

DOCUMENTATION

Huiles et Graisses industrielles⁽¹⁾

Valeurs et utilisation des caractéristiques — Les essais physiques, chimiques et mécaniques des lubrifiants

CHAPITRE PREMIER

Introduction

Les lubrifiants utilisés dans l'industrie, et en particulier les huiles de graissage, peuvent être très différents les uns des autres, tant au point de vue nature, c'est-à-dire composition chimique qu'au point de vue propriétés physiques, et l'on s'est efforcé de définir des caractéristiques et des méthodes d'essai ayant pour objet d'identifier ces lubrifiants et de les classer ou, d'une façon plus générale, de guider le choix de l'utilisateur. Les méthodes d'essai sont devenues de plus en plus nombreuses au fur et à mesure que se perfectionnait la technique industrielle, c'est-à-dire en même temps que les conditions de fonctionnement des machines devenaient de plus en plus sévères. On peut cependant les classer en trois catégories : essais physiques, chimiques et mécaniques.

La présente étude a pour but de rechercher la conclusion rationnelle qu'il est logique de tirer de chacun de ces essais. Nous traiterons en premier lieu des essais des « huiles de graissage » et examinerons ensuite la question des « graisses consistantes ».

Nous ne nous arrêterons qu'incidemment sur la description des appareils de mesure employés, ou sur le détail des définitions, ces notions se trouvant facilement dans les ouvrages spéciaux.

* * *

Etant donné la grande variété de lubrifiants existants sur le marché, il est bien évident que pour chaque application on devra rechercher celui qui convient au service auquel il est destiné.

Nombre d'usagers ont cru pouvoir résoudre la question en établissant un cahier des charges spécifiant certaines caractéristiques physiques ou chimiques auxquelles devra répondre le produit demandé.

Le choix des produits à proposer pour répondre aux demandes de soumission est ainsi forcément limité :

1^o par des considérations d'ordre technique : nécessité de proposer un produit ayant les caractéristiques données (ce qui est souvent impossible même pour un fournisseur ayant une gamme très étendue de lubrifiants, car on trouve parfois dans certains cahiers des charges la spécification de caractéristiques incompatibles) ;

2^o par des considérations d'ordre commercial.

Le but que se propose l'acheteur en exigeant certaines caractéristiques est évidemment d'obtenir des produits donnant satisfaction pour un usage déterminé, c'est-à-dire permettant un graissage efficace et économique.

(1) D'après le *Bulletin technique*, n^o 5, 1928, de la Vacuum oil Company S. A. F.

Or, le premier point a pour conséquence directe d'éliminer d'emblée de la proposition à remettre à l'acheteur tout produit ayant des caractéristiques différentes de celles imposées *même si l'expérience antérieurement acquise a prouvé que celui-ci conviendrait mieux que tout autre à l'usage auquel il est destiné.*

Lorsque le fournisseur aura ainsi circonscrit son choix pour se conformer aux exigences de l'acheteur, le second point sera alors considéré et pour conserver quelques chances de succès, *il se verra dans l'obligation de proposer des produits de qualité secondaire vendus à un prix suffisamment bas.*

Ces deux considérations lui permettront de garder l'espoir de devenir fournisseur, mais est-il sûr que dans ces conditions les intérêts même de l'usager auront été respectés !

On peut presque toujours répondre par la négative et surtout si les huiles à approvisionner sont destinées à des organes de machines soumettant le lubrifiant à des régimes sévères.

