale nucléaire anglaise — une centrale appartenant à l'état et coûtant 8 millions de dollars qui est actuellement en construction à Calder Hall, Cumberland — est prévue pour entrer en service en 1956, donc une année avant la centrale Duquesne aux Etats-Unis.

Un autre projet, actuellement en cours de réalisation en Ecosse, concerne un réacteur du type «breeder» coûtant 45 millions de dollars (dans ce réacteur la combustion d'une quantité donnée d'uranium 235 s'accompagne de la production de combustible nucléaire en quantité plus grande). Ces deux centrales auront ensemble une puissance de plus de 100 000 kW. Les Anglais estiment que, si à partir de 1965 environ la moitié des centrales nouvelles pouvaient être des centrales nucléaires, les dépenses de la nation en combustibles diminueraient de 136 millions de dollars par an à partir de 1975. Sir Christopher Hirton, chef de la production d'énergie nucléaire, a déclaré récemment: «Il ne serait pas surprenant que l'énergie nucléaire entre en concurrence sérieuse avec les autres sources d'énergie au cours des dix années à venir». Les Anglais entrevoient de plus, dans les installations de centrales nucléaires, une possibilité prometteuse d'exportation.

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant toutes les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. La statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54		1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54
	en millions de kWh											%	en millions de kWh				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	858	897	4	12	39	32	35	26	936	967	+ 3,3	1283	1369	+ 66	- 43	81	100
Novembre . . .	820	797	1	17	27	19	40	101	888	934	+ 5,2	1244	1183	- 39	- 186	74	67
Décembre . . .	857	719	2	34	24	18	57	192	940	963	+ 2,5	1107	872	- 137	- 311	81	61
Janvier	835	699	4	27	21	21	93	221	953	968	+ 1,6	772	596	- 335	- 276	79	51
Février	723	636	4	33	20	16	98	213	845	898	+ 6,3	447	324	- 325	- 272	67	51
Mars	773	701	2	17	23	19	87	166	885	903	+ 2,1	252	187	- 195	- 137	69	46
Avril	850	807	1	5	30	24	17	73	898	909	+ 1,2	285	146	+ 33	- 41	111	69
Mai	954	958	3	2	34	34	17	40	1008	1034	+ 2,6	520	313	+ 235	+ 167	158	126
Juin	1028	1048	1	1	53	60	20	27	1102	1136	+ 3,0	829	695	+ 309	+ 382	185	203
Juillet	1092	1123	1	1	48	65	10	39	1151	1228	+ 6,7	1269	949	+ 440	+ 254	223	240
Août	1075		1		48		5		1129			1391		+ 122		226	
Septembre . .	904		7		47		7		965			1412 ⁴⁾		+ 21		145	
Année	10769		31		414		486		11700							1499	
Oct.-mars . . .	4866	4449	17	140	154	125	410	919	5447	5633	+ 3,4					451	376
Avril-juillet .	3924	3936	6	9	165	183	64	179	4159	4307	+ 3,6					677	638

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes et énergie de pompage ²⁾		Consommation en Suisse et pertes				
													sans les chaudières et le pompage		Différence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage	
	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54	1952/53	1953/54		1952/53	1953/54
en millions de kWh																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	370	394	147	162	120	112	35	24	55	43	128	132	810	834	+ 3,0	855	867
Novembre . . .	379	411	141	161	99	101	23	10	58	58	114	126	785	851	+ 8,4	814	867
Décembre . . .	407	435	141	166	104	97	25	4	64	67	118	133	830	895	+ 7,8	859	902
Janvier	417	445	150	164	105	96	14	5	65	71	123	136	857	907	+ 5,8	874	917
Février	372	407	138	158	93	91	8	4	61	63	106	124	769	839	+ 9,1	778	847
Mars	382	404	145	160	106	106	10	5	64	61	109	121	802	847	+ 5,6	816	857
Avril	340	379	131	148	125	125	39	22	45	56	107	110	740	813	+ 9,9	787	840
Mai	339	379	133	151	118	128	97	68	41	47	122	135	741	819	+ 10,5	850	908
Juin	330	351	136	154	122	127	151	116	44	42	134	143	749	793	+ 5,9	917	933
Juillet	326	357	136	154	126	137	156	136	50	52	134	152	757	831	+ 9,8	928	988
Août	336		133		127		135		46		126		756			903	
Septembre . .	355		147		114		42		41		121		770			820	
Année	4353		1678		1359		735		634		1442		9366			10201	
Oct.-mars . . .	2327	2496	862	971	627	603	115	52	367	363	698	772	4853	5173	+ 6,6	4996	5257
Avril-juillet .	1335	1466	536	607	491	517	443	342	180	197	744	698	2987	3256	+ 9,0	3482	3669

¹⁾ Chaudières à électrodes.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

³⁾ Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

⁴⁾ Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1953 = 1555 Mj0 kWh.

