Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 25 (1934)

Heft: 8

Artikel: Accidents dus au courant électrique survenus en Suisse en 1932 et 1933

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056547

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:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

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

XXVe Année | N° 8 | Vendredi, 13 Avril 1934

Accidents dus au courant électrique survenus en Suisse en 1932 et 1933.

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

614.8(494)

Die in den Jahren 1932 und 1933 an Starkstromanlagen (exklusive elektrische Bahnen) vorgekommenen Unfälle werden tabellarisch nach dem Berufe der betreffenden Person, nach der Höhe der Spannung und nach den Anlageteilen geordnet und daraus Vergleiche mit den früheren Jahren gezogen. Ferner wird eine Zusammenstellung über die Dauer der Arbeitsunfähigkeit der Verunfallten wiedergegeben.

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

Les accidents survenus pendant les années 1932 et 1933 dans les installations à fort courant (non compris les installations de traction) sont énumérés et classés suivant la profession des victimes, suivant les tensions et suivant la partie de l'installation où les accidents ont eu lieu. Un autre tableau fait ressortir les durées d'incapacité de travail causées par ces accidents.

On compare ensuite les accidents survenus en 1932 et 1933 avec ceux des années précédentes et donne des détails sur quelques accidents particulièrement instructifs.

I.

L'Inspectorat a eu connaissance en 1932 de 88 accidents, avec 90 personnes atteintes dont 25 mortellement, et en 1933 de 109 accidents, avec 123 personnes atteintes dont 29 mortellement. En 1933 eut lieu un accident d'une gravité exceptionnelle, provoqué par une ligne à très haute tension, où 7 ouvriers furent électrocutés et 5 autres blessés assez grièvement. 5 autres accidents firent chacun 2 victimes. La statistique ne comprend pas tous les accidents causés par le courant électrique, car ceux survenus dans les installations de traction n'y figurent pas. Le rapport du Conseil fédéral sur la gestion du département des chemins de fer donne les chiffres suivants pour les accidents survenus par l'électricité en 1932 et 1933 dans l'exploitation des entreprises de transport:

	Blessés		Morts		Total	
	1932	1933	1932	1933	1932	1933
Employés de chemins de fer . .	3	8	4	3	7	11
Voyageurs et tierces personnes .	11	6	4	4	15	10
Total	14	14	8	7	22	21

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

Il ressort du tableau I qu'en 1932 le nombre d'accidents est relativement faible, surtout en comparaison avec l'année précédente, où les accidents mortels étaient beaucoup plus nombreux. On compte cette année 25 personnes électrocutées, c'est-à-dire 3 de moins que la moyenne des 10 dernières années. Une réduction encore plus forte aurait pu être enregistrée pour 1933 sans l'accident extrêmement grave déjà mentionné, qui coûta la vie à 7 personnes, ce qui n'était jamais arrivé en Suisse jusqu'alors. Il est à espérer que malgré l'extension toujours plus grande et plus universelle des applications de l'énergie électrique le nombre des accidents occasionnés par le courant électrique diminuera peu à peu grâce aux améliorations qu'on apporte constamment aussi bien aux installations électriques qu'aux appareils consommateurs de courant.

Nombre de victimes classées suivant leur relation avec les entreprises électriques.

Tableau I.

Année	Personnel d'exploitation des usines		Autre personnel des usines et monteurs-électriciens		Tierces personnes		Total		
	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	blessés	morts	total
1933	**8**	**6**	**44**	**4**	**42**	**19**	**94**	**29**	**123**
1932	**3**	**2**	**34**	**7**	**28**	**16**	**65**	**25**	**90**
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
Moyenne 1924–33	9	4	28	8	27	16	64	28	92

Parmi les 159 personnes blessées il y en a 48 qui n'ont pas été atteintes directement par le courant, mais ont subi des brûlures par des arcs de court-circuits et des explosions de disjoncteurs à huile.

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
1933	**73**	**11**	**21**	**18**	**94**	**29**	**123**
1932	**46**	**15**	**19**	**10**	**65**	**25**	**90**
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
Moyenne 1924—33	47	17	17	11	64	28	92

Le tableau II nous montre que 15 personnes en 1932 et 11 personnes en 1933 furent électrocutées dans des installations à basse tension. Le nombre des accidents graves provoqués par du courant à basse tension a diminué sensiblement par rapport aux années précédentes. Nous avons de nouveau constaté le fait bien connu que dans les accidents à basse tension la température ambiante joue un rôle important parce que la résistance de la peau du corps humain diminue sensiblement lors d'une forte transpiration. Ceci explique jusqu'à un certain point le fait que des 15 accidents mortels, survenus sous l'effet de la basse tension en 1932, 7 eurent lieu dans un seul mois d'été. Néanmoins on a déjà constaté à plusieurs reprises, sans explication apparente, des fréquences occasionnelles d'accidents.

