

gulée, comme l'a montré Claude Bernard, et le cœur est ainsi arrêté dans son fonctionnement. On conçoit que de tels accidents puissent à la rigueur se produire chez l'homme, lorsque, par exemple, les mains se trouvent maintenues par la tétanisation musculaire sur les conducteurs partant de la bobine.

Les transformateurs employés dans l'industrie pour modifier la tension des courants alternatifs ne sont que des bobines d'induction particulièrement adaptées à cet usage. La forme de l'onde électrique y est un peu différente de celle des bobines de Ruhmkorff; elle pourrait néanmoins provoquer des accidents analogues.

En semblable occurrence, en plus des procédés déjà signalés pour rappeler les foudroyés à la conscience et pour rétablir chez eux la respiration et la circulation, il pourrait y avoir utilité à employer, dans certains cas, les procédés que l'*hydrothérapie* met à notre disposition pour abaisser la température du corps.

VI

Des accidents causés par des courants de machines dynamo-électriques.

A. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Ces accidents sont actuellement assez fréquents; on pourrait leur appliquer encore la dénomination d'accidents par courants électriques industriels; c'est presque toujours, en effet, à des machines dynamo-électriques que l'on a recours dans l'industrie pour obtenir l'électricité nécessaire à l'éclairage électrique, à la traction des tramways (système des trolleys), au transport de l'énergie à de grandes distances, ou à divers autres usages exigeant de l'électricité en grande quantité et à tension assez élevée.

Les conditions dans lesquelles se produisent ces accidents sont généralement les suivantes : lorsque les deux mains se

trouvent appliquées sans revêtement isolant, ou avec un revêtement isolant insuffisant, sur deux conducteurs, deux parties d'un appareil ou d'une machine à un potentiel différent, un courant se trouve établi à travers les mains, les bras et le corps, et son intensité est d'autant plus élevée que la différence de potentiel entre ces deux points est plus grande et que la conductibilité des mains en rapport avec eux est meilleure, lorsqu'elles sont humides, par exemple. Aussi convient-il de ne toucher, autant que possible, qu'à un seul conducteur ou à une seule partie d'une machine dynamo-électrique et de ne se servir que d'une seule main pour les manipulations. Dans ces conditions mêmes, une bonne précaution est de recouvrir les mains d'un revêtement isolant, tel que des gants de caoutchouc en bon état et suffisamment épais; elle devrait être toujours prise si l'on doit se servir des deux mains ou toucher à la fois des conducteurs différents ou deux parties différentes d'un appareil ou d'une machine. L'omission de semblables précautions par des ouvriers ou des personnes appelées à manier des machines dynamo-électriques, des appareils en rapport avec ces machines ou des fils en distribuant les courants, a été plus d'une fois cause d'accidents dont quelques-uns ont été suivis de mort.

C'est par l'intermédiaire des mains que le courant se trouve généralement fermé à travers le corps; mais il peut être également fermé par une seule main et une autre partie du corps, ou par deux parties quelconques du corps, surtout si celles-ci sont découvertes ou si elles ne sont protégées que par des vêtements peu épais et plus ou moins conducteurs, soit par leur nature, soit parce qu'ils ont été mouillés.

Dans d'autres conditions, le courant peut se trouver fermé à travers le corps par contact avec un seul conducteur, lorsqu'en un point du trajet parcouru par le courant de la dynamo existe une dérivation à la terre; alors, en effet, une seule partie du corps en contact avec un point de la ligne traversée par le courant suffit pour laisser fermer à travers le corps un courant dérivé à la terre, qui sera d'autant plus intense, les

autres conditions restant les mêmes, que le sol en ce point sera meilleur conducteur ainsi que les parties du corps reposant sur le sol. Nombre d'accidents ont eu lieu dans ces conditions; c'est ainsi que se produisent généralement les accidents lorsqu'un fil d'une ligne aérienne est tombé à terre; avec les canalisations souterraines, ces accidents sont plus rares, mais peuvent se rencontrer néanmoins.

Suivant qu'il s'agit de courants alternatifs ou de courants continus, les accidents présentent de notables différences dans leur manière de se produire et dans leurs effets; les soins qu'il convient d'y apporter sont également un peu différents, aussi les étudierons-nous séparément.

