

La molécule d'hydrogène cède dès lors au contact du charbon la tension positive dont elle est chargée.

Cette théorie est loin d'être sans objections. Ce n'est pas ici le lieu de la discuter, puisqu'elle est classique et enseignée dans les cours et les traités de Physique ; mais nous sommes convaincu que le temps n'est pas éloigné où elle sera remplacée par une explication qui tiendra mieux compte des données récentes de l'électricité et de son assimilation aux phénomènes lumineux et calorifiques. Revenons aux faits d'observation.

Polarisation. — Dans un couple : zinc-charbon-eau acidulée, par exemple, le circuit étant fermé le courant devrait théoriquement persister tant qu'il y aurait du métal à décomposer et du liquide pour accomplir cette décomposition. Pratiquement il n'en est rien et même en maintenant par un procédé quelconque le liquide exciteur à saturation l'énergie du courant ne tarde pas à décroître et à devenir presque nulle si la pile reste fermée en court circuit.

Les causes, car elles sont complexes, de cet affaiblissement ont pris le nom de *polarisation*. La cause la plus énergique de la polarisation est le dégagement d'hydrogène qui se fait au pôle positif. Ce gaz ne se dégage que partiellement, une autre partie reste sur la lame de cuivre ou de charbon en la recouvrant d'une sorte de gaine. Ce dépôt d'hydrogène qui est beaucoup moins conducteur que le liquide, forme évidemment un obstacle au passage du courant et augmente notablement ce qu'on appelle *la résistance* intérieure du couple ; en outre et c'est là un inconvénient encore plus grave, l'hydrogène ainsi déposé tend à s'oxyder de nouveau et à reformer de l'eau acidulée : de cette action chimique naît une nouvelle force électromotrice qui agit en sens contraire de la première et, par conséquent, la diminue ; on l'appelle force contre-électromotrice de polarisation et l'on dit que la pile est polarisée.

Une autre cause est l'impureté du zinc du commerce qui renferme, d'habitude, des traces d'autres métaux. Il en résulte

la formation de courants locaux qui affaiblissent le courant principal s'ils sont en sens contraire.

Enfin, lorsque la pile travaille, le courant la traverse en se dirigeant du zinc au charbon et en traversant le liquide ; au bout de quelque temps de fonctionnement ce liquide n'est plus seulement de l'eau acidulée mais aussi une dissolution de sulfate de zinc. Ce courant agit sur ce corps pour le décomposer en zinc et en acide sulfurique ; de là une dépense d'énergie en pure perte ; en même temps il se fait un transport de molécules de zinc au pôle positif, ce qui détermine un courant secondaire de sens contraire à celui de la pile.

Construction des piles. — Depuis Volta les recherches des électriciens portent sur un même but : constituer un couple dans lequel on évite les causes de polarisation de façon à utiliser toute l'énergie dépensée dans les actions chimiques. Ce but n'est pas commode à atteindre, cependant on ne peut nier que les progrès accomplis depuis la pile de Volta ne soient considérables.

Pour détruire l'hydrogène, cause principale de la polarisation, on a recours à deux procédés, l'agitation du liquide et l'absorption du gaz par un oxydant énergique qui l'oxyde et forme de l'eau ou par un corps qui l'emmagasine.

L'agitation du liquide s'observe dans les piles à écoulement, à insufflation, etc. Les principaux oxydants sont : le sulfate de cuivre, l'acide azotique, le bichromate de potasse, le bioxyde de manganèse, etc. Enfin en recouvrant le pôle positif d'un dépôt pulvérulent de platine dont on connaît l'affinité pour l'hydrogène, on arrive au même résultat (couple de Smée).