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 eut 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. Comme les années précédentes les accidents survenus dans des réseaux à la tension normalisée de 220/380 V avec neutre relié à la terre sont classés dans la rubrique «jusqu'à 250 V» quand l'accidenté est entré en contact avec une seule phase et la terre, par contre dans la rubrique «251 à 1000 V» quand

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
1932													
Stations génératrices et grandes sous-stations	1	—	—	—	1	—	2	2	1	2	5	4	9
Lignes	6	2	1	2	—	—	4	2	2	2	13	8	21
Stations transformatrices	1	—	2	1	—	1	3	1	1	—	7	3	10
Laboratoires d'essais	1	—	2	—	1	—	1	—	1	—	6	—	6
Exploitations industrielles	6	—	7	—	—	—	—	—	—	—	13	—	13
Moteurs transportables	5	4	—	1	—	—	—	—	—	—	5	5	10
Lampes portatives	6	—	—	1	—	—	—	—	—	—	6	1	7
Lampes fixes	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Appareils médicaux	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Autres installations intérieures	5	1	3	—	1	—	1	—	—	—	10	1	11
Total	31	10	15	5	3	1	11	5	5	4	65	25	90
	41		20		4		16		9		90		
1933													
Stations génératrices et grandes sous-stations	2	—	4	—	—	—	4	3	1	3	11	6	17
Lignes	9	3	2	1	—	1	—	1	7	9	18	15	33
Stations transformatrices	2	—	6	—	—	—	1	1	2	—	11	1	12
Laboratoires d'essais	1	—	3	—	3	—	—	—	—	—	7	—	7
Exploitations industrielles	6	—	12	—	—	—	—	—	—	—	18	—	18
Moteurs transportables	8	2	—	1	—	—	—	—	—	—	8	3	11
Lampes portatives	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3
Lampes fixes	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	1	3
Appareils médicaux	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1
Autres installations intérieures	7	3	6	—	—	—	2	—	—	—	15	3	18
Total	40	8	33	3	3	1	7	5	11	12	94	29	123
	48		36		4		12		23		123		

il a fait contact entre deux phases. Un tiers des accidents mortels survenus pendant les années 1932 et 1933 c'est-à-dire 18 sont dus à des tensions jusqu'à 250 V, à savoir les tensions effectives de 125, 145 et 220 V, ce qui prouve de nouveau que même les tensions d'éclairage les plus basses peuvent occasionner, suivant les circonstances, des accidents graves. On cherche à parer au danger plus grand résultant de l'introduction de plus en plus répandue de tensions de régime plus élevées par une meilleure isolation des installations et des appareils. Si ces efforts paraissent être couronnés de succès, on peut en attribuer une bonne part aux travaux de la commission des normes de l'Association suisse des électriciens, à l'activité de sa Station d'essai des matériaux, ainsi qu'à l'appui fourni par les usines électriques.

En ce qui concerne les accidents à haute tension, si l'on fait abstraction de celui de Gribbio avec ses 12 victimes, on trouve le plus grand nombre à la tension entre 5000 et 10 000 V. Cela n'a rien d'étonnant, vu la grande extension des lignes de distribution à 8000 et à 10 000 V. Mais les installations à une tension supérieure à 10 000 V accusent également un nombre plus élevé d'accidents, augmentation qu'on peut attribuer à l'extension toujours plus grande des installations à très haute tension. Dans la seconde partie de ce rapport les accidents les plus caractéristiques sont relatés en détail. Mentionnons encore que la rubrique: «autres installations intérieures» ne contient pas seulement les tierces personnes victimes d'un accident à leur domicile, mais aussi un certain nombre de monteurs, qui subirent un accident en travaillant à des installations intérieures.

Répartition des accidents survenus en 1932 et 1933 selon la profession des victimes.

Tableau IV.

Profession	1932			1933		
	blessés	morts	total	blessés	morts	total
Ingénieurs et techniciens	2	—	2	4	1	5
Machinistes et surveillants d'usines	3	1	4	8	5	13
Monteurs et aide-monteurs d'entreprises électriques et de maisons d'installat.	28	7	35	38	4	42
Autres ouvriers d'entreprises électriques	4	2	6	4	—	4
Ouvriers de fabrique	16	6	22	16	—	16
Ouvriers du bâtiment	5	—	5	5	1	6
Agriculteurs et jardiniers	1	3	4	3	7	10
Ouvriers forestiers [1])	—	—	—	5	7	12
Sapeurs-pompiers et militaires	1	—	1	—	—	—
Enfants	1	2	3	2	—	2
Autres tierces personnes	4	4	8	9	4	13
Total	65	25	90	94	29	123

[1]) Accident à Gribbio.

Le tableau IV nous renseigne sur la profession des victimes; comme les années précédentes ce sont de nouveau les monteurs et aide-monteurs qui accusent le plus grand nombre d'accidents, malgré

Nombre de victimes d'accidents sans issue mortelle, classées d'après la durée de l'incapacité de travail et suivant leur relation avec les entreprises électriques.

Tableau V.

Durée de l'incapacité de travail	Personnel d'exploitation des usines				Autre personnel des usines et monteurs-électriciens				Tierces personnes				Total			
	Nombre des victimes		Nombre de jours d'invalidité		Nombre des victimes		Nombre de jours d'invalidité		Nombre des victimes		Nombre de jours d'invalidité		Nombre des victimes		Nombre de jours d'invalidité	
	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H
1932																
0 jours	—	—	—	—	1	1	—	—	2	1	—	—	3	2	—	—
1 à 15 jours	—	—	—	—	8	3	63	35	10	1	67	7	18	4	130	42
16 à 31 jours	—	1	—	18	9	2	239	60	7	1	163	30	16	4	402	108
1 à 3 mois	—	1	—	62	4	5	168	265	2	1	78	63	6	7	246	390
plus de 3 mois	—	1	—	205	—	1	—	140	3	—	392	—	3	2	392	345
Total	—	3	—	285	22	12	470	500	24	4	700	100	46	19	1170	885
	3		285		34		970		28		800		65		2055	
1933																
0 jours	—	—	—	—	6	—	—	—	6	1	—	—	12	1	—	—
1 à 15 jours	2	1	25	1	13	3	118	14	12	2	103	8	27	6	246	23
16 à 31 jours	—	2	—	50	11	1	247	23	6	—	158	—	17	3	405	33
1 à 3 mois	1	2	32	120	6	3	316	200	7	1	436	55	14	6	784	375
plus de 3 mois	—	—	—	—	1	—	210	—	2	5	330	860	3	5	540	860
Total	3	5	57	171	37	7	891	237	33	9	1027	923	73	21	1975	1331
	8		228		44		1128		42		1950		94		3306	