1° Courants alternatifs.

On considère généralement les courants alternatifs comme plus dangereux que les courants continus. Cela n'est exact qu'en partie seulement. Les courants alternatifs, il est vrai, en raison de leurs phases successives d'état variable, produisent sur l'organisme une excitation continuellement renouvelée, tandis que les courants continus ne provoquent guère d'excitation qu'au moment de leur fermeture et surtout au moment de leur rupture. L'ébranlement réflexe du système nerveux est, pour cette cause, plus accusé avec les courants alternatifs qu'avec les courants continus; mais les premiers ont l'avantage sur les seconds de ne pas détruire les tissus par électrolyse.

Néanmoins, les accidents provoqués par les courants alternatifs ont souvent entraîné la mort. Parmi beaucoup d'autres, nous nous contenterons de rappeler un des premiers accidents survenus à Paris : le 6 août 1882, deux soldats cherchant à pénétrer dans le jardin des Tuileries, où se donnait une fête, saisirent un conducteur nu transmettant un courant alternatif de 500 volts, destiné à l'éclairage électrique, et furent tués.

Les courants alternatifs peuvent d'ailleurs entraîner la

mort, même avec une tension beaucoup plus faible, ne dépassant guère 120 volts, par asphyxie et syncope consécutives à l'irritation réflexe des centres nerveux. Toutefois, à la suite de recherches expérimentales sur les animaux, dont les résultats ont été confirmés par l'observation d'accidents récents, d'Arsonval a été amené à croire que la mort n'est le plus souvent qu'apparente et que les foudroyés par des courants alternatifs, même de hauts voltages, peuvent être facilement rappelés à la vie au moyen de la respiration artificielle, lorsque celle-ci est pratiquée assez tôt après l'accident¹. Après que la respiration est rétablie, tout danger pour l'existence a à peu près disparu; car les courants alternatifs ne produisent guère de lésions destructives des tissus, si ce n'est parfois des brûlures au niveau des points de contact avec les conducteurs.

La respiration, après avoir été suspendue, peut aussi se rétablir spontanément, ainsi qu'on l'a observé chez le premier supplicié par l'électricité aux États-Unis, bien qu'on eût employé un courant de 1 500 volts dirigé du front au cou pendant 18 secondes. On dut avoir recours à une seconde et même à une troisième application.

Depuis, les électrocutions semblent avoir entraîné plus rapidement la mort; toutefois, suivant d'Arsonval, on serait autorisé à conserver des doutes sur la mort réelle et on pourrait se demander si ces suppliciés n'auraient pu être rappelés à la vie au moyen de la respiration artificielle. Des accidents, dans lesquels les victimes ont reçu des décharges alternatives avec des voltages aussi élevés ou même plus élevés que ceux employés dans les électrocutions et ont pu être rappelés à la vie, plaideraient en faveur de cette opinion. Nous nous contenterons de citer, entre autres, l'accident arrivé, en 1894, à un ouvrier électricien sur une ligne de courants alternatifs; en posant des fils téléphoniques à Saint-Denis, cet ouvrier fut mis accidentellement en contact avec les conduc-

1. D'ARSONVAL. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 4 avril 1887 et 21 mai 1894.

teurs du courant alternatif, de telle façon qu'il reçut, pendant plusieurs minutes au moins, un courant de 4500 volts ayant une intensité de 750 milli-ampères; le courant s'était fermé à travers son corps, entrant par une main et sortant par une fesse en court circuit. Il fut facilement rappelé à la vie au moyen de la respiration artificielle; deux heures après l'accident, il pouvait parler; aucun trouble particulier dû au passage du courant à travers son corps ne s'est manifesté, sauf des brûlures à la main droite et à la fesse¹.

2° Courants continus.