D'autre part, un des principaux défauts d'un cahier des charges (en dehors du fait signalé ci-dessus qu'il contient souvent l'imposition de caractéristiques incompatibles) est de donner à chacune d'elles la même importance, alors que bien souvent certaines n'ont pour un usage déterminé qu'un intérêt discutable, sinon absolument nul. Quel avantage retirera-t-on par exemple en spécifiant un point d'inflammabilité de 204^o pour une huile à transmissions ! Il est bien évident que dans ce cas le point d'inflammabilité est une caractéristique secondaire et ne devrait qu'accessoirement entrer en ligne de compte, pour contrôler la régularité des livraisons par exemple. Une indication approximative suffirait. Chacun admettra que dans l'exemple que nous venons de prendre, d'autres caractéristiques que le point d'inflammabilité seront infiniment plus importantes. Ceci nous amène donc à examiner les diverses caractéristiques généralement mentionnées dans les cahiers des charges ou utilisées dans la technique industrielle moderne et à rechercher leurs relations avec l'efficacité réelle du graissage, ou pour créer un terme faisant image avec ce qu'on pourrait appeler le « coefficient de valorisation » d'un lubrifiant.

* * *

Bien que les travaux modernes et les recherches faites à l'heure actuelle dans de nombreux pays sur les lubrifiants et leur mode d'action aient introduit des hypothèses nouvelles ayant conduit différents expérimentateurs à l'étude et à la mesure de propriétés intéressantes à connaître, nous nous limiterons dans l'étude critique qui va suivre à l'examen des caractéristiques généralement envisagées, c'est-à-dire celles qu'on considère à l'heure actuelle comme permettant d'identifier et de « valoriser » un lubrifiant et pour la détermination desquelles il existe des appareils de mesure que possèdent la plupart des laboratoires.

CHAPITRE II

Huiles de graissage

1^o *Essais physiques.* — *Couleur.* — Il s'agit d'une façon générale de la couleur que présente une huile par transparence ; les huiles minérales sont en outre fluorescentes, c'est-à-dire, présentent des couleurs différentes à la lumière réfléchie.

Ces caractéristiques peuvent être utilisées pour examiner rapidement un lubrifiant sur la nature duquel on a des doutes, et la fluorescence en particulier permet de distinguer les huiles minérales des huiles organiques.

Une opinion très souvent admise, serait que la coloration des huiles est due à la présence d'hydrocarbures non saturés ; or, ceux-ci paraissent avoir une influence directe sur certaines propriétés des huiles et en particulier sur leur stabilité chimique et leur valeur lubrifiante.

En fait, d'après Gurwitsch, la nature chimique des substances qui sont cause de la fluorescence des huiles, n'est pas encore suffisamment éclaircie.

D'après Ascher, il faut se garder du préjugé très répandu d'après lequel le pouvoir lubrifiant de l'huile sera d'autant meilleur que le raffinage lui aura donné une couleur plus claire. C'est une lourde erreur. Le raffinage trop intensif de l'huile lui enlève les composants les plus propres à la lubrification.

L'opinion d'Ascher est d'ailleurs confirmée par M. Trillat : « L'huile n'est pas d'autant meilleure qu'elle est plus claire, car un raffinage intensif risque d'enlever une partie des composés non saturés et très actifs qui sont très propres à la lubrification » (1).

La nécessité de créer une gamme très étendue de lubrifiants en vue de n'utiliser dans chaque cas de graissage que des produits parfaitement appropriés conduit donc à modifier, au cours du raffinage, telle ou telle propriété de l'huile, et par conséquent, à agir en particulier sur le pourcentage en hydrocarbures saturés.

Si l'on veut par exemple, obtenir une huile à turbines, c'est-à-dire, un produit stable, malgré l'influence des agents oxydants en présence desquels il se trouve continuellement, on pourra laisser subsister les hydrocarbures saturés, mais éliminer au cours du raffinage presque tous les hydrocarbures non saturés.

Au contraire, si on cherche à obtenir un lubrifiant destiné à assurer un graissage à huile perdue, la question stabilité des composants n'aura qu'une importance secondaire et le produit obtenu par le raffinage peut, sans inconvénient, en contenir un certain pourcentage qui lui donnera un pouvoir lubrifiant plus élevé.

