Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 23 (1932)

Heft: 6

Rubrik: Accidents dus au courant électrique : survenus en Suisse en 1930 et 1931

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 22.08.2025

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A., Zurich 4
Stauffacherquai 36/38

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXIIIe Année | N° 6 | Vendredi, 18 Mars 1932

Accidents dus au courant électrique, survenus en Suisse en 1930 et 1931.

(Rapport de l'Inspectorat des installations à fort courant.) 614.8 (494)

Les accidents survenus pendant les années 1930 et 1931 dans les installations à fort courant (non compris les installations de traction) sont énumérés et classés suivant la profession des victimes, suivant la partie de l'installation où les accidents ont eu lieu et suivant les tensions. Un tableau fait ressortir les durées d'incapacité de travail causées par ces accidents.

On compare ensuite les accidents survenus en 1930 et 1931 avec ceux des années précédentes et l'on donne des détails sur quelques accidents particulièrement instructifs.

Die in den Jahren 1930 und 1931 an Starkstromanlagen (exklusive elektrische Bahnen) vorgekommenen Unfälle werden tabellarisch nach dem Berufe der betroffenen Personen, nach der Höhe der Spannung und nach den Anlageteilen geordnet und daraus Vergleiche mit früheren Jahren gezogen. Ueberdies wird eine Zusammenstellung über die Dauer der Arbeitsunfähigkeit der Verunfallten wiedergegeben.

Sodann werden einige typische Unfälle beschrieben und auf die Umstände, welche sie verursacht haben, hingewiesen.

La statistique de l'Inspectorat sur les accidents dus à l'influence du courant électrique, survenus en Suisse, accuse pour les années 1930 et 1931 une augmentation importante par rapport aux années précédentes. L'Inspectorat a eu connaissance en 1930 de 107 accidents ayant atteint 111 personnes et de 100 accidents en 1931, avec 102 personnes atteintes. L'année 1931 accuse en particulier un accroissement important des accidents mortels, soit 39 au total. Ce résultat est très défavorable comparé à la moyenne de 26 cas mortels survenus pendant les 10 dernières années. Parmi les accidents mortels de 1931, 3 cas sont attribuables, selon toute probabilité, à des intentions de suicide. De même que les années précédentes, la statistique ne comprend que les accidents survenus dans les installations de distribution générale d'énergie électrique et dans les installations intérieures, c'est-à-dire que les accidents dans les installations de traction ne sont pas comptés. Le rapport du Conseil fédéral sur la gestion du département des chemins de fer donne les chiffres suivants pour les accidents survenus en 1930 et 1931 dans l'exploitation des entreprises de transport:

	Blessés		Morts		Total	
	1930	1931	1930	1931	1930	1931
Employés de chemins de fer	13	12	8	9	21	21
Voyageurs et tierces personnes . . .	6	13	3	6	9	19
Total	19	25	11	15	30	40

Les tableaux et commentaires suivants ne tiennent pas compte de ces derniers accidents, les enquêtes de l'inspectorat ne s'étendant pas à ceux-ci.

Nombre de victimes classées suivant leurs relations avec les entreprises électriques. Tableau I.

Année	Personnel d'exploitation des usines		Autre personnel des centrales et monteurs-électriciens		Tierces personnes		Total		
	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	total
1931	**9**	**3**	**30**	**15**	**25**	**21**	**63**	**39**	**102**
1930	**2**	**5**	**46**	**11**	**36**	**11**	**84**	**27**	**111**
1929	9	2	26	9	34	17	69	28	97
1928	14	3	31	10	28	17	73	30	103
1927	10	8	19	7	22	14	51	29	80
1926	15	5	14	4	24	15	53	24	77
1925	16	2	17	5	15	11	48	18	66
1924	3	5	16	6	16	15	35	26	61
1923	10	3	15	6	17	14	42	23	65
1922	20	9	10	8	9	12	39	29	68
Moyenne 1922—31	11	4	22	8	23	15	56	27	83

Le tableau I indique le nombre d'accidents survenus pendant les 10 dernières années, classés suivant les relations des victimes avec les entreprises électriques. Alors que le nombre d'accidents survenus à des victimes faisant partie du personnel d'exploitation des usines diminue d'année en année, ceux touchant les monteurs-électriciens et les tierces personnes accusent une augmentation importante. Le nombre des personnes atteintes dépasse celui des accidents, parce que dans quelques cas plusieurs

personnes ont été atteintes simultanément. En 1930 il y eut 22 et en 1931 17 accidents qui ne peuvent être attribués à l'influence directe du courant électrique sur le corps humain, mais sont exclusivement dus à la chaleur développée par des arcs de courts-circuits ou de ruptures, etc. Ces accidents n'occasionnèrent que des brûlures et sont comptés dans la catégorie des blessés du tableau ci-dessus.

Répartition des victimes entre installations à haute et à basse tension. Tableau II.

Année	Basse tension		Haute tension		Total		
	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	total
1931	**49**	**25**	**14**	**14**	**63**	**39**	**102**
1930	**67**	**14**	**17**	**13**	**84**	**27**	**111**
1929	49	22	20	6	69	28	97
1928	49	20	24	10	73	30	103
1927	37	16	14	13	51	29	80
1926	38	15	15	9	53	24	77
1925	32	10	16	8	48	18	66
1924	24	19	11	7	35	26	61
1923	22	10	20	13	42	23	65
1922	19	13	20	16	39	29	68
Moyenne 1922—31	39	16	17	11	56	27	83

Le tableau II, qui donne la répartition des accidents entre installations à haute et à basse tension, nous montre qu'en 1930 le nombre d'accidents causés tant par la haute que par la basse tension est sensiblement égal à la moyenne des 10 dernières années, tandis qu'on constate en 1931, comme ce fut déjà le cas en 1929 et 1928, un accroissement important du nombre d'accidents mortels à basse tension.