Tandis qu'avec les courants alternatifs l'excitation communiquée à l'organisme et au système nerveux persiste pendant toute la durée de leur passage, avec les courants continus l'excitation n'a lieu qu'au moment de l'établissement du courant et au moment de sa cessation, lorsque celle-ci a lieu brusquement. L'excitation qui se produit ainsi, au moment de la rupture du courant, est même la plus forte; elle est due à l'extra-courant qui prend naissance à ce moment. Avec les courants continus de 100 à 120 volts, généralement employés pour l'éclairage électrique, l'excitation de l'extra-courant de rupture seule présente un danger immédiat pour la vie; le danger est plus grand si, par une cause accidentelle, le courant est interrompu et rétabli plusieurs fois successivement. Toutefois, pendant la durée de leur passage, les courants continus ne restent pas inoffensifs, mais les accidents qu'ils produisent alors sont de nature différente et sont dus à des effets électrolytiques. Ceux-ci acquièrent leur maximum de développement au niveau des points d'entrée et de sortie du courant et donnent lieu à des eschares par destruction chimique des tissus. Au niveau du pôle positif, les eschares sont sèches et dures, analogues à celles produites par des acides; au pôle négatif, elles sont molles, analogues à celles produites par des

1. D'ARSONVAL. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 21 mai 1894.

alcalis. Mais l'action électrolytique, bien qu'atténuée, se continue dans tous les tissus sur le trajet suivi par le courant; aussi, lorsque celui-ci est un peu intense et que son action est un peu prolongée, se produit-il une destruction chimique des tissus qui devient irrémédiable. C'est là un danger spécial dans les accidents provoqués par les courants continus; il est d'autant plus prononcé que le contact entre la victime et les conducteurs se trouve prolongé plus longtemps, les autres conditions restant les mêmes.

B. — TRAITEMENT

1° Traitement des accidents causés par les courants alternatifs.

La conduite à tenir tout d'abord en présence d'un foudroyé par les courants alternatifs est donc la même que celle à tenir auprès d'une victime de la foudre : « Il faut le traiter comme un noyé » et chercher avant tout à rétablir la respiration.

Pour cela on dispose principalement de deux procédés; le procédé des *tractions de la langue*, dû à Laborde, et le procédé ordinaire de *respiration artificielle* par élévation et abaissement rythmés des bras. On peut employer l'une ou l'autre de ces deux méthodes, ou même les associer en les employant l'une après l'autre ou simultanément. Il convient de continuer ces manœuvres pendant un temps assez long, les premières manifestations du retour à la vie pouvant n'apparaître qu'après une demi-heure, une heure, parfois même davantage.

Assez souvent il existe des brûlures, plus ou moins profondes, sur les parties du corps qui étaient en contact avec les fils livrant passage au courant; leur traitement ne présente rien de différent du traitement des brûlures ordinaires.

Assez souvent aussi, surtout lorsque le contact avec le courant a été prolongé quelque temps, il persiste une sensation de brisement, de courbature dans les membres et les parties

du corps soumis à l'excitation tétanisante du courant; elle disparaît peu à peu spontanément; on hâterait sa disparition par le *massage* ou des *frictions*.

Généralement le rôle du médecin se borne à l'application et à l'indication du traitement purement médical; presque toujours la victime de l'accident est dégagée des conducteurs avec lesquels elle s'est trouvée en contact, lorsque le médecin arrive auprès d'elle. Il convient cependant d'exposer en quelques mots les précautions à prendre pour dégager des fils avec lesquels elle peut rester en contact une personne foudroyée par des courants alternatifs¹. Le mieux, s'il est possible, est de faire arrêter le courant à l'usine génératrice ou à un poste de distribution voisin. Si cela demande trop de temps et s'il s'agit d'un fil tombé à terre et resté en contact avec la victime, il faut l'en dégager en ayant soin que, pendant cette opération, le fil ne touche pas une partie nue du corps, la face, les mains, etc. Afin d'éviter pour soi-même tout danger, on écartera le fil avec des objets mauvais conducteurs, par exemple des objets en bois et bien secs, des outils tenus par le manche en bois, etc.

On pourrait prendre aussi la précaution de s'entourer les mains avec des vêtements, de préférence en laine ou en soie, ou à leur défaut en toile ou en coton, et bien secs; il faut aussi qu'ils forment plusieurs doubles de façon que le revêtement protecteur ainsi constitué ait une épaisseur d'au moins 5 millimètres. Les mains devront toujours être ainsi protégées si l'on doit toucher au corps de la victime, et, à plus forte raison, si l'on doit toucher au fil conducteur lui-même. On évitera de saisir la victime par des régions qui peuvent être humides, les aisselles, les mains, etc. Quant au fil, il faut éviter de le prendre avec les deux mains; avec des courants alternatifs de tension assez élevée, un courant dérivé pourrait

