

tionnelle, au système européen, le poids mort des appareils atteint seulement le quart des appareils à adhérence simple et le rendement net est de 15 % supérieur.

Du fait de ses faibles dimensions, l'appareil est le seul pouvant donner en tunnel un appareil de grande puissance, n'encombrant pas le débouché par ses voies et son gabarit propre. En canal courant, nulle occupation du chemin de halage qui reste libre; sous les ouvrages d'art, nulle nécessité d'augmentation de portée; sur les quais, la voie s'applique comme une simple main courante sur la paroi verticale des parapets, ou sur une voie surélevée au-dessus des bateaux en déchargement (\*).

#### TOUAGE ÉLECTRIQUE SUR CHAÎNE

Le touage électrique sur chaîne jouit des excellents caractères économiques du touage à vapeur sur chaîne. Ses applications sont limitées aux canaux à fort trafic et à longs biefs; et le prix élevé du premier établissement de la chaîne, l'usure de ses maillons sur les roues à empreintes, ont causé souvent des déceptions que l'application ultérieure de l'électricité n'est pas parvenue à réparer complètement. L'abandon des roues à empreintes et la substitution des poulies magnétiques de De Bovet atténuent le dernier de ces défauts autant pour les touages à vapeur que pour les touages sur chaînes.

#### TOUAGE ÉLECTRIQUE SUR CÂBLE

Pour les petits canaux à faible trafic, et là où la présence de bateaux toueurs ne constitue pas une gêne de service, le système du touage sur câble peut produire d'excellents résultats, à condition de ne devoir exercer que de faibles efforts de traction dans des canaux à rayons suffisamment grands.

Dans ces appareils, l'adoption du principe d'adhérence employé en Amérique conduit aux mêmes résultats d'efficacité, de rendement et à la réduction dans une mesure considérable du capital de premier établissement à investir pour la voie.

Pour un tel système, la voie se réduit à un câble souple dont la valeur ne dépasse guère 1 500 francs par kilomètre. Il en résulte que la possibilité d'application de la traction électrique au halage est étendue, par le fait de l'emploi d'un tel système, à des canaux de petit trafic qu'il était impossible de considérer jusqu'à présent comme exploitable mécaniquement.

Une étude économique détaillée du problème de l'électrification des canaux, électrification dont les conséquences directes et indirectes sont considérables pour l'exploitation du canal lui-même, et pour la région industrielle desservie par ce canal, ne peut trouver place dans les limites de ce rapport déjà trop long.

#### CONCLUSIONS.

Il est utile de fixer en termes généraux que, dans l'état présent de la question, en usant de tarifs appropriés aux nécessités commerciales en France, le système allemand du canal de Teltow ne paraît guère applicable en raison de son prix, de sa complication et de son encombrement; que le halage sur rails doubles, tel qu'il est pratiqué dans le Nord, permet l'exploitation de canaux ayant plus de 2 000 000 de tonnes avec la certitude de rémunérer les capitaux engagés, et que ce système a donné des preuves pratiques d'application depuis cinq ans.

Que la traction sur monorail américain permet l'exploitation économique à tarif modéré de tout canal ayant environ

1 500 000 tonnes de trafic, et que la simplicité du système, et son petit encombrement, en font le système par excellence, adaptable en souterrain et sous les ouvrages d'art; enfin que le touage sur câble, basé sur les mêmes principes, mais réduit à des unités de petites forces, permet d'appliquer les avantages de la traction électrique à des canaux ayant au plus 400 000 tonnes de trafic (\*).

Ces données sont évidemment à corriger en fonction des tarifs et en fonction des conditions locales d'établissement et d'exploitation, mais il y a lieu de retenir ce fait que la technique des canaux dispose actuellement de moyens mécaniques permettant l'organisation systématique du halage, la substitution avantageuse de la machine à l'animal de trait, et que cet immense progrès a les conséquences industrielles les plus importantes au point de vue du grand problème économique des moyens de transport,

Les avantages économiques généraux à retirer de l'existence des lignes de distribution de force établies le long d'un canal, pour les populations, ne sont pas moindres :

La diminution des frets, l'augmentation du trafic du canal, la rapidité des échanges, favorisent le développement d'industries nouvelles le long de la voie navigable. Ces industries utilisent les lignes de force préexistantes, et par une répercussion économique bien connue, le prix de l'électricité sur de tels réseaux tend à diminuer par la meilleure utilisation des puissances installées.