Dans le tableau III les accidents sont classés suivant la tension à laquelle ils se sont produits, ainsi que d'après la partie de l'installation où l'accident a eu lieu. Toutefois il est à remarquer que ce n'est pas la tension de régime qui est indiquée, mais la tension à laquelle la victime a été exposée. Ainsi, un accident survenu dans une installation triphasée 380/220 volts avec neutre relié à la terre est classé dans la rubrique «jusqu'à 250 volts» si l'accidenté est entré en contact avec un seul des conducteurs de phase, par contre dans la rubrique «251 à 1000 volts» si le contact eut lieu entre deux phases. Il ressort de ce tableau que l'accroissement du nombre d'accidents mortels en 1931 s'est produit essentiellement dans la catégorie «jusqu'à 250 volts». Tandis qu'en 1930, avec un total moindre d'accidents mortels, un tiers des cas sont survenus dans les installations jusqu'à 250 volts, cette proportion atteint la moitié en 1931 et le chiffre absolu est plus du double de celui de 1930. Ces accidents furent surtout causés par les lignes aériennes et les installations intérieures.

Nombre des accidents, classés d'après la tension et la partie de l'installation où l'accident s'est produit. Tableau III.

Partie de l'installation	Tension en jeu										Total		
	jusqu'à 250 V		251—1000 V		1001—5000 V		5001—10000 V		plus de 10000 V				
	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	total
1930													
Stations génératrices et grandes sous-stations	1	—	1	—	2	—	2	1	1	3	7	4	11
Lignes	10	3	3	2	—	—	3	1	3	4	19	10	29
Stations transformatrices	3	—	3	—	—	—	2	3	—	1	8	4	12
Laboratoires d'essais	4	—	4	—	1	—	—	—	3	—	12	—	12
Exploitations industrielles	4	—	12	—	—	—	—	—	—	—	16	—	16
Moteurs transportables	5	1	2	1	—	—	—	—	—	—	7	2	9
Lampes transportables	3	2	—	1	—	—	—	—	—	—	3	3	6
Appareils médicaux	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Autres installations intérieures	8	3	3	1	—	—	—	—	—	—	11	4	15
Total	39	9	28	5	3	—	7	5	7	8	84	27	111
	48		33		3		12		15		111		
1931													
Stations génératrices et grandes sous-stations	—	—	—	—	1	—	4	1	3	2	8	3	11
Lignes	6	6	3	1	—	—	2	2	—	3	11	12	23
Stations transformatrices	—	—	4	—	1	2	2	2	1	1	8	5	13
Laboratoires d'essais	—	1	4	—	—	1	—	—	—	—	4	2	6
Exploitations industrielles	6	—	8	3	—	—	—	—	—	—	14	3	17
Moteurs transportables	7	2	2	1	—	—	—	—	—	—	9	3	12
Lampes transportables	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3	3
Autres installations intérieures	6	8	3	—	—	—	—	—	—	—	9	8	17
Total	25	19	24	6	2	3	8	5	4	6	63	39	102
	44		30		5		13		10		102		

Répartition des accidents survenus en 1930 et 1931 selon la profession des victimes.

Tableau IV.

Profession	1930			1931		
	blessés	morts	total	blessés	morts	total
Ingénieurs et techniciens	4	—	4	3	3	6
Machinistes et surveillants d'usines	2	5	7	8	3	11
Monteurs et aide-monteurs d'entreprises électriques et de maisons d'installat.	32	11	43	19	12	31
Autres ouvriers d'entreprises électriques	10	—	10	2	2	4
Ouvriers de fabrique	23	1	24	19	4	23
Ouvriers du bâtiment	6	3	9	6	6	12
Agriculteurs et jardiniers	2	5	7	1	1	2
Sapeurs-pompiers et militaires	—	—	—	—	—	—
Domestiques	—	1	1	—	1	1
Enfants	1	—	1	—	2	2
Autres tierces personnes	4	1	5	5	5	10
Total	84	27	111	63	39	102

Il ressort du tableau IV, qui nous renseigne sur la profession des victimes, que ce sont de nouveau les monteurs et aide-monteurs qui comptent le plus d'accidents. Cela s'explique par le fait que la profession de ceux-ci exige souvent l'exécution de travaux dans des circonstances réclamant une grande prudence pour éviter un contact avec des parties sous tension. La statistique prouve que le personnel des monteurs ne tient malheureusement pas encore assez compte du danger des installations à basse tension.

Finalement, afin de nous rendre compte des suites des accidents, nous ajoutons encore un cinquième tableau, mentionnant la durée de l'incapacité de travail des victimes. Il est avéré que les brûlures provoquées par le courant électrique, abstraction faite de celles dues uniquement à la chaleur d'un arc de court-circuit, guérissent lentement et occasionnent souvent des lésions plus étendues que ne l'aurait fait supposer la blessure à son début. Cela s'explique par le fait que le courant électrique ne brûle pas seulement l'épiderme, mais pénètre plus ou moins profondément dans le corps humain et y détruit des tissus intérieurs. En 1930 7 accidents provoquèrent une invalidité partielle, soit par suite de l'amputation de phalanges, ou de doigts entiers, soit par suite de raidissement ou paralysie des extrémités atteintes par le courant. En 1931 il y eut 3 cas plus graves avec invalidité complète, par suite de l'amputation de membres entiers. Les accidents annoncés à l'Inspectorat occasionnèrent au total une incapacité de travail de 2900 jours en 1930 et 2400 jours en 1931. La guérison des blessés dura en moyenne 36 jours. Si l'on ne tient pas compte des 23 accidents des années 1930 et 1931 qui, malgré un traitement médical,

Nombre de personnes blessées par les accidents sans issue mortelle, classées d'après la durée de l'incapacité de travail et suivant leurs relations avec les entreprises électriques.

Tableau V.