B = basse tension. H = haute tension.

que pour eux aussi une diminution par rapport aux années précédentes soit à noter. Tandis qu'en 1930 la catégorie des monteurs comptait 11 cas mortels et 12 cas en 1931, il n'y eut dans les 2 années 1932 et 1933 que 11 cas mortels au total. Ces accidents étaient en grande partie évitables, car dans 5 cas mortels les victimes avaient travaillé à des lignes aériennes à basse tension en exploitation.

En ce qui concerne le tableau V qui mentionne la durée de l'incapacité de travail des victimes blessées nous mentionnons en premier lieu que dans les 2 années qui nous intéressent aucun accident n'eut pour conséquence une invalidité grave; il y eut seulement quelques cas de raideur d'un membre comme conséquence de brûlures électriques. Les durées d'invalidité les plus longues eurent comme origine des accidents, dont les victimes avaient fait une chute provoquée par la commotion électrique et s'étaient attirées des blessures nécessitant pour guérir jusqu'à 5 et 7 mois. Des 5 hommes blessés par du courant à haute tension à l'accident de Gribbio, le premier put quitter l'hôpital déjà au bout de 7 semaines, deux autres après 4 mois, un quatrième après 7 mois, tandis que le dernier aura près de 10 mois d'hôpital. Celui-ci aura une diminution permanente de sa capacité de travail, résultant des cicatrices de ses blessures.

Les accidents non mortels annoncés à l'inspectorat occasionnèrent au total une incapacité de travail de 2050 jours en 1932 et d'environ 3300 jours en 1933. La guérison des blessés dura en moyenne 34 jours. Si l'on ne tient pas compte des 18 accidents qui n'eurent pas d'incapacité de travail pour conséquence, mais seulement un traitement médical, on arrive à une durée moyenne de guérison de 38 jours par accident.

II.

En ce qui concerne les accidents classés au tableau III d'après la partie de l'installation où l'accident s'est produit, nous avons à faire les remarques suivantes:

La majeure partie des accidents mentionnés dans la première rubrique du tableau III, soit dans les *stations génératrices* et *grandes sous-stations* eut lieu dans les sous-stations transformatrices. Dans deux cas mortels les causes ne purent être déterminées d'une façon précise. Dans l'un de ces cas le chef d'usine se rendit à la tour de sortie d'une sous-station et pénétra sans raison connue, dans la cellule d'un disjoncteur à 50 000 V en service. L'infortuné fut brûlé sur tout le corps par l'arc qui s'était amorcé contre lui et qui dura plusieurs minutes; on le trouva mort quelque temps après. Dans le second cas, le surveillant d'une sous-station avait engagé un chômeur pour des travaux de nettoyage au magasin. Pendant une absence momentanée du surveillant le chômeur pénétra par curiosité dans le local adjacent de clenchement à 10 000 V et toucha un conducteur sous tension.

Un manœuvre trouva la mort dans une autre sous-station en transformation, où il avait travaillé pendant un certain temps. Un jour qu'il aidait à la pose d'un nouveau câble à haute tension, il eut l'idée d'ouvrir le grillage d'une cellule à 6000 V non-déconnectée et entra en contact avec une partie sous tension. Le passage du courant sur le corps de la victime dura assez longtemps et provoqua la mort par les fortes brûlures. Ces deux cas nous démontrent derechef le danger inhérent à l'emploi, dans des installations à haute tension, d'ouvriers étrangers au service, insuffisamment instruits et surveillés.

Les travaux de nettoyage dans des stations de couplage à 8000, 25 000 et 45 000 V occasionnèrent trois autres accidents mortels. Dans un de ces cas un aide-monteur qui était monté sur un interrupteur à huile perdit l'équilibre et tomba contre les bornes sous tension d'un déconnecteur. Dans un second cas un machiniste pénétra par inadvertance dans une cellule sous tension de 8000 V, adjacente à la cellule déconnectée qu'il était en train de nettoyer. En saisissant les conduites d'amenée à l'interrupteur il fut brûlé si grièvement qu'on dut lui amputer les deux mains; malgré cela il mourut un mois plus tard. Dans le troisième cas le surveillant d'une sous-station à 45 000 V oublia d'ouvrir les déconnecteurs intercalés avant un interrupteur à huile. En escaladant cet interrupteur il reçut de si fortes brûlures qu'il en mourut après 11 heures de souffrances.

Les autres accidents peuvent être attribués en partie à l'inattention de machinistes qui au mépris du danger avaient omis de déconnecter les appareils sous tension qu'ils voulaient reviser. Ainsi, un machiniste approcha de façon inconcevable sa main d'une conduite à 6000 V pour voir si elle était sous tension. Dans 11 cas les blessures ne furent pas provoquées directement par le courant électrique, mais pas des arcs de rupture ou de court-circuits, ou par de l'huile projetée lors de l'explosion de disjoncteurs à huile.