Bien entendu, nous faisons allusion ci-dessus à la couleur naturelle de l'huile, c'est-à-dire à celle qu'aurait le produit après raffinage mais sans avoir subi l'action d'un procédé destiné à en changer artificiellement l'aspect. En effet, la couleur du produit raffiné peut être modifiée grâce à l'emploi de certaines matières filtrantes décolorantes.

Le processus suivant lequel ces matières filtrantes agissent sur la couleur des huiles a donné lieu à de nombreuses discussions. D'après les uns, l'action est purement physique, d'après les autres au contraire, elle est de nature chimique. En réalité, il semble d'après l'observation des faits qu'on soit en présence d'un phénomène complexe à la fois physique et chimique.

Quoi qu'il en soit, on s'accordera à dire que les raffineurs

devront procéder avec une grande prudence à la décoloration des huiles au moyen de matières décolorantes, étant donné qu'en l'état actuel de nos connaissances, tout porte à penser que les qualités lubrifiantes de l'huile sont modifiées au cours de cette opération.

De toutes manières, il ne peut être question de se baser sur la couleur pour choisir une huile capable de satisfaire à certaines conditions de service déterminées.

Quand il s'agit d'un lubrifiant connu, en cours d'utilisation, la couleur est intéressante à noter, car une altération de l'huile (commencement de décomposition ou oxydation) se manifeste généralement par une teinte plus foncée que la couleur originale.

En même temps, dans un cas semblable, la limpidité est également intéressante à observer, car un trouble de l'huile peut-être un indice de la présence d'impuretés, par exemple d'eau finement divisée, et par conséquent d'un manque de soins dans le traitement du lubrifiant. Une mauvaise limpidité peut aussi permettre de déceler un manque de précautions dans le transport, le magasinage ou la manipulation.

En résumé, l'intérêt de la couleur d'une huile réside surtout dans le fait qu'elle reste constante d'une livraison à l'autre et permet de vérifier que le traitement du produit de base a été fait dans les mêmes conditions.

Densité. — Nous pouvons répéter de la densité ce que nous avons dit de la couleur, c'est-à-dire qu'elle n'a aucun rapport avec les propriétés lubrifiantes, ni avec l'appropriation d'une huile à un service déterminé. Des huiles destinées à des emplois complètement différents peuvent avoir des densités très rapprochées.

Nous choisirons trois exemples probants parmi nos marques :

Gargoyle Cylinder Oil Extra Hecla, huile de qualité supérieure destinée au graissage des cylindres de machines à vapeur dans le cas d'une surchauffe supérieure à 315° C, a une densité de 0,910.

Gargoyle Oil Etna Heavy Medium, qui est également une huile de qualité supérieure, mais destinée en particulier au graissage des mouvements de machines et transmissions, a également une densité de 0,910.

Une huile noire de qualité très ordinaire, ne se prêtant qu'à des graissages grossiers, tels que celui des wagonnets de mines, a une densité de 0,911.

De plus, contrairement à ce qu'on serait tenté de croire, la densité ne donne aucune indication sur la viscosité d'une huile. Nous n'en voulons prendre comme preuve que les densités respectives d'une même série d'huiles comparées à leurs viscosités :

MARQUE	Densité	Viscosité Engler à 50° C.
Gg. D. T. E. Oil BB	0,905	12,7
Gg. D. T. E. Oil Extra Heavy.....	0,905	8,5
Gg. D. T. E. Oil Heavy.....	0,905	5,8
Gg. D. T. E. Oil Heavy Medium	0,905	5,6

D'ailleurs, si l'on examine les propriétés des hydrocarbures des différentes séries susceptibles d'entrer dans la composition des pétroles, on observe que deux hydrocarbures de même densité peuvent avoir des compositions chimiques entièrement différentes et des points d'ébullition très distants l'un de l'autre. Par exemple, le cyclobutane C⁴ H⁸ et l'heptane C⁷ H¹⁶ ont la même densité 0.700, mais le premier bout à 11° C, c'est-à-dire

(1) Cf. Les lubrifiants, leur origine, leurs propriétés et leurs emplois, par M. Jean Trillat, *Science et Industrie*, n° 169, février 1928 (page 67).

passé de l'état liquide à l'état gazeux à cette température, tandis que le second bout à 98° C, c'est-à-dire à une température d'ébullition très voisine de celle de l'eau.