Durée de l'incapacité de travail	Personnel d'exploitation des usines				Autre personnel des centrales et monteurs-électriciens				Tierces personnes				Total			
	Nombre de blessés		Nombre de jours d'invalidité		Nombre de blessés		Nombre de jours d'invalidité		Nombre de blessés		Nombre de jours d'invalidité		Nombre de blessés		Nombre de jours d'invalidité	
	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H
1930																
0 jours	—	—	—	—	6	2	0	0	4	4	0	0	10	6	0	0
1 à 15 jours	1	—	7	—	12	1	113	14	12	—	92	—	25	1	212	14
16 à 31 jours	—	1	—	28	6	4	147	96	6	—	142	—	12	5	289	124
1 à 3 mois	—	—	—	—	7	2	384	148	4	—	222	—	11	2	606	148
plus de 3 mois	—	—	—	—	4	2	529	294	5	1	577	120	9	3	1106	414
Total	1	1	7	28	35	11	1173	552	31	5	1033	120	67	17	2213	700
	2		35		46		1725		36		1153		84		2913	
0 jours	—	—	—	—	2	—	0	—	5	—	0	—	7	—	0	—
1 à 15 jours	—	—	—	—	9	3	97	23	13	1	118	3	22	4	215	26
16 à 31 jours	—	2	—	39	8	—	191	—	3	—	81	—	11	2	272	39
1 à 3 mois	—	2	—	91	4	2	195	100	2	—	120	—	6	4	315	191
plus de 3 mois	—	2	—	490	1	—	180	—	1	—	190	—	2	2	370	490
Cas d'invalidité complète	—	2	—	290[1]	1	—	170[1]	—	—	—	—	—	1	2	170[1]	290[1]
Total	—	8	—	910	25	5	833	123	24	1	509	3	49	14	1342	1036
	8		910		30		956		25		512		63		2378	

[1]) Nombre de jours de traitement à l'hopital.
B = basse tension.
H = haute tension.

n'eurent pas d'incapacité de travail pour conséquence, on arrive à une durée moyenne de guérison de 43 jours. Il faut aussi tenir compte du fait que très souvent les blessés restent encore en traitement quelque temps après la reprise du travail (dans un cas, encore pendant 3 mois, après une incapacité de travail de 2 mois).

—

Un certain nombre d'accidents survenus en 1930 et 1931 méritent d'être mentionnés spécialement:

Dans les stations de couplage *d'usines génératrices et de sous-stations* il y eut 6 accidents mortels survenus lors de travaux de nettoyage ou autres, qui doivent tous être attribués à l'inattention plus ou moins grande des victimes. Dans un de ces cas, aggravé par une coïncidence malheureuse, le surveillant d'une station de couplage à 5000 V était en train de nettoyer des gravois dans un local ne contenant aucune partie sous tension. Pour se débarrasser de ces décombres par une ouverture pratiquée dans le plancher, il souleva un couvercle en bois qui était placé là pour protéger les conduites à haute tension, fixées au plafond du local inférieur. Par suite d'un mouvement maladroit, ce couvercle tomba dans l'ouverture du plancher et l'homme, qui voulut le retenir, y fut précipité à son tour. Il tomba donc sur les conduites à haute tension du local inférieur, se brûla affreusement et succomba bientôt sous l'action du courant. Son cadavre ne put être retiré qu'au bout d'un certain temps, après qu'on eut arrêté l'usine génératrice. Dans un autre cas, un ouvrier était occupé à des travaux de nettoyage dans une sous-station d'un réseau à 50 000 V. Au moment où il se trouvait à proximité des conduites sous tension, une mise à terre accidentelle se produisit sur le réseau extérieur, occasionnant une forte surtension sur les autres phases; cette surtension se déchargea dans la sous-station contre les ferrures sur lesquelles l'ouvrier travaillait justement. Celui-ci, effrayé par l'arc, tomba de sa position instable sur la sol et se brisa la nuque. Dans les 4 autres cas d'accidents mortels, l'enquête a révélé que les victimes ne paraissent pas avoir été suffisamment au clair sur l'étendue exacte des parties sous tension et sont ainsi entrées en contact avec le courant. L'un de ces cas est d'autant plus malheureux qu'à peine 6 mois auparavant un autre accident mortel eut lieu dans la même sous-station et pour des raisons semblables, également à l'occasion de travaux de nettoyage.

Malheureusement nous constatons de nouveau que le personnel, qui toute l'année se meut dans une enceinte étroite où il se trouve entouré de danger, comme par exemple les surveillants d'usines génératrices, ou de sous-stations, perd avec le temps la notion du danger, devient moins prudent et entreprend à l'occasion, de son propre chef, des travaux dangereux qui sortent du cadre de son activité normale de contrôle et de surveillance. Dans les installations à haute tension, on ne devrait jamais entreprendre un travail même de courte durée à proximité de parties sous tension, sans avoir préalablement pris toutes les mesures de précaution indiquées, telles que l'emploi de barrières et cloisons protectrices, etc. En outre, il ressort à nouveau des cas observés qu'on ne devrait pas laisser travailler sans surveillance, dans des installations à haute tension, des hommes qui ne sont pas du métier, comme par exemple les ouvriers du bâtiment, même s'ils sont un peu familiarisés avec l'exploitation. Deux accidents sont dus au manque de protections nécessaires, dont l'un mérite particulièrement d'être relaté:

Dans une station de réserve un peintre en bâtiment, qui y avait travaillé déjà depuis quelques jours, se rendit vers la fin de la journée et malgré les instructions et avertissements reçus le matin même, à proximité immédiate de la seule ligne à haute tension restée sous courant, mais non protégée spécialement. Le passage du courant sur son corps lui occasionna de graves brûlures, dont la guérison demanda plus de 3 mois.