Parmi les accidents aux lignes aériennes, 10 cas en 1932 et 18 cas en 1933 survinrent à des *lignes à haute tension.* Rappelons en premier lieu le grave accident survenu au Tessin, décrit en détail dans le No. 13 du Bulletin de l'ASE de l'année 1933 (page 296), où des bucherons étaient en train de tirer un câble pour le transport de bois sous la ligne à 150 000 V traversant le Gotthard, sans avoir averti préalablement l'entreprise électrique. En tendant le câble, celui-ci vint heurter le conducteur inférieur de la ligne de transport.

Trois accidents mortels sont dus à des actes de folâtrerie commis par un garçon de 14 ans et deux jeunes gens de 19 ans qui, malgré les affiches de danger, avaient escaladé par bravade des pylônes de lignes de transport à 50 000 et à 60 000 V et étaient entrés en contact avec un des conducteurs. Tous les trois, après avoir été atteints par le courant électrique, tombèrent du pylône et moururent des suites de cette chute.

Dans un autre cas un monteur fut tué et un autre blessé parce qu'on avait réenclenché trop tôt une ligne à 8000 V à laquelle ils travaillaient. Il s'agissait de faire des modifications à deux dérivations d'une ligne principale distantes l'une de l'autre d'environ 1,7 km. Il était convenu qu'on détacherait les 2 dérivations de la ligne principale pendant un arrêt de celle-ci de 15 minutes. La communication téléphonique avec la sous-station avait lieu depuis une maison située près de la première des deux dérivations, tandis qu'on correspondait entre les deux dérivations par signaux en agitant des draps. Mais la visibilité était si mauvaise ce jour là qu'on ne pouvait obtenir des signaux précis sans l'emploi de fanions spéciaux de signalisation qui, cependant, faisaient défaut. Il en résulta qu'à la dérivation no. 2 on n'aperçut pas à temps le signal indiquant l'interruption du courant; c'est seulement par l'extinction de la lumière dans une maison voisine qu'on fut informé que la ligne principale était déclenchée, ce qui amena un retart dans le commencement des travaux. A la dérivation 1 on donna par erreur, provenant également de la mauvaise visibilité, l'ordre au poste téléphonique de remettre le courant. Entre-temps une troisième équipe avait commencé son travail sur l'embranchement no. 2 à une assez grande distance du point de dérivation et fut surprise par la remise du courant. Les hommes occupés sur les poteaux en bois ne furent pas atteints; le monteur travaillant à l'interrupteur de ligne fut blessé, tandis que celui qui travaillait au transformateur et qui était de ce fait en bon contact avec la terre fut tué. Cet accident doit donc être attribué avant tout à des moyens de communication insuffisants, mais aussi au fait que les monteurs n'avaient pas informé leur chef de l'impossibilité de communiquer par signaux optiques, mais avaient fait réenclencher le courant trop tôt, se basant sur une communication incertaine. Il est en outre plus que probable que l'accident aurait été évité si l'équipe travaillant sur la dérivation 2 avait court-circuité et mis la ligne à la terre. Cet accident donna lieu à une poursuite pénale à la suite de laquelle un des inculpés fut condamné à la réclusion, mais avec sursis.

Le remplacement d'isolateurs défectueux d'une ligne à 50 000 V, avec 2 lacets à trois fils, donna aussi lieu à un accident. Les deux lacets étaient déconnectés, mais un seul était court-circuité et relié à la terre, celui où travaillait un homme. Contrairement à ses prévisions il entra tout de même en contact avec un fil de l'autre lacet, non relié à la terre et reçut une commotion par du courant d'induction, dans ce lacet. Le sinistré réussit cependant, après maints efforts, à se dégager du courant, mais comme il avait ouvert son ceinturon pour changer de position, il tomba d'une hauteur de 10 m sur le sol et se blessa grièvement. Il n'avait pas cru nécessaire de relier le second lacet à la terre, estimant la distance d'environ 1,50 m qui le séparait de ce lacet suffisante pour pouvoir travailler sans danger.

Un monteur fut tué, parce qu'il avait commencé de travailler à une ligne sous 8000 V avant le déclenchement prévu de celle-ci. Si l'accident est dû avant tout au déclenchement tardif de la ligne par un tiers, l'accidenté fut également fautif, car il avait négligé de court-circuiter et de mettre la ligne à la terre.

Citons encore un accident moins grave où un garçon s'amusait avec un cerf-volant retenu par un câble métallique. Ce câble vint heurter une ligne à haute tension, en sorte que le garçon fut électrisé et s'affaissa évanoui. Les efforts de respiration artificielle furent couronnés de succès au bout de 20 minutes.

Les accidents survenus dans les *stations transformatrices* sont moins nombreux. Le surveillant d'une station fut électrocuté en remplaçant pour la troisième fois les fusibles à haute tension d'un transformateur sur poteaux qui avaient fonctionné pendant un orage. Il avait oublié, en montant pour la troisième fois au transformateur, d'ouvrir préalablement l'interrupteur de ligne.

Un aide-monteur, occupé en présence de deux monteurs, à des travaux de nettoyage dans une station transformatrice importante, s'introduisit, sans qu'on s'en aperçut, dans la cellule du câble d'amenée à haute tension et entra en contact avec les couteaux ouverts du déconnecteur. Les essais de respiration artificielle, entrepris aussitôt, n'eurent pas de succès. Deux apprentis furent blessés dans des circonstances à peu près identiques en procédant à des travaux de nettoyage dans une grande station transformatrice.