L'importance économique de l'établissement du halage électrique est donc considérable, puisqu'il tend à faciliter l'établissement de centres de production électrique à bon marché, au bénéfice de la généralité.

### APPLICATION DES TURBINES A VAPEUR AUX STATIONS CENTRALES D'ÉLECTRICITÉ

Rapport de M. de MARCHENA  
ingénieur en chef de la Compagnie Thomson-Houston

L'application des turbines à vapeur à la commande directe des dynamos ne date vraiment que de quelques années; mais, dans ce très court laps de temps, elle a pris un développement extraordinaire qui constitue certainement le fait le plus saillant de l'industrie électrique durant cette période.

A l'heure actuelle, pour ne citer que les types les plus en vogue, il y a en exploitation, ou en cours de construction environ :

600 000 kilowatts en turbines Parsons;  
600 000 kilowatts en turbines Curtis;  
100 000 kilowatts en turbines Zoelly;

et cependant ces deux derniers types sont relativement récents, puisqu'elles n'ont paru sur le marché: les turbines Curtis qu'en 1902, et les turbines Zoelly qu'en 1903.

Le mouvement en faveur des turbines à vapeur est si général, et leurs avantages sont si universellement reconnus, et hors de toute discussion, qu'à l'heure actuelle on ne concevrait plus guère de grande station génératrice constituée autrement qu'avec ces appareils.

La principale difficulté qu'a rencontrée, à ses débuts, la turbine à vapeur résidait dans les vitesses élevées de rotation auxquelles leur emploi conduisait. Cette difficulté a été résolue par l'emploi des expansions plus ou moins multipliées, permettant de réduire considérablement les vitesses d'écoulement de la vapeur, et par suite les vitesses périphériques qui leur sont étroitement liées.

Ces expansions sont surtout nombreuses dans les types de turbines plus anciens, tels que les turbines Parsons, dans lesquelles on est ainsi arrivé à réduire les vitesses

(\*) Association internationale permanente des congrès de navigation. 10<sup>e</sup> Congrès. Milan 1905. Étude économique et technique de la traction mécanique des bateaux sur les fleuves, canaux et lacs. Rapport de M. M. St-John Clarke, ingénieur conseil à New-York, et Léon Gérard, ingénieur, ancien président de la Société Belge des électriciens

(\*) Ces chiffres sont établis en admettant pour le kilowatt-heure le prix de 0 fr. 10.

périphériques à des valeurs relativement modérées (40 à 50 mètres environ).

Mais les progrès de la métallurgie, en mettant à la disposition de l'industrie des métaux plus résistants, ont permis d'aller beaucoup plus loin, sans inconvénients, dans la voie des vitesses périphériques ; dans les turbines Curtis, ces vitesses périphériques atteignent 110 à 120 mètres par seconde, ce qui a permis de réduire à 3 ou 4 le nombre des expansions, et à 8 ou 9 le nombre des roues mobiles.

Dans les turbines Zoelly et Rateau, le nombre de roues est également très inférieur à celui des turbines Parsons, et ne dépasse pas, en général, 12 à 14.

Toutefois, les vitesses de rotation sont restées élevées, et cette tendance ne fera probablement que s'accroître pour des raisons d'ordre économique et de concurrence commerciale, le coût des turbines, comme cela est naturel, diminuant considérablement, au fur et à mesure que la vitesse de rotation augmente.

Cette vitesse est actuellement, pour la plupart des types en usage :

D'environ 3 000 tours pour les puissances inférieures à 500 chevaux ;

De 1 500 tours pour les puissances de 1 500 à 2 000 chevaux ;

De 1 000 tours pour celles de 3 à 4 000 chevaux ;

De 750 tours pour celles de 6 000 chevaux et au-dessus.