Nous sommes donc en droit de conclure de ce qui précède que le seul usage qu'on peut faire raisonnablement de la densité est d'aider à l'identification d'une huile d'origine connue dont la marque exacte a été effacée ou oblitérée.

Viscosité, fluidité, onctuosité. — La viscosité peut être considérée comme dérivant de la plus ou moins grande attraction mutuelle des molécules, ou, en d'autres termes, des forces internes de cohésion s'exerçant au sein du liquide. Comme chacun sait, la fluidité est la propriété inverse de la viscosité.

La caractéristique utilisée d'une façon pratique et courante est une « viscosité commerciale » déterminée au moyen d'appareils comportant un ajutage calibré au travers duquel on fait s'écouler le liquide. On mesure donc en somme au moyen de ces appareils la résistance à l'écoulement du lubrifiant considéré dans des conditions de pression et de température déterminées.

Les appareils de laboratoire utilisés sont les viscosimètres Engler, Redwood, Saybolt, etc... et l'ixomètre Barbey.

En France, on emploie beaucoup l'appareil d'Engler au moyen duquel on mesure le temps nécessaire pour l'écoulement de 200 cm³ de l'huile, portés à une température donnée, au travers d'un ajutage de dimensions déterminées. Ce temps est rapporté à celui nécessaire à l'écoulement de 200 cm³ d'eau pure à 20° C au travers du même ajutage. Le chiffre qui exprime la viscosité Engler est donc en réalité un quotient et peut dans une certaine mesure être considéré comme une indication de la viscosité relative du produit en expérience (à la température choisie) par rapport à celle de l'eau à 20° C.

Au moyen de l'appareil Redwood, on compare la durée de l'écoulement de l'huile à celui d'une même quantité d'huile de colza ayant une densité de 0,9142 à 15° C,

Enfin, l'ixomètre Barbey, également très en faveur en France, permet de mesurer la quantité de liquide qui dans un temps déterminé, à une température donnée, et sous une charge constante, s'écoule par un orifice donné.

Le vase dans lequel l'huile passant par l'orifice est recueillie est gradué en 1/6^e de cm³. Comme on mesure le nombre de divisions remplies par le liquide examiné pendant une expérience d'une durée de 10 minutes, le chiffre trouvé correspond donc au nombre de centimètres cubes de l'huile, à la température considérée, qui s'écoulerait de l'appareil en une heure, dans les mêmes conditions.

Le réglage de l'appareil se fait en cherchant la hauteur à laquelle l'entonnoir permettant de modifier la hauteur d'écoulement doit être placé pour qu'un essai d'huile de colza épurée à 15° C donne 100 divisions.

* * *

Les méthodes rappelées ci-dessus font intervenir un élément de comparaison : eau ou huile de colza, et les chiffres déterminés par ces méthodes donnent donc des chiffres conventionnels. C'est pour cette raison, et aussi étant donné qu'il s'agit dans chaque cas d'un appareil ayant des caractéristiques constructives bien spécifiées, qu'il est difficile de convertir en « degrés Engler » les viscosités trouvées au moyen de l'appareil Redwood ou Barbey. Certaines formules empiriques ont été établies qui permettent d'obtenir une correspondance très approximative entre ces différentes échelles.

En réalité, la formation de la pellicule lubrifiante, ainsi que

l'aptitude que possédera cette dernière à garder une certaine cohésion malgré la température à laquelle elle est soumise, dépendront plutôt d'une propriété du fluide lubrifiant appelée « viscosité absolue » de ce liquide et ceci à la température considérée et dans les conditions de pression données.