Un écolier trouva la mort dans des circonstances spéciales à proximité d'une station transformatrice. Le réseau à 500 V, alimenté par ce transformateur, avait une perte à la terre; de ce fait il y eut à la plaque de terre près du transformateur, dont la résistance de passage à la terre était relativement grande, une chute de tension assez importante. Le garçon, en revenant de l'école, quitta le chemin

et se rendit derrière la station transformatrice, où il toucha le fil de fer d'une clôture avec piquets en bois et fut électrocuté; on le trouva mort quelques minutes plus tard. L'accident s'explique de la façon suivante: le garçon se trouvait à peu près au-dessus de l'emplacement de la plaque de terre du point neutre du réseau à 500 V, tandis que le fil de fer de la clôture touchait la terre quelques dixaines de mètres plus loin; la victime fut ainsi exposée à la différence de tension entre le potentiel à peu près 0 de la terre, auquel se trouvait le fil de fer de la clôture et celui du sol sous ses pieds, qui avait acquis un potentiel sensiblement plus élevé.

Un sapeur-pompier fut blessé assez grièvement, lorsqu'il voulut couper la ligne d'amenée à une maison en feu et avait escaladé à cet effet le poteau d'un transformateur sur poteaux voisin sans avoir ouvert préalablement l'interrupteur de ligne du transformateur. Il était entré en contact avec un fil à haute tension, mais comme il était attaché par son ceinturon, il ne tomba pas à terre, mais fut seulement brûlé par le courant.

Dans trois autres cas un monteur fut tué et le gérant d'une entreprise, ainsi qu'un autre monteur furent grièvement blessés dans des stations transformatrices, où ils s'étaient trop approchés de parties sous haute tension, en voulant expliquer à des tiers les réparations qu'il y avait à faire.

Six autres accidents sont dus à des brûlures par des arcs de court-circuit. En procédant à des manœuvres, des mesures ou des réparations dans les parties à basse tension de stations transformatrices importantes, on ne tient souvent pas assez compte du fait que les grandes puissances utilisées actuellement peuvent donner lieu à des arcs très violents, par exemple lorsque les fusibles sont enclenchés sur un court-circuit dans le réseau, ou lorsque pendant le travail on provoque un court-circuit par une manœuvre imprudente avec un outil.

Les *lignes aériennes à basse tension* ont occasionné la mort de trois monteurs et d'un apprenti, ainsi que des blessures à 4 monteurs et 3 apprentis, parce que ceux-ci croyaient pouvoir travailler sous tension et s'étaient placés par un mouvement irréfléchi entre deux conducteurs de courant, ou entre un conducteur sous tension et une partie métallique en connexion avec la terre. La plupart du temps on avait omis de déconnecter la partie du réseau à laquelle on travaillait, afin de priver les abonnés le moins possible de courant et parce qu'on estimait pouvoir faire le travail sous tension, en prenant les précautions nécessaires. Dans quelques cas, l'organisation du travail laissant à désirer, le travail fut commencé avant d'avoir interrompu le courant.

Une ménagère et un domestique de campagne furent tués en entrant en contact avec des fils sous tension tombés à terre, lors de l'incendie d'une grange. Quand l'incendie fut aperçu, les fils de la ligne aérienne, reliant la maison d'habitation à la grange, étaient déjà tombés à terre. Malgré le court-circuit qui en résulta un des fusibles était resté intact, de sorte que les fils en contact entre eux étaient à une tension d'environ 250 V contre la terre. En se précipitant à l'écurie pour sauver le bétail, la patronne et le domestique s'empêtrèrent dans les fils qui trainaient à terre et ne purent être ramenés à la vie. Les sapeurs-pompiers qui déconnectèrent le réseau n'arrivèrent à cette ferme assez éloignée du village qu'au bout d'un certain temps.

Le contact involontaire de lignes aériennes d'abonnés par des ouvriers du bâtiment occasionna la mort d'un manœuvre sous une tension de 220 V et, dans trois autres cas, des blessurés graves à un ferblantier et à deux couvreurs. Ces accidents prouvent derechef qu'il est nécessaire d'attirer constamment l'attention des entrepreneurs du bâtiment sur le danger des lignes électriques et de placer des protections autour des lignes d'abonnés qui ne peuvent être déconnectées.

Dans les *laboratoires d'essais* 6 accidents légers se produisirent en 1932 et 7 en 1933, dont 5 sont dus à des flammes de courts-circuits. Un de ces accidents peut être attribué au fait qu'on n'avait pas barré d'une façon suffisante l'approche des appareils sous haute tension. Dans deux cas, des parties sous tension furent touchées avant d'avoir été déconnectées. Quoiqu'il se soit agi de tensions de 1800, 3000 et 28 000 V dans les cas précités, ceux-ci n'eurent comme conséquence que des blessures légères.

Dans les *exploitations industrielles* il y eut au total 31 accidents, mais aucun avec issue mortelle, si l'on fait abstraction de ceux occasionnés par des moteurs transportables, classés plus loin dans une catégorie spéciale. Dans 5 cas des ouvriers, travaillant à des parties sous tension, provoquèrent un court-circuit, dans 6 autres cas le court-circuit se produisit lors de la manœuvre d'interrupteurs de moteurs ou de sectionneurs et finalement dans deux cas l'accident fut provoqué par l'explosion de lampes à incandescence essayées par erreur sous une tension trop élevée. Ces cas, ainsi que d'autres analogues, occasionnèrent des brûlures peu dangereuses par arc voltaïque à 16 accidentés; celles-ci guérissent plus facilement que les brûlures provenant de la pénétration du courant dans le corps. Néanmoins l'incapacité de travail conséquente à ces blessures fut en général de quelques semaines.