Parmi les accidents survenus aux *lignes aériennes à haute tension*, trois eurent lieu parce que les victimes y travaillèrent pendant que les conducteurs étaient encore sous tension. Dans un cas, on préparait le remplacement de poteaux pourris d'une ligne à 45 000 V. Pendant que la ligne était encore en service, les poteaux à remplacer furent sciés à ras du sol et poussés de côté avec les fils sous tension. Après avoir sorti le pied d'un poteau et préparé le trou, le chef d'équipe saisit le nouveau poteau à bras le corps pour le guider dans le trou, tandis que 4 autres ouvriers le tenaient au moyen de fourches pour le lever et en même temps pour l'empêcher d'entrer en contact avec la ligne sous tension. Néanmoins, à un moment donné, le poteau neuf vacilla et heurta les fils sous tension. Le chef d'équipe qui tenait le bas du poteau dans ses bras, fut électrocuté, sans qu'on put découvrir la moindre trace de brûlure sur son corps. Le poteau neuf avait été fraîchement imprégné et se trouvait mouillé extérieurement par la pluie. L'entreprise en question ordonna alors pour ce genre de travaux des mesures de précaution plus sévères, d'une part en interdisant de tenir les poteaux par les mains dès qu'ils sont levés à 45° et d'autre part, en demandant que les poteaux soient retenus par un hauban pendant leur redressement, afin qu'ils ne puissent tomber contre les fils sous tension. Ces mesures de précaution se justifient par le fait que les poteaux fraîchement imprégnés sont bons conducteurs les premiers temps. Un monteur subit un accident bénin en posant le dispositif de mise à terre et de court-circuit à une ligne à haute tension qui, par mégarde, n'avait pas été déclenchée. Le monteur s'aperçut bien que la ligne était encore en service et put s'éloigner sans inconvénient du poteau et de l'emplacement de la mise à terre. Mais lorsqu'il voulut sauter une clôture en fil de fer, éloignée d'une dizaine de mètres, il fut forte-

ment électrisé, une différence de potentiel s'étant produite entre la clôture et le sol en suite de la mise à terre de la ligne à cet endroit. Des accidents se produisent malheureusement encore chaque année lors du montage de lignes à fort courant, ou lors du tirage de fils quelconques sous des lignes à haute tension en service, parce qu'on ne se rend pas suffisamment compte qu'en tirant les fils, ont peut leur faire toucher les conducteurs à haute tension, soit directement, soit pas suite d'oscillations. Ce fut par exemple la cause d'un accident mortel arrivé à un monteur de ligne, chargé de tirer un nouveau fil dans un réseau secondaire. Le tronçon de ligne à haute tension en question aurait cependant pu être mis hors service sans inconvénient. Un monteur d'une maison d'installation privée fut électrocuté dans les mêmes conditions en voulant tirer sur un terrain en pente une ligne téléphonique croisant une ligne à 8000 V, avant de mettre en place le fil de garde sous la ligne à haute tension. Deux agriculteurs qui voulaient tirer un fil de fer sous une ligne à haute tension jusqu'à un cerisier, pour actionner une sonnette destinée à effaroucher les oiseaux, eurent plus de chance. En effet, le fil de la sonnette heurta momentanément un des conducteurs de la ligne à 10 000 V, mais les deux hommes, quoique se trouvant sur le sol mouillé, ne furent blessés que légèrement. Un accident semblable survint sur le chantier d'un pont en construction, avec une grue mobile, dont les rails passaient sous une ligne à 15 000 V. Sans attendre la surélévation décidée de cette ligne, les monteurs de la grue voulurent essayer le mécanisme de translation qu'ils venaient de terminer et vinrent ainsi heurter, par inattention, la ligne à haute tension avec le bec de la grue. Deux hommes furent électrocutés; un troisième fut projeté de côté et put à son tour arracher et sauver le chef d'équipe qui, paralysé par l'effet du courant, ne pouvait lâcher le bas du pilier. Mentionnons encore deux accidents mortels survenus dans des conditions semblables, dont furent victimes des ouvriers du bâtiment deux dimanches à quelques mois d'intervalle, sur deux chantiers différents d'une grande usine hydro-électrique en construction. Ces ouvriers étaient chargés d'établir des échafaudages jusque dans la zone dangereuse de lignes à haute tension, avant le déplacement prévu de celles-ci. Un jeune homme de 18 ans qui, par forfanterie, avait escaladé un pylône d'une ligne à 38 000 V, fut électrocuté, de même qu'un garçon de 17 ans qui, pour se suicider, était monté sur un support d'une ligne à 50 000 V. Un accident peu grave, mais assez curieux, est celui arrivé à une femme en train d'asperger des arbres fruitiers. Elle se servait à cet effet d'un engin composé d'un tube de bambou d'une longueur de 4 m environ, prolongé par un tuyau en laiton d'un mètre. En déplaçant ce tuyau verticalement d'un arbre à l'autre, elle atteignit, soit directement avec le tuyau, soit par l'intermédiaire du liquide aspergé, le fil inférieur d'une ligne à haute tension, qui se trouvait à cet endroit à 6 m du sol. Ce contact avec la ligne sous tension eut pour effet d'électriser et de renverser la femme, ainsi qu'une jeune fille qui tenait également le tuyau.

Les accidents survenus dans les *stations transformatrices* ne sont relativement pas nombreux ni très graves, si l'on tient compte du fait que deux cas doivent être attribués au suicide. Dans deux autres cas il ne fut pas possible d'éclaircir les causes d'une façon précise. Dans un d'eux un chef-monteur pénétra un dimanche après-midi, pour une raison inconnue, dans le local à haute tension d'une station transformatrice d'une certaine importance et saisit, probablement par inadvertance, deux conducteurs à 8000 V. Le court-circuit qui en résulta fit déclencher l'interrupteur à l'usine, ce qui permit à la victime de se dégager. Il sortit de la station en chancelant, appela au secours, puis rentra de nouveau dans le local des transformateurs, où il s'affaissa inanimé dans le couloir de service, sans avoir touché une seconde fois de parties sous tension. L'autre cas survint sur la tourelle en fer d'une station transformatrice, où un monteur effectuait des connexions à une ligne à haute tension déclenchée. Les circonstances dans lesquelles l'accident s'est produit laissent supposer que le monteur fut victime d'une décharge atmosphérique, quoique son corps ne présentât pas les altérations caractéristiques de l'épiderme provoquées par les coups de foudre.