Cette viscosité répond à une notion purement physique. On la définit comme étant : *la force nécessaire au déplacement d'une surface plane de liquide égale à l'unité, avec une vitesse égale à l'unité par rapport à une autre surface plane du même liquide qui lui est parallèle et qui en est séparée par une épaisseur de liquide égale à l'unité.*

D'une façon moins mathématique mais plus frappante, on peut dire avec Gurwitsch que c'est « la propriété des fluides « qui détermine avec la grandeur des surfaces et la vitesse « de glissement la résistance du frottement à vaincre dans « l'écoulement ».

On la détermine par l'application de la loi de Poiseuille régissant l'écoulement d'un liquide au travers d'un tube capillaire.

On a aussi cherché à établir des formules permettant la conversion des viscosités absolues en viscosités relatives, mais ces formules ne peuvent bien entendu qu'être très approximatives.

* * *

Afin d'apprécier la valeur de la viscosité dans le graissage, cherchons à définir le rôle d'un lubrifiant intercalé entre deux surfaces animées d'une vitesse relative donnée et entre lesquelles s'exerce une pression donnée.

Pour se maintenir entre les surfaces considérées et empêcher tout contact métallique, un lubrifiant doit mouiller aussi rapidement et complètement que possible ces surfaces et y adhérer.

L'ensemble des propriétés physico-chimiques, qui donnent à un liquide la faculté de mouiller et d'adhérer est souvent désigné sous le nom général « *d'onctuosité* ». Ces propriétés participent à la fois, des phénomènes de capillarité, de tension superficielle, d'absorption, de polarisation des molécules, etc., étudiés spécialement par Ubbelohde, Langmuir et d'autres auteurs.

Il faut aussi que la pellicule lubrifiante présente une *cohésion* suffisante pour ne pas s'écraser sous l'influence de la pression qu'elle supporte, et pour conserver sa continuité qui est essentielle à un bon graissage. D'autre part, puisque le but du graissage parfait est de réduire à une façon permanente les frottements au minimum compatible avec la sécurité nécessaire, et que l'emploi d'un lubrifiant a pour objet de substituer au contact métallique un contact fluide, le frottement interne du lubrifiant ou sa *résistance au cisaillement* doit être aussi faible que possible. D'après Petroff, cette dernière propriété serait fonction directe de la viscosité absolue, telle qu'elle a été définie précédemment.

La viscosité pour les liquides est, avons-nous dit plus haut, une propriété de la matière, tandis que *l'onctuosité est une propriété de contact avec la matière.*

* * *

L'exemple du palier fera mieux comprendre ce qu'est l'onctuosité et ce qui la différencie de la viscosité. Dans un palier la couche liquide nécessaire pour remplacer les frottements solides par des frottements liquides ne se forme que si le fluide mouille les surfaces en présence du coussinet et de l'arbre ; on sait, en effet, qu'un liquide ne pénètre dans un espace capillaire, comme celui qui existe entre le coussinet et l'arbre, que s'il en mouille les parois ; dans le cas contraire, non seulement il ne peut de lui-même y pénétrer (c'est le cas du mercure, cependant liquide visqueux), mais il oppose à sa pénétration une résis-

tance d'autant plus grande que l'espace capillaire est plus étroit. Lorsque le palier est au repos, le liquide pénètre par son onctuosité entre le coussinet et l'arbre et forme sur leurs surfaces, à cause de son adhérence, une couche liquide ayant une épaisseur de l'ordre des dimensions des molécules. Cette formation est d'autant plus facile que les pressions, qui maintiennent en contact le coussinet et l'arbre, sont plus petites. Au démarrage du palier, les deux couches ainsi formées entraînent, en raison de la cohésion des molécules du fluide, c'est-à-dire à cause de sa viscosité, une certaine quantité de liquide qui forme ainsi une pellicule épaisse pouvant séparer les surfaces en présence et réaliser le graissage parfait. L'entraînement par la viscosité est aidé par la vitesse relative des surfaces. Si le liquide onctueux avait une viscosité infiniment faible, il ne formerait jamais une pellicule suffisamment épaisse pour obtenir le graissage parfait : celui-ci resterait *semi-liquide* ou *imparfait*.