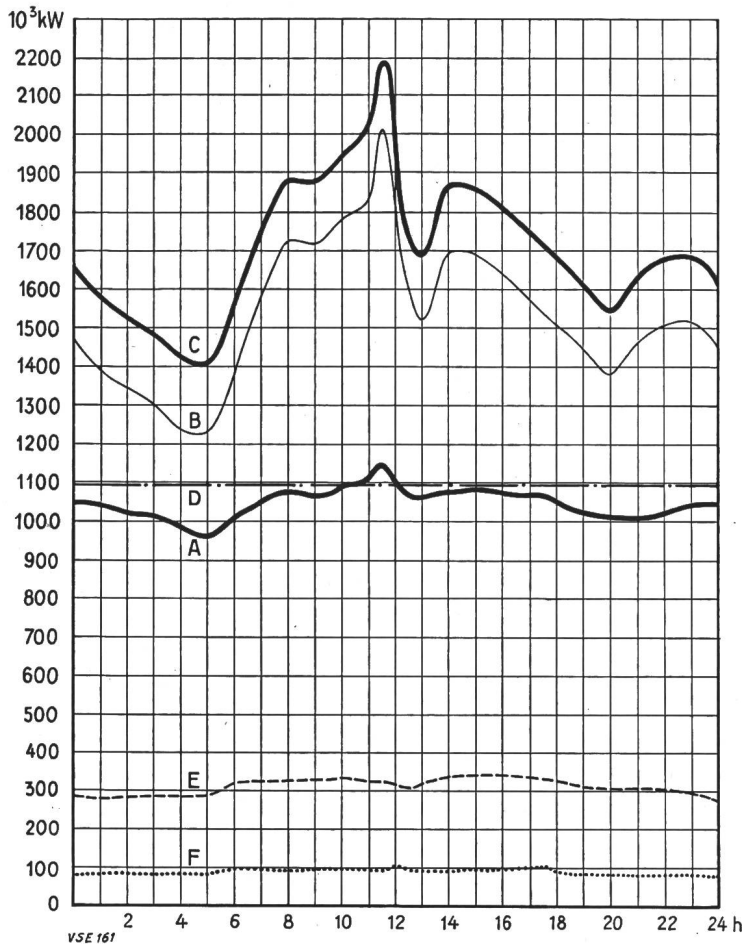


Diagramme de charge journalier du mercredi
14 juillet 1954

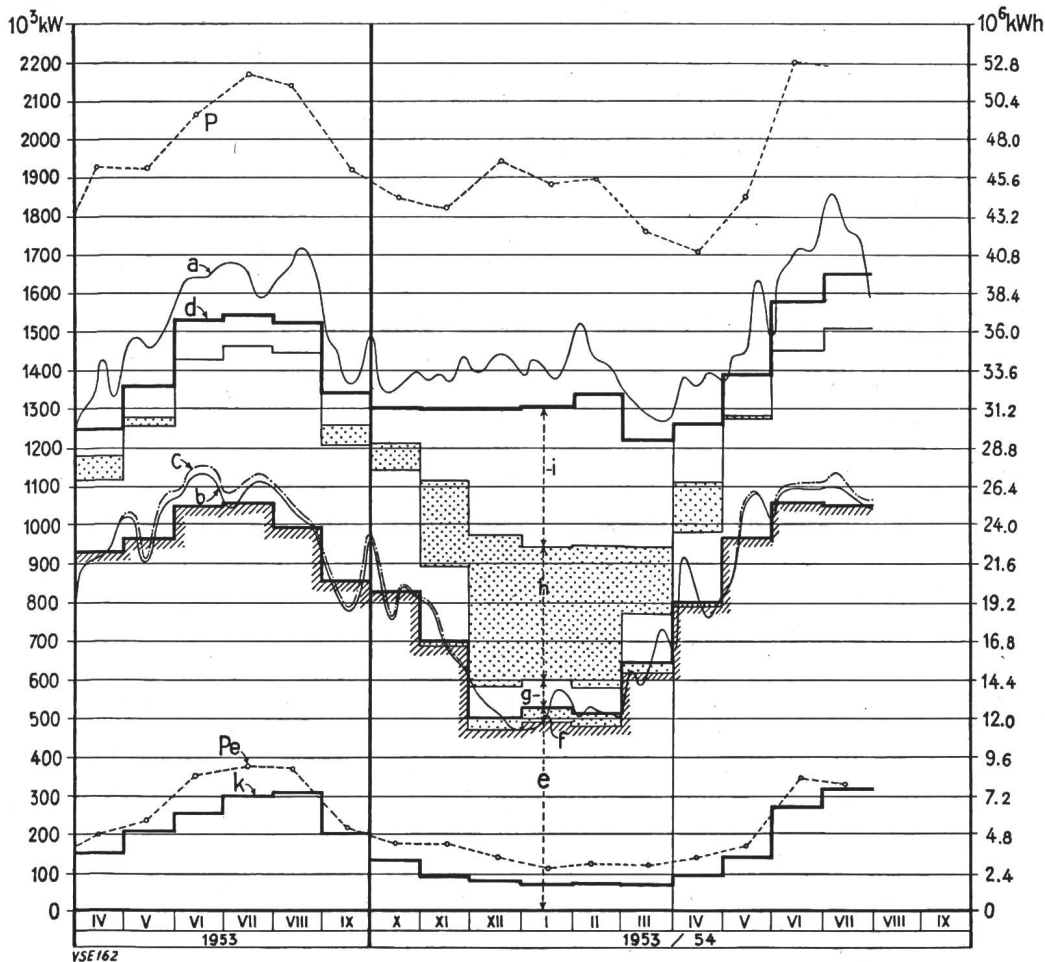
Légende:

- 1. Puissances disponibles:** 10³ kW
 Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (0—D) 1094
 Usines à accumulation saisonnière (au niveau maximum) 1342
 Puissance totale des usines hydrauliques 2436
 Réserve dans les usines thermiques 155

- 2. Puissances constatées:**
 0—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire).
 A—B Usines à accumulation saisonnière.
 B—C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.
 0—E Exportation d'énergie.
 0—F Importation d'énergie.

- 3. Production d'énergie** 10⁶ kWh
 Usines au fil de l'eau 25,8
 Usines à accumulation saisonnière 12,3
 Usines thermiques 0,0
 Livraisons des usines des CFF et de l'industrie 2,2
 Importation 2,1
 Total, Mercredi, le 14 juillet 1954 42,4
 Total, Samedi, le 17 juillet 1954 39,1
 Total, Dimanche, le 18 juillet 1954 31,9

- 4. Consommation d'énergie**
 Consommation dans le pays 34,9
 Exportation d'énergie 7,5



Production du mercredi et production mensuelle

Légende:

- 1. Puissances maxima:** (chaque mercredi du milieu du mois)
 P de la production totale;
 P_e de l'exportation.
- 2. Production du mercredi:** (puissance ou quantité d'énergie moyenne)
 a totale;
 b effective d. usines au fil de l'eau;
 c possible d. usines au fil de l'eau.
- 3. Production mensuelle:** (puissance moyenne mensuelle ou quantité journalière moyenne d'énergie)
 d totale;
 e des usines au fil de l'eau par les apports naturels;
 f des usines au fil de l'eau par les apports provenant de bassins d'accumulation;
 g des usines à accumulation par les apports naturels;
 h des usines à accumulation par prélèvement s. les réserves accumul.;
 i des usines thermiques, achats aux entreprises ferrov. et indust. import.;
 k exportation;
 d—k consommation dans le pays.

Japon. La plupart des forces hydrauliques du Japon sont déjà exploitées actuellement; elles y assurent $\frac{4}{5}$ environ de la production totale d'énergie. Le reste est produit, en partant d'un charbon de mauvaise qualité et d'un prix élevé, à 2 cents le kWh environ. Il est clair, dans ces conditions, que l'énergie nucléaire pourrait avantageusement remplacer l'énergie produite en partant du charbon. Comme obstacles s'opposant à une telle évolution, citons le fait que le Japon ne vient que de commencer les recherches de principe et qu'il ne possède aucune ressource en combustible nucléaire.

Brésil. La plus grande partie des besoins du Brésil en énergie pourront, au cours des 20 années à venir et selon les experts de l'AEC, être couverts à meilleur marché par la production de centrales hydroélectriques que par celle de centrales nucléaires. Les ressources hydrauliques de ce pays sont les plus importantes de toute l'Amérique du Sud; mais, comme dans beaucoup d'autres régions peu développées, elles ne sont encore que peu exploitées. Des possibilités d'applications de l'énergie nucléaire se rencontrent dans certaines régions de l'intérieur du pays qui sont éloignées des sources d'énergie conventionnelles. Dans ces régions cependant, l'utilisation de combustibles liquides indigènes sera sans doute plus avantageuse, car les centrales n'y auraient que rarement un facteur d'utilisation suffisant, si bien que le coût de l'énergie nucléaire, déjà relativement élevé, augmenterait encore.