Un technicien et deux monteurs furent électrocutés dans des stations transformatrices, parce qu'ils omirent de vérifier si le courant avait bien été supprimé, avant d'entreprendre un travail à des parties d'installation à haute tension. Le technicien électrocuté avait manifestement oublié d'ouvrir les sectionneurs du panneau dans lequel il voulait travailler. Un des deux monteurs avait cru que l'interrupteur de la station hors service en ce moment était resté ouvert, car le travail commencé le jour précédent, n'avait pas été terminé. L'autre monteur, obligé, au cours d'un orage, de déclencher et de réenclencher à plusieurs reprises la ligne allant à un transformateur sur poteau, monta finalement au transformateur du côté de la haute tension, sans s'être assuré préalablement de la position de l'interrupteur de ligne, lequel était resté enclenché. Cette omission provint probablement de ce que le travail pressait, la nuit étant venue entretemps. Un autre accident, survenu dans une grande station transformatrice, peut-être attribué à des instructions probablement insuffisamment précises données aux ouvriers. Pour procéder à des travaux de réparation et de nettoyage, on avait mis hors service les trois étages inférieurs de la station transformatrice en question, tandis que l'étage supérieur, dans lequel sont installés les parafoudres à cornes, était resté sous tension. Un des ouvriers, profitant de l'absence momentanée du chef d'exploitation, monta au local des parafoudres, sans avoir été aperçu par les autres ouvriers et entra en contact avec un conducteur à 8000 V. De graves brûlures sur tout le corps et

la mort au bout de trois jours de souffrances en furent la conséquence. Cet accident aurait pu être évité si les ouvriers avaient été dûment avertis que le local des parafoudres était resté sous tension, et si l'on avait placé au bas de l'escalier menant à l'étage supérieur une barre transversale avec plaque d'avertissement.

Les accidents mentionnés au tableau III, survenus dans les stations transformatrices sous l'effet du courant à basse tension, ont été occasionnés en majeure partie par des arcs de courts-circuits. Dans deux cas, les monteurs voulant effectuer un travail complémentaire à des parties d'installations sous tension, sans connaître l'état d'enclenchement occasinonnèrent des courts-circuits par un mouvement maladroit. Les brûlures reçues ne furent que légères, comme c'est généralement le cas des brûlures provoquées par des arcs.

Parmi les 18 accidents de l'année 1930 et les 16 de l'année 1931, survenus sur *des réseaux à basse tension*, il y en a trois de peu de gravité, qui furent provoqués par des câbles souterrains, deux de ces cas du fait que les victimes travaillaient à des lignes sous tension et que le courant leur a traversé le corps; dans le troisième cas, des ouvriers de travaux publics enfoncèrent un pieu en fer dans le macadam d'une route et endommagèrent un câble à 500 V, posé à 90 cm de profondeur. L'ouvrier qui tenait le pieu fut électrisé et ne put le lâcher jusqu'à ce qu'un autre ouvrier l'eût arraché de sa fâcheuse situation. On avait omis de s'informer préalablement de la position exacte des câbles souterrains. La plupart des accidents survenus aux lignes aériennes eurent des suites plus graves. Malheureusement ils sont dus en partie à la faute, ou à la négligence de tierces personnes. Dans un cas par exemple, un chef d'équipe, peu au courant de la disposition du réseau à basse tension dans lequel des travaux devaient être effectués déconnecta par erreur le faux secteur. Le monteur, victime de cet accident, se fiant à l'assurance de son chef que le courant était coupé, monta sur le poteau et fut électrocuté en touchant deux fils sous 380 volts. Quoique le devoir du chef d'équipe eût été de s'orienter suffisamment sur la disposition du réseau, pour ne pas faire d'erreur, l'accident aurait probablement pu être évité, si le monteur, avant de commencer son travail, s'était assuré lui-même si sa ligne était bien déclenchée, par exemple en jetant un fil d'attache sur les conducteurs. Un apprenti qui travaillait encore sur une ligne aérienne, tandis qu'un monteur la mettait par erreur déjà sous tension, eut plus de chance; il s'en tira avec des brûlures aux deux mains et ne perdit pas connaissance, lors même qu'il fut exposé à une tension effective de 380 volts. Un ouvrier en bâtiment fut électrocuté sur le toit fraîchement bétonné d'un garage, en manoeuvrant un fer d'armature avec lequel il heurta une ligne à 220 volts, passant à une hauteur de 2 m au-dessus du toit du garage. Malheureusement le déplacement déjà prévu de cette ligne à basse tension ne fut pas effectué assez tôt. Quatre monteurs furent électrocutés en travaillant à des réseaux à basse tension; l'un en détachant sur un poteau les fils d'une conduite à 125 volts déconnectée entra en contact, d'une façon non éclaircie, avec la ligne à 500 volts qui se trouvait au-dessus; un autre, chargé de peindre le tuyau en fer d'une conduite d'amenée à une lampe publique, toucha un fil de la ligne aérienne, sans se renre compte que ses crampons se trouvaient en contact avec le fil de terre du point neutre fixé le long du poteau. Un chef d'équipe trouva la mort sur un poteau, en coupant sous tension une dérivation du réseau. En détachant le dernier conducteur de phase, il s'intercala par les deux mains entre cette phase et la ligne déconnectée, mais reliée à la terre. Son corps fut ainsi parcouru par le courant sous une tension efficace de 220 volts. L'accident suivant mérite également d'être mentionné: Sous une ligne aérienne triphasée à 250 volts et sur les mêmes poteaux devaient encore être montés deux conducteurs d'une ligne monophasée d'éclairage; sur deux poteaux ces nouveaux fils reposaient déjà dans les ferrures d'isolateurs, lorsqu'un monteur voulut tirer l'extrémité d'un de ces fils, reposant à terre, contre un poteau d'angle. L'impulsion donnée au fil le fit heurter la ligne supérieure à 250 volts, en service. Le monteur qui tirait le fil fut électrocuté, tandis que deux autres monteurs, qui tenaient également le fil en main, furent projetés de côté sans se blesser. Il y a lieu de remarquer que le contact de lignes à basse tension sous courant occasionne très souvent de très fortes brûlures. Ainsi, un chef-monteur qui se brûla les deux mains à la tension de 380 volts eut une incapacité de travail de près de 6 mois et dans un autre cas, le contact pendant environ deux minutes d'une ligne à courant continu de 800 volts, sur un pylône métallique, nécessita l'amputation de l'avant-bras droit et entraîna en outre le raidissement de la main gauche.