Ces vitesses élevées ont quelques conséquences restrictives pour ce qui concerne l'emploi des turbines à vapeur ; elles ne se prêtent pas avantageusement à l'établissement des dynamos à courant continu, principalement des dynamos à faibles voltages (125 ou 250 volts). Toutefois, l'emploi des pôles auxiliaires de commutation a déjà permis d'atténuer sensiblement les difficultés qui en résultaient pour la commutation des dynamos à collecteur, et celui des machines unipolaires actuellement à l'étude peut faire espérer leur suppression complète.

Nous devons ajouter d'ailleurs, qu'il n'y a pas lieu de croire beaucoup au développement de la machine à courant continu à basse tension comme unité constitutive des stations centrales de l'avenir. La tendance actuelle, qui vise à la concentration de la puissance génératrice dans de très grandes stations, est entièrement opposée à ce développement, ces stations doivent forcément, pour se trouver dans des conditions favorables au point de vue de leur alimentation d'eau et de charbon et de leurs facilités d'extension, être situées à distance des centres de distribution de lumière et de force motrice, et par suite ne peuvent comporter que des unités à haute tension pour lesquelles le courant alternatif s'impose.

Toutefois, même pour le courant alternatif, les vitesses élevées constituent une certaine gêne en limitant étroitement les fréquences et les puissances d'unités qu'il est possible d'adopter. Cette gêne est d'autant plus grande que la fréquence est plus basse et les puissances plus faibles.

Prenons, par exemple, le cas d'une fréquence de 25 périodes :

Deux seules vitesses apparaissent comme possibles : 1 500 et 750 tours.

Il en résulte, qu'avec cette fréquence, il n'est guère facile de réaliser, dans de bonnes conditions, des unités de moins de 1 200 à 1 500 chevaux, ni des unités de puissance intermédiaire entre 2 000 et 5 à 6 000 chevaux.

Avec la fréquence de 50 périodes, les choses se présentent mieux, les vitesses de 3 000 et 1 000 tours devenant possibles, et permettant de réaliser, dans de bonnes conditions, une série de puissances beaucoup plus continues, à partir de 500 chevaux.

D'autres part, un type de turbines une fois créé ne pourra nullement se prêter à toutes les fréquences : par exemple, un type de turbines à 3 000 ou 1 000 tours ne pourra guère

être employé qu'avec des alternateurs à 50 périodes ou de fréquences supérieures.

Un type de turbines à 1 500 tours ne pourra guère se prêter qu'aux fréquences de 25 et 50 périodes ; à 750 tours, qu'aux fréquences, 25, 38 et 50 périodes, et ainsi de suite.

Toutefois, cet inconvénient ne nous paraît pas devoir gêner beaucoup le développement futur des turbines à vapeur, et nous pensons qu'il aura plutôt comme conséquence une unification encore plus étroite que par le passé des fréquences adoptées, fréquences qui, en Europe du moins, se limiteront presque exclusivement aux fréquences de 25 et 50 périodes.

À côté de ces petits inconvénients, dont il n'y a pas d'ailleurs lieu d'exagérer l'importance, les turbines à vapeur présentent de nombreux et décisifs avantages pour la constitution des grandes stations centrales.

Nous résumerons rapidement ces avantages, dont la plupart sont déjà bien connus et ne sont plus guère discutés.

### 1° Possibilité de constituer des unités de très grande puissance.

Avec les turbines à vapeur on a pu arriver facilement à constituer des unités de 10 et même de 15 000 chevaux qui eussent été à peu près irréalisables au moyen de machines à pistons.

Ces puissantes unités sont de plus en plus désirables dans les plus grandes stations centrales modernes, dont la puissance totale augmente constamment, et a fréquemment dépassé 100 000 chevaux.