* *

Quoique l'onctuosité ne se mesure pas, il n'en est pas moins vrai qu'il existe des différences indiscutables entre l'onctuosité de deux huiles ayant la même viscosité, différences qui apparaissent au cours d'essais pratiques surtout quand les conditions de marche sont particulièrement sévères et que les lubrifiants travaillent à la limite de leurs facultés lubrifiantes.

Suivant les conditions existantes de pression, de vitesse, de température, etc., le lubrifiant le mieux approprié sera celui dont les propriétés combinées : pouvoir adhésif, cohésion, résistance au cisaillement, onctuosité, assureront la meilleure protection des surfaces par l'interposition d'une pellicule fluide permanente et continue, avec la perte de puissance la plus minime possible.

Il est évident, d'après ce qui précède, que l'examen d'une seule de ces propriétés, par exemple de la résistance au cisaillement, que nous pouvons confondre avec la viscosité telle qu'elle est pratiquement déterminée, ne peut prétendre à guider le choix du lubrifiant le meilleur dans chaque cas particulier. Des liquides qui ne peuvent servir manifestement de lubrifiants, tels que les mélasses, par exemple, ont une viscosité bien déterminée, mais leur pouvoir d'adhésion aux surfaces métalliques et leur cohésion les rendent impropres au graissage. Peut-être arrivera-t-on, plus tard, à définir scientifiquement une propriété unique résultant d'une combinaison des facteurs étudiés

plus haut, mais, dans l'état actuel du problème, on est forcé de conclure que la viscosité seule ne peut servir de mesure au pouvoir lubrifiant d'un liquide donné.

Nous citerons à cet égard la conclusion d'un article très documenté exposant le résultat de nombreuses recherches parue récemment sous la signature de M. le docteur Staeger et M. le docteur Bohnenblust (1) :

« Le pouvoir lubrifiant des huiles minérales ne peut pas « déduire de la viscosité, parce que celle-ci n'influe que sur « frottement liquide. Par contre et avant tout, le point important « pour juger de l'aptitude à lubrifier d'une huile est sa manière « de se comporter lors d'un frottement semi-fluide. Celle-ci « dépend des propriétés capillaires de l'huile. A cet égard, « l'angle de raccordement » a été introduit comme caractéristique « importante parce qu'il renseigne sur la force d'étalement « en même temps sur la vitesse de formation de la pellicule. « La force d'étalement ne dépend pas seulement de la nature « de l'huile mais aussi de la nature du métal constituant « le palier. »

* *

Comment doit-on se servir de la viscosité ?

Dans une série de lubrifiants connus appartenant à une même classe, on peut se baser sur la viscosité pour choisir celui qui s'adapte le mieux aux conditions existantes de pression, de vitesse et de température, au système de graissage utilisé, etc... Mais dans un cas semblable, on est certain d'avance de la nature et de la qualité des produits considérés.

Il en serait tout autrement si on devait, en se basant sur la viscosité, choisir entre des lubrifiants de nature et de qualité différentes.

Nous insistons sur ce point, parce qu'il est fait souvent un abus de la viscosité, dont on prétend se servir pour définir le pouvoir lubrifiant d'une huile quelconque. Cette propriété, incontestablement utile, mais on doit limiter son application aux termes mêmes de sa définition.

(A suivre).

Extrait « Du Papier », avril 1929.