Les *conduites d'amenée aériennes* aux maisons ont de nouveau occasionné un nombre relativement élevé d'accidents. Sept monteurs et six ouvriers en bâtiment, furent victimes de ces lignes d'amenée pendant les années 1930 et 1931. Dans la plupart des cas, un contact accidentel avec ces fils — lequel, par lui-même, n'aurait pas eu des suites graves — fit tomber la victime d'une échelle ou d'un toit de maison, provoquant la mort dans plusieurs cas. Un peintre en bâtiment , un couvreur et deux maçons touchèrent des fils d'amenée aériens, parce qu'ils n'avaient pas été avertis et ne se méfiaient pas de ces fils à fort courant; deux d'entre eux payèrent cette imprévoyance de leur vie. Un jeune homme, en train de charger un char de foin sous une ligne à basse tension, reliant à peu de hauteur deux maisons voisines, fut électrocuté en empoignant les deux fils qu'il croyait être sans courant. Le propriétaire du domaine avait enlevé par erreur les fusibles d'un autre circuit, la désignation des coupe-circuits étant insuffisante.

Les 18 accidents survenus dans les *laboratoires d'essais* sont tous, à l'exception d'un cas, en corrélation avec des essais électriques et doivent être attribués en majeure partie à un manque de prudence. Deux de ces accidents survenus en 1931 eurent une issue mortelle; ils furent provoqués par le contact direct de parties sous tension, dans un cas à 290 volts et dans l'autre cas à environ 1500 volts. Trois autres cas de contacts accidentels eurent des suites moins graves, malgré que les tensions de service étaient de 12 000 et de 22 000 volts à courant continu et de 52 000 volts à courant alternatif. Six opérateurs s'en tirèrent avec des brûlures occasionnées par des flammes de rupture ou de courts-circuits.

Dans les *exploitations industrielles* il n'y eut pas d'accident mortel en 1930; par contre trois en 1931. Dans 12 cas, le maniement maladroit d'interrupteurs de moteurs, de coupe-circuit ou de lampes d'essai provoqua des flammes qui occasionnèrent des brûlures aux mains, et à la figure, ainsi que des ophtalmies passagères. Les installations de ponts roulants ont donné lieu non seulement à de nombreux accidents mais aussi à des cas graves. A un travail de construction qui venait d'être installé et qui était actionné par du courant triphasé à 500 volts la mise à la terre des parties métalliques fut connectée par erreur à un conducteur actif, parce que les brins du câble d'amenée étaient mal désignés à l'une de ses extrémités. Comme on n'avait pas vérifié les connexions du câble avant sa mise en service, tout le treuil et ses câbles d'amarrage furent mis sous tension. Un monteur qui avait en main un des câbles d'amarrage se trouva paralysé et ne put plus le lâcher; un maçon essayant de le dégager fut électrocuté, tandis que le monteur réussit finalement à se dégager, sans avoir été blessé. Sur un autre chantier de construction le câble d'amenée au moteur d'un treuil était si fortement usé, qu'un de ses conducteurs entra en contact avec la masse du treuil et la mit sous tension; un manoeuvre ne put lâcher un cuveau métallique, suspendu au treuil et mourut sous l'influence du courant. Dans ce cas la mise à terre de protection s'est révélée insuffisante. Dans une installation de fabrique le contact de la fiche d'une prise de courant mobile fut cause d'un accident, parce que la fiche avait été connectée par erreur à l'arrivée du courant et la prise à l'appareil mobile, au lieu de la disposition contraire. Dans une imprimerie un monteur voulant relier à la terre par le conducteur neutre la machine actionnée électriquement, la relia par erreur à un des conducteurs de phase, ce qui ne fut pas remarqué pendant un certain temps, à cause du plancher isolant entourant la machine. Lorsque plus tard un ouvrier toucha par hasard simultanément la machine en question et un radiateur du chauffage central, il fut électrocuté. Cet accident nous prouve combien il est important d'être extrêmement prudent en utilisant le conducteur neutre pour la mise à la terre et la nécessité qu'il y a de vérifier soigneusement toutes les connexions après chaque nouvel embranchement.

Les installations de *moteurs transportables* ont causé ces deux dernières années 21 accidents avec 5 cas mortels, dont 4 dans des exploitations agricoles. Dans trois de ces cas, la mise à la terre des bâtis des moteurs à 500 volts était insuffisante. Une perceuse mobile à poignées métalliques, non reliée à la terre, fut cause d'un accident mortel du fait qu'un des conducteurs de phase avait fait contact avec la masse. Un garçon fut électrocuté en touchant l'armature métallique d'un câble de moteur, parce que, dans la prise de courant défectueuse du moteur, le fil de terre s'était détaché de sa borne et était entré en contact avec un conducteur actif de la conduite d'amenée. Le bâti du moteur, ainsi que l'armature du câble furent mis sous une tension de 220 volts contre la terre. Deux autres cas, dus à la mise sous tension accidentelle d'armatures métalliques de câbles furent moins graves. Si le nombre d'accidents causés par des armatures métalliques de câbles souples a diminué ces dernières années, cela provient de ce que les câbles armés, dont nous avons signalé le danger à chaque occasion, sont toujours moins utilisés. Deux accidents, heureusement sans gravité, sont dus à la construction défectueuse de prises de courant. La construction de celles-ci permettait d'introduire la fiche d'un câble de moteur tournée de 180°, ce qui avait pour effet de faire pénétrer la tige de contact de la mise à terre de la fiche dans l'alvéole d'un des conducteurs de phase de la prise et de mettre ainsi sous tension toutes les parties métalliques qui cependant auraient dû être reliées à la terre.