### 2° Grande élasticité de puissance.

Les groupes turbo-générateurs se prêtent facilement aux fortes surcharges momentanées. Cette facilité est particulièrement grande pour les turbines à admission partielle du genre des turbines Curtis, et elle n'est généralement limitée que par la capacité propre de surcharge du générateur électrique.

Par suite de la suppression de tous efforts dus à des mouvements alternatifs, et du fait que la fatigue principale provient de la force centrifuge, et que les aubages ne sont soumis, sous l'action de la vapeur, qu'à des efforts insignifiants, ces surcharges peuvent être soutenues d'une manière prolongée sans aucun inconvénient en ce qui concerne la turbine elle-même, et cette durée n'est guère limitée que par l'échauffement de la dynamo.

Il faut enfin ajouter que ces surcharges peuvent être généralement développées dans de bonnes conditions économiques, surtout quand les appareils de condensation sont établis d'une manière suffisamment large.

### 3° Faibles dépenses d'exploitation.

Avec un bon vide, la consommation de vapeur des turbines peut maintenant se comparer à celle des meilleures machines à pistons à double et triple expansion de puissance comparable.

On arrive couramment, avec un vide de 92 à 93 % et une surchauffe de 75 à 100° C., à une consommation à pleine charge inférieure à :

7 k. 75 de vapeur par kwh., pour les groupes tournant à 1 500 tours.

7 k. 25 de vapeur par kwh., pour ceux tournant à 1 000 tours.

6 k. 75 de vapeur par kwh., pour ceux tournant à 750 tours.

Dans les bons types de turbines, ces consommations varient peu avec la charge et restent les mêmes à 5 % près depuis la demi-charge jusqu'à 50 % de surcharge.

La zone de fonctionnement économique est ainsi très étendue, et cette circonstance, jointe à la grande élasticité de puissance des turbines, fait que l'on peut, sans inconvénients, constituer les usines génératrices avec un nombre

d'unités sensiblement moins grand, même quand elles ont à développer des puissances très variables, comme c'est le cas des stations alimentant les réseaux de force et de lumière.

Il ne faut, en outre, pas perdre de vue que par suite de l'absence de toute usure, les consommations de vapeur des turbines ne se modifient pas avec le temps et ne dépendent pour ainsi dire pas de la surveillance ou de l'habileté du personnel de conduite. Comme l'expérience l'a d'ailleurs surabondamment démontré, les chiffres trouvés aux essais se trouvent en service courant, ce qui est loin d'être le cas avec la plupart des types de machines à vapeur.

D'autre part, la consommation de graissage est excessivement faible, et ne dépasse guère 2 à 3 % des dépenses de combustible, alors qu'avec les machines à piston, surtout à vapeur surchauffée, elle atteint et dépasse fréquemment 10 à 12 %.

La conduite des turbines à vapeur est des plus faciles, et ne nécessite pour ainsi dire pas d'autre surveillance que celle des appareils auxiliaires, et en particulier des appareils de condensation. Le personnel affecté à cette conduite peut donc être très restreint.

L'économie qui en résulte est encore accrue par le fait que la puissance des unités pouvant être beaucoup augmentée, leur nombre peut être diminué en proportion.

Enfin, les dépenses d'entretien sont des plus minimales, l'usure étant pour ainsi dire négligeable grâce à la suppression de tous efforts et de tous frottements.

L'expérience a montré que, malgré les vitesses élevées de la vapeur, il ne se produisait aucune usure appréciable ni des organes distributeurs ni des roues motrices ; l'entretien se réduit donc pratiquement à celui des coussinets et des diverses garnitures.

Il y a lieu d'ajouter que la suppression de tous frottements rendant inutile tout graissage intérieur, la vapeur condensée est tout à fait pure, et peut être employée sans inconvénients, après sa condensation dans des condenseurs à surface, à l'alimentation des chaudières.

Celles-ci restent dès lors toujours propres intérieurement et il en résulte pour elles, non seulement une augmentation de rendement, mais aussi une sensible diminution d'entretien et d'indisponibilité pour nettoyages.