Ce qui aggrave encore ces accidents de brûlure par arc, c'est qu'ils affectent généralement aussi les yeux. On ne saurait donc répéter trop souvent qu'il ne faudrait travailler qu'exceptionnellement à des installations sous courant, même à basse tension et, en ce cas, prendre toutes les précautions nécessaires. On peut s'attendre à une diminution de ces accidents par arc voltaïque du fait que les interrupteurs de moteurs à couteaux avec boîtier de protection à rainure ouverte disparaissent peu à peu et sont remplacés par des coffrets de manœuvre entièrement fermés.

Un autre accident prouve l'utilité d'employer des douilles en matière isolante pour les lampes facilement accessibles des exploitations industrielles. Dans une imprimerie un ouvrier avait empoigné la douille métallique d'une suspension à tirage, tandis que de l'autre main il s'appuyait contre la machine à composer. Comme il y avait un défaut d'isolement dans la douille, l'ouvrier fut fortement électrisé, et s'évanouit, mais reprit connaissance au bout d'un moment.

Un apprenti risqua d'être tué pendant qu'il travaillait à un tour, dont le moteur est alimenté au moyen d'un cordon souple; le conducteur de mise à terre dans ce cordon était interrompu, ce qu'on ne découvrit que plus tard. L'apprenti se trouvait sur un tabouret en bois, lorsqu'il fut exposé au passage du courant en touchant simultanément le tour et le dispositif de mise en place des courroies, en contact avec la terre. Le sinistré resta un certain temps sous l'action du courant, jusqu'à ce qu'un autre ouvrier déconnecta la prise de courant du moteur. Cet accident est encore spécialement intéressant par le fait que les essais de respiration artificielle ne furent couronnés de succès qu'après 30 minutes environ.

L'utilisation de *moteurs transportables* dans les exploitations agricoles, de perceuses à main, etc., occasionna en tout 17 accidents, dont huit avec issue mortelle. Sur un chantier on avait interverti par mégarde un fil de phase et le neutre à la prise mobile du cordon de rallonge alimentant une scie circulaire. Lorsqu'un charpentier toucha la machine il reçut une décharge à la tension de 220 V et fut tué.

Un apprenti mécanicien fut électrocuté par une perceuse électrique à main, dont la prise de courant n'était qu'à deux pôles. Le conducteur de mise à la terre, relié à la masse de la perceuse, sortait librement de la fiche bipolaire. Au moment où l'apprenti mit la fiche dans la prise de courant, l'extrémité dénudée du fil de mise à terre se mit en contact avec une des tiges conductrices de courant de la fiche, mettant ainsi la masse de la perceuse à la tension de 125 V contre la terre. L'apprenti ne fut découvert que quelque temps après l'accident; quoique déjà mort il tenait encore en main la perceuse en marche. Cet accident ne serait pas arrivé, si la perceuse avait été branchée à l'installation au moyen d'une prise de courant tripolaire avec contact de mise à terre, tel qu'il est exigé par les prescriptions.

Un autre accident mortel eut lieu dans une scierie alimentée par un réseau triphasé 200/350 V avec neutre à la terre. Deux ouvriers étaient occupés à la manœuvre d'une scie, lorsqu'un d'eux, en touchant les parties métalliques de la machine, fut fortement électrisé. Il cria à son collègue de couper le courant; celui-ci, après avoir pris la poignée métallique de l'interrupteur en main ne put plus la lâcher. Dans le câble d'amenée un conducteur de phase s'était rompu près de l'entrée dans la fiche sans qu'on l'ait remarqué et il s'était mis en contact avec le conducteur de mise à terre. Toutes les parties métalliques reliées au fil de mise à terre furent ainsi portées à la tension de 180 V contre la terre.

Un ouvrier d'une carrière de gravier fut électrocuté à une drague reliée à un réseau à 500 V. La machine qui n'était pas reliée à la terre, se mit sous tension, lorsqu'un des conducteurs actifs endommagé du câble d'amenée entra en contact avec le châssis de la machine. Le sinistré avait touché la drague, alors qu'il se trouvait lui-même sur la voie Décauville en bon contact avec la terre.

Les moteurs agricoles transportables ont occasionné 4 accidents mortels. Dans un cas la victime, un agriculteur, voulut mettre en place la fiche de la prise de courant au tambour du moteur, recouvert d'une caisse de protection. Ne voyant pas ce qu'il faisait avec sa main, il toucha par hasard les broches de la fiche, déjà en partie introduites dans les alvéoles de la prise de courant. Un ouvrier de campagne fut électrocuté en voulant mettre en place la boîte en aluminium non reliée à la terre d'une prise de courant murale. Par suite d'une défectuosité à l'intérieur de la fiche, une des broches était entrée en contact avec le boîtier en aluminium et l'avait mis sous une tension de 220 V contre la terre. Un autre accident survenu à une prise de courant mobile d'un moteur transportable, a été causé par un câble d'alimentation qui était muni de fiches de contact avec broches aux deux extrémités, au lieu d'une prise avec alvéoles encastrées du côté du moteur. Un apprenti mécanicien toucha par hasard les broches sous tension et fut

brûlé à la main. Un agriculteur fut électrocuté à un moteur transportable à 500 V actionnant une pompe à purin. Par suite d'un défaut d'isolement dans un compteur, le châssis du moteur s'était mis sous une tension de plus de 100 V contre le sol sur lequel se trouvait la victime et cela malgré la mise à la terre du châssis. Lors même que la résistance de cette terre n'était que de 7 ohms, le courant de mise à terre ne put faire foudre les fusibles de 15 A. Deux autres accidents légers résultèrent de ce que le fil de mise à terre s'était détaché à l'intérieur de la prise de courant et avait touché un conducteur actif, en sorte que la masse de la machine fut mise sous tension.