Afrique. La Rhodésie du Nord et la Rhodésie du Sud fournissent un exemple typique de régions peu développées, possédant de riches gisements de combustible nucléaire, mais où il est peu probable que l'on utilise un jour ces combustibles dans le but de produire de l'énergie. Comme pour le Brésil, ceci s'explique par la présence, dans ces territoires, d'amples ressources d'énergie conventionnelles avantageusement exploitables.

L'avenir de l'énergie nucléaire

On peut dire en résumé que l'énergie nucléaire est susceptible d'un brillant avenir dans les pays hautement industrialisés où les sources d'énergie conventionnelles sont chères. Par contre, elle pourra difficilement concurrencer les sources d'énergie conventionnelles lorsque celles-ci sont bon marché (ce qui est en général le cas pour l'énergie hydraulique; réd.), que ce soit dans un pays industrialisé ou dans un pays peu développé. Dans tous les cas, on ne peut attendre des centrales nucléaires qu'elles stimulent beaucoup le développement économique d'un pays donné. Ceci s'explique par le fait que les besoins en énergie se traduisent pour la plupart des

industries par des frais qui ne représentent qu'une petite partie des dépenses totales d'exploitation. Comme il ressort de l'étude de l'AEC cependant, les progrès dans l'utilisation de centrales nucléaires de production d'énergie ne dépendront pas seulement de facteurs économiques; pour certains états, des questions de prestige joueront aussi leur rôle.

Etat actuel de la recherche nucléaire et ressources en combustibles nucléaires dans le monde

Australie: Possède de riches gisements d'uranium; les recherches de principe viennent de commencer; le premier réacteur doit entrer en service en 1957.

Belgique: Possède d'importants gisements d'uranium au Congo belge; a connaissance des résultats des recherches anglaises; deux réacteurs projetés.

Brésil: Possède de grands gisements de thorium; le programme de recherche est peu important à l'heure actuelle; un réacteur projeté.

Canada: Possède d'importants gisements d'uranium; depuis la guerre mondiale, recherches en collaboration avec les Etats-Unis; deux réacteurs en service, deux projetés.

France: Gisements de combustibles nucléaires en France et aux colonies; recherches avancées; deux réacteurs en service, deux projetés.

Allemagne (République fédérale): Possède quelques petits gisements d'uranium; ne peut construire de réacteur depuis la guerre mondiale; une permission doit lui être accordée pour la construction de petits réacteurs expérimentaux.

Indes: Possède des gisements d'uranium et de thorium; large programme de recherches en cours; un réacteur projeté.

Italie: Ne possède aucun gisement d'uranium ni de thorium; programme de recherches peu important; un réacteur expérimental projeté.

Pays-Bas, Norvège: Pas de gisement d'uranium ni de thorium; les recherches des deux pays se basent sur le réacteur norvégien.

Suède: Possède des gisements d'uranium peu importants; programme de recherches avancé; un réacteur en service, un projeté.

Grande-Bretagne: Peut compter sur les riches gisements d'uranium du Canada, d'Australie et du Congo; programme de recherches avancé; cinq réacteurs en service, quatre projetés.

Etats-Unis d'Amérique: Le combustible nucléaire provient des gisements du Plateau du Colorado et, de plus, des gisements du Canada, de l'Australie et du Congo; 20 réacteurs en service, 15 projetés.

Suisse: Pas de gisements d'uranium ni de thorium; recherche avancée; un réacteur projeté.

(Dr. R. M.)

Communications des organes de l'UCS

Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique (Unipède)

Sur l'aimable invitation de Lord Citrine, président de la British Electricity Authority, le Comité de Direction de l'Unipède a décidé que le 10^e Congrès de l'Union aura lieu en Grande-Bretagne au mois de septembre 1955.

Les séances de travail se tiendront à Londres dans la semaine commençant le lundi 19 septembre et seront suivies d'un voyage d'étude d'une durée de quelques jours qui permettra notamment de visiter des installations hydroélectriques réalisées en Ecosse.

Nous publierons ici le programme de cette manifestation dès que nous serons en sa possession.

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

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.