En tenant compte de ces divers éléments, on peut estimer en moyenne à 20 ou 25 % l'économie que l'emploi judicieux des turbines à vapeur peut permettre de réaliser sur les frais de production de l'énergie électrique ; cette économie tend à s'accroître au fur et à mesure qu'augmente l'importance des unités et à diminuer au contraire avec celle-ci. Elle disparaît en grande partie pour les puissances inférieures à 500 chevaux.

#### 4° Faibles dépenses de premier établissement.

Le coût des groupes turbo-générateurs est sensiblement inférieur à celui des autres machines thermiques. A l'heure actuelle, il oscille, pour les diverses puissances, entre 130 et 180 francs le kilowatt, ce qui présente un écart d'au moins 20 à 25 % par rapport aux machines à vapeur à piston perfectionnées, à quatre distributeurs, type compound, ou à triple expansion de puissance égale et de consommation comparable. Cet écart ne fera vraisemblablement qu'augmenter dans l'avenir, au fur et à mesure que l'extension des débouchés permettra de réduire les prix de revient des turbines et d'amortir les frais d'études et d'outillages nécessités par ces machines encore relativement nouvelles.

D'ailleurs, l'économie réalisée grâce à l'emploi des turbines est bien loin de se borner au coût des machines elles-mêmes.

Grâce à leur encombrement très réduit, l'importance et le prix des bâtiments par unité de puissance sont très considérablement diminués, principalement avec les turbines à axe vertical. La superficie des salles des machines peu-

aisément être réduite au tiers et même au quart de ce qui serait nécessaire avec des machines à piston, et les dépenses de fondation au dixième. Par suite de la réduction des encombrements, les tuyauteries de vapeur, les connexions électriques, les aménagements intérieurs des bâtiments, et enfin les terrains et emplacements nécessaires subissent des réductions correspondantes.

En tenant compte dans un devis exact de tous ces divers éléments, on reconnaîtra dans la plupart des cas que l'économie réalisée sur les frais de premier établissement, grâce à l'emploi des turbines à vapeur, sera rarement inférieure à 20 % et pourra même atteindre 30 % pour les usines très importantes.

Ces avantages, auxquels viennent s'ajouter beaucoup d'autres de moindre importance, justifient amplement la vogue générale dont jouissent les turbines à vapeur et expliquent le développement rapide qu'elles ont pris en si peu de temps.

#### Comparaison entre les différents types de turbines.

Cette comparaison est, à l'heure actuelle, encore quelque peu téméraire, les différents types de turbines étant encore dans la période d'évolution et de perfectionnement, et les bases d'appréciation comparative n'étant pas encore suffisamment abondantes.

Toutefois, un fait paraît déjà à peu près acquis : c'est que les différents systèmes de turbines se valent, ou à peu près, au point de vue de la consommation de vapeur, et que les écarts constatés dans un même type suivant le tracé plus ou moins judicieux des aubages, l'exécution plus ou moins parfaite et suivant les conditions plus ou moins favorables de pression de vapeur, de surchauffe et de vide, sont beaucoup plus sensibles que ceux trouvés en passant d'un type à un autre également bien établi. La comparaison attentive des résultats qui ont été publiés sur les essais de turbines Parsons, Zoelly et Curtis est tout à fait probante à cet égard.

La préférence doit donc être dictée, non par la question de consommation de vapeur, mais plutôt par des considérations basées sur la simplicité et sur la solidité de la construction, sur la sécurité du fonctionnement et la facilité de l'entretien.

A ce point de vue, les turbines à action (du genre des Curtis et les Zoelly) paraissent présenter des avantages sérieux, grâce à la suppression des poussées axiales et des pistons compensateurs qui en sont la conséquence, grâce à leur moins grand nombre de roues motrices et à leur constitution plus robuste, grâce enfin aux jeux plus grands dans le sens radial entre les parties fixes et les parties mobiles, jeux suffisants pour écarter tous inconvénients dus aux différences de dilatation et pour en permettre la mise en marche et l'arrêt sans aucune précaution et sans réchauffage prolongé.