Les lampes transportables impropres à l'usage sont malheureusement trop souvent encore la cause d'accidents graves. Tant en 1930 qu'en 1931, nous avons eu à enregistrer trois accidents mortels de ce genre. Ces 6 cas mortels sont dus à l'emploi de douilles de lampes ordinaires en laiton comme lampes transportables; dans 3 cas l'accident eut lieu dans une cave et des cas isolés se sont produits dans une écurie, dans une fromagerie et dans une cour humide. Ces accidents sont d'autant plus déplorables, qu'ils auraient tous pu être évités par l'emploi de lampes transportables propres à l'usage.

L'accident survenu avec un *appareil médical*, mentionné au tableau III est arrivé à un médecin dans son installation radiologique. L'interrupteur en forme de poire du circuit d'alimentation à 220 volts de cet appareil était recouvert d'une enveloppe métallique en deux parties, reliée à la terre. Au moment où le médecin fit fonctionner l'interrupteur en tenant la poire dans sa main, l'enveloppe métallique se divisa, une partie restant reliée à la terre, tandis que l'autre vint en contact avec une partie sous tension. Il en résulta un passage de courant à travers la main du médecin, provoquant de légères brûlures.

En ce qui concerne les accidents survenus dans les autres *installations intérieures*, nous mentionnerons quelques cas intéressants par les circonstances dans lesquelles ils se sont produits. Un propriétaire avait relié le treillis métallique recouvrant sa pêcherie à la conduite d'éclairage à 145 volts, afin d'empêcher le vol de ses fruits. Un domestique sourd-muet, n'ayant pas été averti, toucha le treillis en présence des habitants de la maison et fut électrocuté. Un accident semblable, quoique involontaire survint dans une installation provisoire d'éclairage d'un jardin d'auberge. On avait tiré entre les arbres de ce jardin des fils nus à une hauteur de 2,30 à 2,50 m du sol, auxquels on avait l'habitude d'accrocher à l'occasion de la fête champêtre annuelle, des douilles de lampes et de mettre ensuite toute l'installation sous courant. Comme, pendant une de ces fêtes, un orage éclata, un client voulut aider à transporter rapidement à l'intérieur les bancs et les tables. Ayant soulevé un banc d'environ 3 m de longueur, il accrocha avec celui-ci les fils d'éclairage et les arracha en partie. Ces fils tombèrent si malheureusement sur lui qu'ils entourèrent son corps, de sorte qu'il fut électrisé et renversé. Une femme, témoin de l'accident, accourut et, sans réfléchir, voulut arracher les fils qui entouraient le corps du malheureux; elle fut également électrisée et resta inanimée. Ce n'est qu'alors qu'on eut l'idée d'interrompre le courant, en enlevant les fusibles, mais entretemps les deux personnes atteintes avaient cessé de vivre. L'installation d'éclairage n'était commandée que par un interrupteur unipolaire, intercalé malheureusement dans le conducteur neutre, de sorte que toute l'installation, même lorsque les lampes n'étaient pas allumées était sous tension contre la terre. Un manoeuvre fut électrocuté dans une cave en voulant remplacer une lampe dans une douille à manteau isolant, dont la bague protectrice en porcelaine manquait, de sorte qu'il vint à toucher le pas de vis de la douille. Le conducteur neutre était interrompu à un raccord provisoire, ce qui mit la douille sous tension, malgré que le fil de phase du réseau à 220/380 volts était bien conduit au contact fixé au fond de la douille. Un monteur de compteurs avait cru pouvoir relier sans risque un de ces appareils à un réseau à 250 volts, sans enlever les coupe-circuits principaux, parce qu'il se trouvait sur un plancher en bois, relativement sec, d'un atelier de cordonnerie. Mais, comme cet atelier servait auparavant de dépôt de sel, le plancher en bois en était imprégné et se trouvait donc être bon conducteur. — Une installation non conforme aux prescriptions donna lieu à un autre accident grave, dont un monteur fut victime. Pour une installation thermique on n'avait tiré depuis les coupe-circuits d'entrée que les 3 conducteurs de phase jusqu'au compteur d'énergie thermique, tandis que pour le neutre on s'était contenté de faire une jonction entre le compteur d'éclairage et le compteur thermique. Or, un jour que le monteur en question voulait faire une modification à l'installation d'éclairage et avait enlevé dans ce but les deux fusibles principaux de ce circuit, il reçut quand-même du courant par l'installation thermique et la ligne de jonction entre les deux compteurs. La secousse inattendue qu'il reçut provoqua sa chute mortelle d'une échelle de 4 m de hauteur. — Un apprenti électricien fut victime d'un accident dans une installation intérieure à la tension de 110 volts seulement, parce que seuls les fusibles principaux des trois conducteurs actifs avaient été enlevés pour faire le travail, et que le neutre qu'on supposait ne pas être sous tension, n'avait pas été déconnecté. Or, par suite d'un défaut d'isolement sur une phase du réseau extérieur, le neutre avait une tension de 100 volts contre la terre, ce qui fut fatal à l'apprenti, qui se trouvait en transpiration et sur le sol humide. — Deux accidents, dont l'un fut mortel, causés par des corps de chauffe transportables dans des chambres de bain, montrent le danger qu'il y a d'utiliser ces appareils dans ces locaux. Dans un de ces cas il s'agissait d'un appareil de fortune d'une construction très primitive, tandis que dans l'autre cas un défaut d'isolement avait communiqué la tension au support d'un réflecteur parabolique. Ce n'est pas la première fois que nous avons à constater la mise sous tension accidentelle, par défaut d'isolement, des spirales protectrices de cordons souples, utilisés généralement pour les réchauds. Un cas s'est présenté qui occasionna la mort d'un enfant d'environ 2 ans. La mère de l'enfant, après avoir utilisé un réchaud avait, pour interrompre le courant, enlevé le cordon souple au réchaud même, au lieu de retirer la fiche de la prise de courant murale. Le cordon était donc resté sous tension et pendait le long du mur; de plus, par suite d'un défaut d'isolement, son armature métallique était sous tension. L'enfant, en jouant avec ce cordon tenait d'une main la spirale protectrice d'une fiche et de l'autre main il toucha par hasard une des alvéoles de contact à l'extrémité de la deuxième prise de courant, dont le revêtement isolant était un peu endommagé. L'enfant fut donc exposé au passage du courant d'une main à l'autre, à travers le corps, et succomba. — Des brûlures provoquées par des coussins électriques se sont déjà produites à plusieurs reprises. Cette fois nous avons à signaler un cas mortel qui doit s'être produit sans l'influence du courant électrique, communiqué par le coussin. Un homme malade s'était mis au lit avec un coussin électrique sur la poitrine pour pouvoir transpirer. Il s'endormit et froissa le coussin pendant son sommeil en sorte que certaines parties pliées furent surchauffées, ce qui détruisit l'enveloppe protectrice. Le coussin n'était pas muni d'une enveloppe imperméable et s'imprégna par conséquent de la transpiration du malade. Deux heures plus tard la femme du malade entendit des gémissements et lorsqu'elle enleva la couverture du lit, le coussin électrique s'enflamma et le patient ne tarda pas à succomber. Les blessures de la victime laissent