Dans toutes les piles (à l'exception toutefois du couple Tommasi-Radiguet charbon-plomb) le métal attaqué est le zinc. Ce métal a de précieux avantages ; il est facilement attaqué par un grand nombre d'acides ou de bases, son prix est peu élevé ; mais l'emploi du zinc du commerce présente des inconvénients considérables ; si l'on monte une pile avec du zinc pur, le métal n'est attaqué que lorsqu'on réunit les pôles

pour obtenir un courant ; lorsque la pile ne fonctionne pas, l'action ne continue que jusqu'à ce que les deux pôles aient acquis une différence constante de potentiel : elle s'arrête ensuite tant qu'on laisse le circuit ouvert. Avec le zinc du commerce les impuretés, et notamment le plomb qu'il contient forment, avec lui, de petits couples locaux qui sont toujours fermés, même lorsque le circuit est ouvert : les courants produits par ces petits éléments ne profitent en rien au courant principal et l'action chimique qui leur donne naissance à ce double inconvénient d'user les zincs très rapidement et de transformer l'eau acidulée en sulfate, ce qui altère très vite la constance de l'appareil. D'autre part le zinc pur est trop coûteux pour être employé dans les piles ; mais on obtient le même résultat en se servant du zinc amalgamé qui reste également inattaqué lorsque la pile est ouverte. (Kemp 1826.)

Le pôle positif est en charbon de cornues, en charbon aggloméré ou en cuivre. Le prix élevé du platine a fait abandonner ce métal dans la construction des piles. Un type de pile (Warren de la Rue) a son électrode positive en argent. Quant au liquide excitateur c'est le plus souvent l'acide sulfurique. Cependant, comme nous allons le voir, certains constructeurs ont utilisé d'autres solutions : chlorhydrate d'ammoniaque, chlorure de zinc, potasse caustique, soude caustique, etc.

Nous allons passer rapidement en revue les différents types de piles qu'il est utile pour l'électrothérapeute de connaître.

Les piles médicales doivent répondre à certaines conditions. La première évidemment est d'être aussi constantes que possible ; la seconde d'être d'un entretien très simple, et d'un transport facile ; la pile qui sous un faible volume et le plus petit poids possible, peut satisfaire à toutes les exigences des applications médicales est la meilleure.

Pour ces raisons, on emploie surtout, en médecine, les piles au sulfate de cuivre, au bichromate de potasse ou de soude, au sulfate de mercure, aux chlorures d'ammonium, de zinc, d'argent. Sauf le couple au sulfate de cuivre qui appartient au

type des piles à deux liquides séparés, l'un excitateur, l'autre dépolarisant, dans tous les autres le corps dépolarisant est soit dissous dans le liquide excitateur, soit solide et accolé à l'électrode positive.

COUPLE DANIELL. — Daniell a obtenu la première pile parfaitement constante par l'emploi du sulfate de cuivre. On dispose ordinairement la pile Daniell de la façon suivante : un vase de verre ou de grès renferme l'eau acidulée dans laquelle plonge un cylindre de zinc amalgamé qui forme le pôle négatif. Au centre, est un vase poreux rempli d'une dissolution saturée de sulfate de cuivre ; on y place comme pôle positif une lame de cuivre. Le courant décompose le sulfate de cuivre ; le cuivre se dépose sur la lame positive et le radical SO_4 se dirige vers le pôle négatif et rencontre l'hydrogène provenant de l'eau acidulée et reforme avec lui de l'acide sulfurique.

Le vase poreux permet une communication suffisante entre les deux liquides sans les laisser se mélanger. La dissolution de sulfate de cuivre s'usant assez rapidement, pour la maintenir saturée on ajoute de temps en temps des cristaux de sel dans le liquide. La force électro-motrice du couple Daniell est 0,935.

Dans le modèle pour l'usage médical, construit par M. Chardin, dérivant du couple Daniell, le zinc est placé au centre et entouré de fleur de soufre fortement tassée, maintenue par un vase poreux en papier à filtre très épais. La lame de cuivre entoure exactement le vase poreux et l'on verse tout autour des cristaux de sulfate de cuivre, puis de l'eau. Le dépôt de cuivre se forme dans le soufre qui le transforme en sulfure l'empêchant de se porter sur le zinc. Chaque couple est fermé hermétiquement.

Dans le modèle imaginé par M. Trouvé, et connu sous le nom de pile humide de Trouvé, chaque élément est formé de deux disques, l'un de cuivre, l'autre de zinc, séparés par une rondelle de papier buvard imbibée de sulfate de cuivre sur la face en contact avec le cuivre, de sulfate de zinc sur celle qui