1. Voy. : Une circulaire du 19 août 1895, du Ministère des Travaux publics sur les « Secours aux personnes foudroyées par suite de contact accidentel avec les conducteurs d'électricité », circulaire reproduite dans les journaux d'électricité, notamment dans *l'Industrie électrique*, n° du 10 octobre 1895, p. 437.

dans ces conditions être établi par les bras et le corps. Si plusieurs fils sont en contact avec la victime, on n'en prendra jamais qu'un à la fois. Il faut aussi, pendant ces diverses opérations, éviter de reposer sur des points du sol bons conducteurs, sur des plaques métalliques, par exemple, ou sur des rails.

Avec les courants alternatifs, on pourrait encore soustraire la victime à l'action du courant en coupant le fil de chaque côté de son corps; on ne le coupera qu'avec des outils à manches de bois, ou, si on ne dispose que d'outils entièrement métalliques, on ne s'en servira qu'après s'être bien recouvert les mains comme il a été indiqué, ou avec des gants de caoutchouc.

Lorsque la victime est restée suspendue en l'air aux fils qui livrent passage au courant, il faut, avant de faire arrêter celui-ci, prendre les précautions nécessaires pour empêcher qu'elle ne tombe au moment de l'arrêt du courant ou pour empêcher qu'elle ne se blesse en tombant. Si on ne peut faire arrêter le courant, on cherchera à la dégager du contact des fils, en prenant les précautions précédemment indiquées. Si ses mains sont crispées sur les fils, on s'efforcera de les ouvrir, mais le mieux serait de couper le fil ou les fils de chaque côté.

2° Traitement des accidents causés par les courants continus.

Du mécanisme des accidents produits par les courants continus résultent certaines indications particulières. Il faut dégager le plus rapidement possible la victime des contacts qu'elle a pu garder avec le circuit du courant continu. Les précautions qu'il convient de prendre, tant pour la victime elle-même que pour les personnes qui lui portent secours, restent les mêmes, dans leur ensemble, que celles indiquées pour les courants alternatifs. Elles en diffèrent, cependant, sur un point, la manière de faire cesser le courant¹ : dans le

1. Voy. : Circulaire citée.

cas actuel, il faut éviter une rupture brusque du courant, qui donnerait naissance à l'extra-courant de rupture, dont l'excitation est la plus dangereuse, comme nous l'avons vu. Aussi, dans ce cas, ne faut-il pas couper le fil ou les fils qui ont pu rester en contact avec la victime, tandis qu'il y a parfois avantage à le faire avec les courants alternatifs. On se contentera d'écarter doucement les fils, suivant les procédés précédemment indiqués; mieux encore, on fera arrêter le courant, s'il est possible, mais en évitant l'extra-courant de rupture: des dispositions particulières, dans certaines installations, sont prises pour obtenir ce résultat; à leur défaut, on n'arrêterait la machine génératrice qu'en ralentissant progressivement sa vitesse de rotation, ou bien l'on diminuerait progressivement le voltage du courant à l'aide de résistances convenables, graduellement ajoutées, ou par l'établissement de courants dérivés appropriés; mais ces manœuvres ou d'autres encore conduisant au même résultat ne pourront être bien faites que par des personnes familiarisées avec la manipulation des appareils électriques.

Quant aux soins médicaux proprement dits, ils seront les mêmes que dans le cas d'accidents par les courants alternatifs. S'il y a perte de connaissance, trouble ou arrêt de la respiration et de la circulation, on instituera avant tout la *respiration artificielle*. La vie réparée, tout danger n'aura pas toujours cessé, la mort pouvant être la conséquence, à échéance plus ou moins éloignée, des désordres électrolytiques produits dans l'intimité des tissus.

On agira comme il a été indiqué sur les troubles qui peuvent se rencontrer du côté de la sensibilité ou de la motilité. Enfin, on pansera les eschares pour faciliter leur élimination et leur cicatrisation.

VII

Résumé des indications et du traitement.

En résumé, les accidents par l'électricité, qu'ils soient dus à la foudre, à des condensateurs, à des bobines d'induction ou à des machines dynamo-électriques, reconnaissent deux ordres d'action dans le mécanisme des effets produits sur l'organisme.