Parmi les turbines à action, les turbines Curtis se distinguent par leur disposition verticale. Cette disposition a été trouvée d'abord très originale et a fait l'objet de très vives critiques. Cependant, elle était employée depuis longtemps avec plein succès pour les turbines hydrauliques à basse chute, et elle tend même à s'employer, à l'heure actuelle, pour les turbines hydrauliques à haute chute, de très grande puissance, tournant à grande vitesse. Cette disposition supprime toute difficulté d'alignement et de graissage des paliers, et l'expérience a montré (comme on pouvait d'ailleurs facilement s'y attendre) que le bon fonctionnement du pivot était très facile à réaliser, aussi bien avec le graissage à l'eau sous pression qu'avec le graissage à huile, et était pour le moins aussi sûr que celui des paliers des turbines horizontales.

Cette disposition semble particulièrement avantageuse pour les grandes puissances ; elle se combine heureusement avec l'établissement de condenseurs à surface ou à mélange établis dans la base même de la machine, dans

les meilleures conditions pour l'écoulement direct et sans perte de charge de la vapeur à condenser, et elle permet de réduire à la dernière limite l'encombrement occupé.

Avant de quitter ce sujet, il est bon de remarquer que la disposition verticale n'est guère réalisable qu'avec les principes sur lesquels sont basées les turbines Curtis : très petit nombre de roues de grande vitesse périphérique et, par suite, de grand diamètre, conduisant à une grande largeur diamétrale et à une faible dimension longitudinale, et permettant de donner aux machines une assise et une stabilité qu'il serait très difficile de réaliser avec les proportions admises pour les turbines genre Parsons ou Zoelly.

*Meilleures conditions à réaliser pour l'établissement des turbines à vapeur.* — Les turbines à vapeur ne réalisent tous leurs avantages économiques qu'en marchant à condensation avec un très bon vide.

Alors qu'un vide de 85 % suffit très bien aux machines à piston, il ne faut pas réaliser moins de 90 % avec les turbines, et il est même préférable d'atteindre 93 à 94 %. D'une manière générale, on aura presque toujours intérêt à réaliser un vide aussi élevé que le permettront la température et la quantité d'eau de condensation dont on disposera.

Ce fait se comprend d'ailleurs aisément, puisqu'à l'inverse des machines à piston, les turbines utilisent la détente totale de la vapeur jusqu'à la pression du condenseur (1) ; en outre, la plus grande raréfaction de la vapeur doit conduire à une certaine diminution du frottement des roues motrices dans le fluide ambiant, principalement aux derniers stades.

En chiffres ronds, on a constaté une réduction dans la consommation de vapeur d'environ 1 % par centième d'atmosphère de diminution de la pression d'échappement, et une augmentation encore plus marquée pour la puissance développée, dans les mêmes conditions d'admission.

D'autre part, l'utilisation pour l'alimentation des chaudières de l'eau distillée et absolument pure, provenant de la condensation des turbines, est une très précieuse faculté.

On a été ainsi conduit, dans la plupart des cas et sauf de rares exceptions, à l'emploi de condenseurs à surface du type à contre-courants desservis au moyen de pompes à air sec ou de pompes à air humide (généralement du type Edwards).

La surface réfrigérante des condenseurs est généralement prise de 0 mq 25 à 0 mq 35 par kilowatt de puissance, et quant au débit le plus favorable pour l'eau de circulation, il dépend des conditions dans lesquelles elle est obtenue, c'est-à-dire suivant qu'elle doit être puisée à plus ou moins grande profondeur, et suivant qu'elle est empruntée à une source d'eau courante ou à un réfrigérant.

Toutefois, ce débit ne tombe guère au-dessous de 350 litres par kilowatt et il est souvent poussé jusqu'à 600 litres.

Nous devons ajouter que depuis l'apparition des turbines à vapeur, de grands progrès ont été apportés à l'établissement des appareils de condensation, et il est probable qu'ils s'accroîtront encore dans l'avenir.