Des *lampes portatives* en mauvais état ont causé 10 accidents, dont un avec issue mortelle. Dans ce dernier cas la victime avait touché le culot non protégé de la lampe qui était vissée dans une douille métallique avec petite bague isolante. Dans cinq autres cas de lampes portatives avec douille métallique, le passage du courant dans le corps des victimes n'eut pour conséquence que des évanouissements temporaires et des troubles nerveux. Un ouvrier d'une entreprise de bâtiment se brûla à la main droite en voulant déplacer une lampe portative provisoire, dont la bague isolante était cassée, laissant à nu le pas de vis de la douille. Un apprenti se brûla à la main en voulant remplacer dans une grange l'ampoule d'une lampe portative, dont il toucha le culot sous tension malgré la bague isolante haute de la douille.

Trois accidents mortels et deux autres avec blessures eurent lieu à des *lampes fixes*. Dans un de ces cas on avait installé dans une cave assez humide une douille métallique; celle-ci se remplit peu à peu de saleté humide, mettant ainsi l'enveloppe extérieure sous tension. Lorsqu'un domestique empoigna cette douille, il fut électrocuté. Dans un autre cas un manœuvre fut électrocuté dans une écurie, où une lampe portative était branchée à la lampe fixe au moyen d'un bouchon-prise. Il avait touché le culot non-protégé de la lampe, en voulant retirer la fiche du bouchon prise. Le troisième cas mortel, qui eut également lieu dans une écurie, est dû à une défectuosité de la douille, dont le pas de vis, mal retenu par la bague, était sorti de l'enveloppe isolante. En voulant remplacer l'ampoule, la victime était entrée en contact avec ce pas de vis sous tension.

Le tableau III indique sous la rubrique «*appareils médicaux*» un accident mortel en 1932 et un autre moins grave en 1933. L'accident mortel du médecin-chef d'un hôpital cantonal fut provoqué par une prise de courant mobile à 145 V faisant partie de l'appareil à rayons X. Contrairement a ce qui a été dit dans les journaux quotidiens, cette prise de courant n'était pas de construction normale, mais d'un modèle plus petit, muni d'une enveloppe métallique. Par suite d'une défectuosité de la fiche et de sa réparation insuffisante par une infirmière, l'enveloppe métallique s'était mise sous tension. Lorsque le médecin, qui préparait une radiographie, toucha par hasard simultanément la prise de courant et une partie métallique de l'appareil à rayons X, relié à la terre, il fut électrocuté. Le second cas se rapporte à une garde-malade qui fut légèrement blessée par le passage du courant à haute fréquence sur son corps; elle s'était trop approchée d'une partie sous tension de l'appareil à rayons X, tandis qu'elle s'efforcait de maintenir un enfant turbulent sous la lampe à haute fréquence.

Parmi les accidents survenus dans les *installations intérieures*, à l'exclusion des exploitations industrielles, quatre eurent une issue mortelle.

Deux accidents furent causés par l'utilisation de corps de chauffe électriques dans des chambres de bain. Une ménagère, voulant enclencher depuis son bain un radiateur parabolique par la prise de courant mobile, toucha par hasard les broches sous tension d'un fiche de couplage et fut électrocutée à la tension de 145 V. La victime ne fut découverte que quelque temps après, déjà morte.

Dans un autre cas, une ménagère voulut déplacer depuis son bain un radiateur parabolique qui avait une perte à la masse. Se sentant électrisée en empoignant le radiateur, elle tira celui-ci dans son bain. Son mari survint juste à temps pour la délivrer de l'appareil, en sorte qu'elle en fut quitte avec quelques brûlures légères à la poitrine. Ces deux accidents prouvent la nécessité de prendre des précautions spéciales lorsqu'on veut utiliser des radiateurs électriques dans des chambres de bain.

Le propriétaire d'une basse-cour fut électrocuté parce qu'il avait installé lui-même d'une façon très précaire un éclairage provisoire dans son poulailler. Un fil volant de cette installation provisoire s'était mis en contact avec le treillis métallique de la clôture, en sorte que le propriétaire fut tué en touchant par hasard le treillis.

Dans la salle de fête d'un hôtel de campagne on avait installé pour l'éclairage de la rampe à l'occasion d'une représentation théâtrale, un cordon souple provisoire, muni à ses deux extrémités d'une fiche. Un garçonnet de 4 ans, s'amusant avec une de ces fiches, tandis que l'autre était déjà introduite dans la prise de courant, fut électrisé et ne put se dégager qu'au bout d'un certain temps. La

guérison des blessures assez sérieuses qu'il s'attira à trois doigts nécessita 6 semaines.

Deux accidents légers eurent lieu à des installations au gaz néon; dans les deux cas le courant avait été réenclenché trop tôt, avant que la réparation fut terminée.

Il ressort de l'énumération de ces différents cas qu'avec un peu plus de prudence d'une part de nombreux accidents auraient pu être évités et que d'autre part il y a lieu de poursuivre les efforts tendant à améliorer les appareils et les mises à terre.