D'abord, une action directe, entraînant la destruction des tissus, soit mécaniquement (effets disruptifs), soit chimiquement (effets électrolytiques), soit par brûlure (effets calorifiques). Les altérations qui en résultent peuvent être irrémédiables et entraîner la mort, soit en raison de leur étendue, soit en raison de leur siège (lésions des centres nerveux, du bulbe, du cœur, etc.). Dans d'autres cas, elles sont susceptibles de réparation, mais en laissant le plus souvent des cicatrices plus ou moins étendues et plus ou moins profondes.

Le second ordre d'action relève d'un mécanisme indirect ou réflexe, amenant la suspension du fonctionnement des organes par effets inhibitoires. La mort peut en être la conséquence, si cet arrêt des fonctions se prolonge. Le plus souvent ces effets inhibitoires disparaissent peu à peu et la vie renaît, soit spontanément, soit à la suite des manœuvres ayant pour résultat d'entretenir la respiration et la circulation. Aussi, l'indication primordiale, dans les accidents par l'électricité, est-elle de rétablir et d'entretenir la respiration (*tractions de la langue, respiration artificielle*), et la partie principale du traitement peut-elle se résumer en peu de mots dans la formule de d'Arsonval: « *Un foudroyé doit être traité comme un noyé.* »

CHAPITRE VII

TRAITEMENT DES ACCIDENTS CAUSÉS PAR L'AIR COMPRIMÉ

PAR

MAURICE SPRINGER

Chef du laboratoire de physiologie pathologique à la clinique médicale de la Charité.

I

Considérations générales.

A. — SYMPTÔMES

Ils s'observent particulièrement dans certaines professions (scaphandriers) et doivent être divisés en deux catégories : 1° les symptômes apparaissant pendant la compression ; 2° les accidents survenant au moment de la décompression.

1° *Phénomènes dus à la compression.* — Le premier symptôme éprouvé consiste en douleurs d'oreilles qu'on fait disparaître par des mouvements de déglutition. Cependant quelquefois les souffrances deviennent intolérables et la membrane du tympan peut se rompre. La voix est altérée, elle hausse de ton. L'acte de siffler devient impossible à partir de 3 atmosphères. La fréquence des mouvements respiratoires diminue, leur amplitude augmente. Les battements du cœur sont moins nombreux et le pouls révélerait une tension artérielle plus forte. La circulation capillaire est très modifiée, la peau

et les muqueuses pâlisent. La couleur du sang présente une rutilance extraordinaire; le sang veineux de la saignée du bras a l'aspect artériel. La sécrétion urinaire est activée. Quant aux fonctions du système nerveux, elles semblent un peu surexcitées.

2° *Accidents dus à la décompression.* — Leur intensité dépend de deux facteurs : le degré de la pression et la rapidité de la décompression.

Jusqu'à deux atmosphères, on ne constate aucune lésion. Au-dessus apparaissent des démangeaisons cutanées, semblables à celles des piqûres de puces, qui déterminent parfois des douleurs intolérables; elles sont plus communes chez les ouvriers tubistes que chez les plongeurs. Puis surviennent des gonflements douloureux des muscles et des douleurs péri-articulaires. Au-dessus de trois atmosphères se montrent les accidents les plus graves : cécité, surdité, paralysie des membres inférieurs, de la vessie, du rectum, plus rarement des bras; enfin, des troubles centraux : perte de connaissance, trop souvent la mort subite.

Ces accidents ne se manifestent que quelques minutes, quelquefois plusieurs heures après la sortie des caissons ou des scaphandres. Le plus souvent, ils se dissipent au bout de quelque temps; mais il n'est pas rare que la paralysie persiste et se termine par la mort.

De même que pour l'air raréfié, on constate une grande inégalité d'action suivant les individus soumis à la même décompression; tandis que les uns ont des accidents légers et fugaces, les autres sont profondément atteints. Mais ce qui est plus surprenant, c'est que le même ouvrier qui a déjà bravé impunément une pression déterminée puisse être un jour gravement atteint à la même pression.

Ces faits prouvent que, même vis-à-vis des agents physiques, dont l'action devrait être toujours semblable, l'état individuel et les résistances qu'il comporte sont un facteur important, souvent prépondérant.