Les hautes pressions d'admission et une surchauffe notable sont favorables au fonctionnement des turbines à vapeur, comme ils le sont pour celui des machines à vapeur (quoique, peut-être, à un degré un peu moins marqué).

(1) Avec les machines à vapeur on sait qu'il est pratiquement impossible d'utiliser cette détente totale jusqu'à un vide de 93 à 94 0/0, car on arriverait à des dimensions de cylindres inacceptables, d'où résulteraient un prix très élevé et des pertes par frottement exagérées.

Dans les turbines, au contraire, le volume de vapeur admis n'intervient que pour les sections d'orifice, et on peut pousser la détente et le vide aussi loin que possible en utilisant d'une manière efficace l'énergie correspondant à cette détente.

Les essais faits sur les différents types de turbines ont permis de constater une économie à peu près uniforme de 1,5 à 2 % par dix degrés centigrades de surchauffe.

En tenant compte de tous les éléments en présence, une surchauffe à l'admission de la turbine de 75 à 100 degrés centigrades paraît constituer les conditions de fonctionnement les plus avantageuses.

Cette surchauffe n'offre, d'ailleurs, aucun inconvénient par suite de la suppression de tout graissage intérieur et, pour les turbines à action du moins, elle ne donne pas lieu à des difficultés du fait de la dilatation.

## L'Accumulateur Mouterde

L'accumulateur est un réservoir d'électricité ; il est d'une absolue nécessité dans la plupart des applications électriques : Mais cet appareil, malgré sa simplicité apparente, était hérissé de difficultés d'ordre physique, chimique et mécanique.

La nécessité des accumulateurs explique les nombreuses tentatives qui ont été faites pour arriver à un appareil pratique et bon marché.

La plupart des accumulateurs existant sont calqués sur la vieille disposition à plaques ; mais l'expérience a démontré que, sous cette forme de plaques, les électrodes tendent toujours à se gauchir et à se mettre en faux contact les unes avec les autres, ce qui amène la perte de l'appareil. D'autre part, la disposition à plaques entraîne l'obligation d'un vaisseau, ou bac en verre, pour contenir l'électrolyte, et aussi quantité d'accessoires en verre, tubes, séparateurs, etc. Le prix de l'accumulateur est de ce fait surchargé par l'obligation de ces accessoires fragiles, coûteux, encombrants et inutiles au fonctionnement réel de l'appareil.

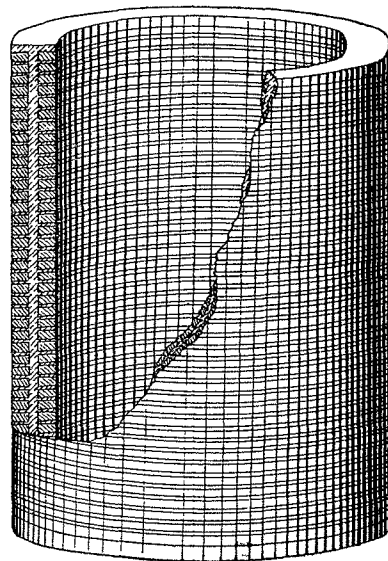


FIG. 1.

Mais, de ce que les accumulateurs à plaques n'ont pas donné les bons résultats que l'on en attendait, il ne faut pas déduire de cela que le problème soit insoluble ; l'expérience a clairement démontré les défauts qu'il fallait supprimer et les points qu'il fallait perfectionner.

Nous donnons ci-après la description d'un nouveau système d'accumulateur dans lequel la disposition à plaques est supprimée : les électrodes sont formées par des surfaces cylindriques concentriques. Ce nouveau système présente des garanties incontestables de solidité, d'endurance et de bon rendement, qui manquent aux anciennes plaques.

Nous remarquons aussi, dans cet appareil, la suppression de tous les accessoires en verre qui grèvent le prix des accumulateurs à plaques.

Les praticiens connaisseurs apprécieront le bien fondé des principes qui ont servi de base à l'étude et à la construction de cet appareil et reconnaîtront les avantages exceptionnels qu'il représente comparativement à leurs devanciers.