Ueber die Beurteilung von Kurzschlussläufermotoren[1]).

Von *Hanskarl Voigt*, Hannover.

621.313.333

Es wird gezeigt, dass «Anlaufoszillogramme» nicht geeignet sind, ein allgemein gültiges Bild von dem Verhalten eines Motors bei Stern-Dreieck-Anlauf zu geben. Es kann aus ihnen wohl der Einschaltstromstoss, nicht aber der Umschaltstromstoss ermittelt werden.

L'auteur montre que les «oscillogrammes de démarrage» ne suffisent pas pour donner une image complète de la manière dont se comporte un moteur lors du démarrage en étoile-triangle. Ils permettent de déterminer l'à coup de courant à l'enclenchement, mais non l'à coup au passage du couplage en étoile au couplage en triangle.

Der beim Einschalten eines Drehstromasynchronmotors mit Kurzschlussläufer auftretende hohe Einschaltstromstoss hat einen entsprechenden Spannungsabfall in der Zuleitung und damit eine Schwankung der Helligkeit der an das gleiche Netz angeschlossenen Beleuchtungskörper zur Folge. Dieser Umstand vor allem hatte die öffentlichen Elektrizitätswerke veranlasst, den Anschluss dieser — sonst idealen — Motoren nur bis zu einer gewissen Höchstleistung zuzulassen; wie weit diese Massnahme tatsächlich berechtigt ist, soll hier nicht erörtert werden.

Neuerdings sind die Elektrizitätswerke in der Zulassung von Asynchronmotoren mit Kurzschlussläufern, insbesondere mit Stromverdrängungsläufern, etwas grosszügiger geworden; alle Werke machen aber wohl die Zulassung von solchen Motoren zum Anschluss an ihr Netz von gewissen Bedingungen abhängig. Diese erstrecken sich in erster Linie auf die Stromstösse, die beim Einschalten oder beim Umschalten von Stern- auf Dreieckschaltung auftreten. Es ist also nötig, die Höhe dieser Stromstösse zu ermitteln. Der Gedanke, eine Messung des Einschaltstromstosses durch Festbremsen des Motors bei voller Spannung vorzunehmen, liegt nahe; hierbei würde man aber leicht ungenaue Ergebnisse erhalten, da die schnelle Erwärmung des Motors bei der grossen Wärmeüberlastung die Messung sehr erschwert; auserdem besteht die Gefahr, den Motor zu beschädigen[2]). Eine Messung des meist noch wichtigeren Umschaltstromstosses wäre auf diese Weise auch gar nicht möglich.

Die Verwendung eines Instrumentes mit vorgeschobenem Zeiger zur Messung der Anlaßströme, wie es im § 10 der alten VDE-«Anschlussbedingungen» noch verlangt wird, ist ebenfalls zu verwerfen; denn hierbei wird das Ergebnis je nach Bauart des gerade verwendeten Instrumentes mehr oder weniger stark vom Rush (siehe später) beeinflusst[3]).

Oft wird heute von den Elektrizitätswerken die Aufnahme von Anlaufoszillogrammen verlangt, aus denen dann entnommen wird, ob der Ein- bzw. Umschaltstromstoss ein bestimmtes Vielfache des Nennstromes überschreitet oder nicht. Die Firmen, die Stromverdrängungsmotoren bauen — um solche handelt es sich in erster Linie —, sind daher fast allgemein dazu übergegangen, in ihren Prospekten solche Anlaufoszillogramme zu veröffentlichen. Es mag daher angezeigt sein, einmal darauf hinzuweisen, dass ein Anlaufoszillogramm nicht geeignet ist, ein *allgemein* gültiges Bild von dem Verhalten eines Motors zu geben; es kann wohl den Einschaltstromstoss, von einer eventuell übergelagerten Einschaltschwingung abgesehen (vergleiche Fig. 3 und 5 bis 7), eindeutig wiedergeben, aber in bezug auf den Umschaltstromstoss immer nur einen mehr oder weniger zufälligen Einzelfall darstellen.

Wird ein Drehstromasynchronmotor mit Kurzschlussläufer mit einem Stern-Dreieck-Schalter angelassen, so ist die Drehzahl, die er in der Stern-Schaltung erreicht, vom Gegendrehmoment abhängig; der beim Umschalten auf Dreieck auftretende Umschaltstromstoss ist also auch durch das Gegendrehmoment bedingt; dieser Umstand wird auch wohl immer berücksichtigt. Uebersehen wird aber oft, dass der Umschaltstromstoss auch von der Schnelligkeit des Umschaltens und vom Trägheitsmoment der umlaufenden Massen abhängt; denn beides bedingt die Höhe des Drehzahlabfalles während der Umschaltzeit. Ferner kann auf die Höhe des Stromstosses von Einfluss sein, in welchem Augenblicke die Wiedereinschaltung erfolgt, und

[1]) Die Arbeit ist ein Auszug aus der Dissertation des Verfassers (T. H. Hannover 1932).

[2]) M. Liwschitz, Siemens-Z. 1925, Nr. 3, S. 131; M. Liwschitz, ETZ 1930, Nr. 27, S. 962; M. Liwschitz, Vortrag, gehalten am 10. Sept. 1930 in Essen auf der 234. Vereinsversammlung des Elektrotechnischen Vereins des Rheinisch-Westfälischen Industriebezirkes zu Dortmund e. V.

[3]) M. Liwschitz, Siemens-Z. 1925, Nr. 3, S. 131.