supposer que son corps est entré en contact avec la résistance du coussin quand l'enveloppe de celui-ci fut carbonisée et qu'il succomba sous l'influence du courant, dont la tension était de 220 volts. Le coussin était bien muni de régulateurs de température, mais ceux-ci ne se trouvaient précisément pas à un endroit où le surchauffement eut lieu.

Les autres accidents survenus dans les installations intérieures sont dus à des circonstances analogues à celles des cas déjà mentionnés. Ajoutons cependant que dans 6 accidents de cette catégorie des monteurs ont été brûlés par des flammes de courts-circuits qu'ils avaient provoqués par leur travail.

Zur Theorie des Frequenzumformers und der kompensierten Drehstromkommutatormaschine mit Läufererregung („Kompensierter Frequenzumformer").

Von *L. Dreyfus*, Västerås (Schweden).

621.314.26

Der Autor behandelt in groben Zügen die genaue Theorie des Frequenzumformers mit und ohne Kompensationswicklung, wobei er besonders Gewicht legt auf die komplizierte gegenseitige Beeinflussung der Ströme verschiedener Stärke und Frequenz auf der Schleifringseite einerseits und auf der Kommentatorseite anderseits, und der zugehörigen Ohmschen und induktiven Spannungsabfälle. In einem Anhang wird das Vektordiagramm des Frequenzumformers näher erläutert.

L'auteur traite à grands traits la théorie exacte du convertisseur de fréquence avec et sans enroulement de compensation. Il insiste sur l'influence réciproque compliquée des courants d'intensités et de fréquences différentes, du côté des bagues d'une part et du côté du collecteur d'autre part, ainsi que sur celle des chutes de tensions ohmiques et inductives respectives. Dans un appendice, l'auteur explique de plus près le diagramme vectoriel du convertisseur de fréquence.

Der Frequenzumformer mit oder ohne Kompensationswicklung ist eine der wichtigsten Hilfsmaschinen in Drehstromkommutatorkaskaden. Die genaue Theorie dieser Maschine macht gewisse Schwierigkeiten, weil die Ankerwicklung ähnlich wie beim synchronen Drehstrom-Gleichstrom-Einankerumformer Ströme verschiedener Frequenz führt: Den Schleifringen wird eine Spannung E_3 und ein Strom I_3 von der Kreisfrequenz ω_3 zugeführt. An den Kommutatorbürsten (eventuell in Reihe mit einer Kompensationswicklung) wird eine Spannung E_4 und ein Strom I_4 von der Kreisfrequenz ω_4 abgenommen. Mit I_3 und I_4 überlagern sich in der Ankerwicklung auch die Ohmschen Spannungsabfälle und die Streuspannungen beider Ströme, so dass nun der Ohmsche Spannungsabfall und die Streuspannung der Schleifringseite auf die entsprechenden Spannungsabfälle auf der Kommutatorseite zurückwirken und umgekehrt. Die folgende Untersuchung legt das Hauptgewicht auf die Erfassung dieser gegenseitigen Beeinflussung, ohne deren Kenntnis man weder ein genaues Spannungsdiagramm zeichnen, noch die Grundgleichungen des Frequenzumformers richtig ableiten kann.

I. Der gewöhnliche Frequenzumformer (ohne Kompensationswicklung im Ständer).

A. Vollständiges Vektordiagramm eines Frequenzumformers mit 3 Schleifringen und 3 Bürstenlagen pro Polpaar.

Seiner Wirkungsweise nach ist der Frequenzumformer ein rotierender Halbtransformator und das Vektordiagramm seiner Spannungen und Ströme entspricht auch im grossen und ganzen dem Transformatordiagramm. Die Grundwellen der Amperewindungsverteilung der Schleifringseite (Index 3) und der Kommutatorseite (Index 4) bilden die resultierenden Amperewindungen

$$\dot{I}_m N = (\dot{I}_3 + \dot{I}_4) N \tag{1}$$

und erregen ein Drehfeld, dessen Grundwelle relativ zum Läufer mit der synchronen Winkelgeschwindigkeit ω_3 rotiert. Ihre Absolutgeschwindigkeit dagegen ist

$$\omega_4 = \omega_3 - \omega_m \tag{2}$$

falls der Läufer in entgegengesetzter Richtung mit der mechanischen Winkelgeschwindigkeit ω_m (in Polteilungsgraden) angetrieben wird (Fig. 1). ω_4

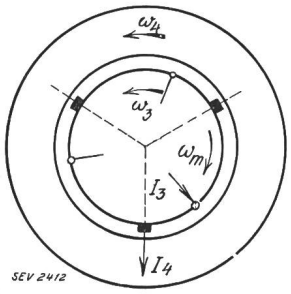

Fig. 1.
Zusammenhang der Frequenzen der Schleifring- und und Kommutatorseite für $\omega_m < \omega_3$.

ist daher auch die Kreisfrequenz der Ströme und Spannungen der Kommutatorseite.