(1) Cf. « Ueber Dampfmaschinen », par Dr. Staeger et Dr. Bohnenblust, *Archives für Warmwirtschaft und Dampfmaschinen*, Heft 11, 1927. (Revue d'études thermiques et d'utilisation des chaudières).

Emploi de l'anhydride carbonique pour l'extinction des incendies dans les usines génératrices

L'échauffement anormal des générateurs peut provoquer un incendie à l'intérieur de ces machines, la combustion étant activée du fait de la ventilation forcée qui amène au contact des matières combustibles ou en combustion une très grande quantité d'air. Pour combattre ces incendies, il suffit de remplacer cet air de ventilation par un gaz inerte, non carburant, tel par exemple que l'azote ou l'anhydride carbonique. La préférence a été donnée à ce dernier en raison du fait de sa liquéfaction possible à pression relativement réduite à la température ordinaire et par suite de sa

facilité d'emmagasinement ; car à l'état liquide, il occupe seulement 1/450 du volume à l'état gazeux. L'installation de secours peut être munie d'un dispositif de fonctionnement automatique à l'aide de relais différentiels, ou par relais thermiques ou encore à l'aide d'une commande à distance par boutons. L'auteur décrit un certain nombre d'installations de ce genre, comportant de nombreux dispositifs de sécurité, applicables aux générateurs des usines génératrices des sous-stations et des postes de transformation. — E. B. *E. T. Z.*, 17-1-29. — R. G. E.

Le troisième harmonique peut-il être une cause d'instabilité dans le fonctionnement des transformateurs

Les réseaux triphasés alimentés par des transformateurs connectés en étoile, le point neutre étant à la terre, sont parfois le siège de perturbations provoquées par des ondes de fréquence élevée. Quelques ingénieurs, aux Etats-Unis, ont accusé le troisième harmonique de la force électromotrice d'être responsable de ces phénomènes. Le présent travail a pour but de rechercher la validité de cette supposition ; le résultat a été négatif et l'auteur affirme que le troisième harmonique ne peut en aucun cas être

une cause d'instabilité ; il montre comment on peut déterminer la grandeur et la phase de ce troisième harmonique en partant des courbes d'hystérésis des transformateurs. Il est vrai que certaines valeurs de la capacité, les courants et tensions du troisième harmonique peuvent atteindre des valeurs considérables mais cela ne constitue en aucune façon une condition d'instabilité.

E. B.

E. T. Z., 1-1-29. — R. G. E.

Les appareils de protection contre les surtensions sur les lignes de transmission d'énergie électrique

La présence des appareils de protection contre les surtensions sur les lignes de transmission d'énergie électrique ne doit modifier en rien les conditions normales de marche. Les surtensions agissent à la fois par leur amplitude et par la raideur de leur front d'onde. L'amplitude est la cause des arcs aux isolateurs, tandis que c'est à la raideur du front d'onde qu'est imputable la perforation de l'isolation des transformateurs. Un appareil de protection idéal devrait fonctionner sous l'effet de l'une ou l'autre de ces caractéristiques. On peut diviser pratiquement en deux classes les appareils de protection : ceux qui produisent l'écoulement à la terre de l'énergie de surtension et qui sont désignés par l'auteur sous le nom d'appareils à décharge et ceux qui produisent l'absorption de cette énergie désignée sous le nom d'appareils à absorption. Les appareils à décharge fonctionnent en général à la façon de soupapes et branchent automatiquement la ligne à la terre lorsque la tension en ligne dépasse une valeur critique. Afin qu'ils ne modifient pas les conditions normales de marche, il faut les régler pour qu'ils ne fonctionnent qu'à une tension égale à plusieurs fois la tension normale. Ce sont donc des appareils n'agissant que sous l'effet de l'amplitude de la surtension et ils protègent mal les machines tels que les transformateurs en particulier. Les appareils à absorption se branchent en série sur la ligne. Ils se composent essentiellement d'un enroulement inductif à circuit magnétique dans l'air, auprès duquel est placée une plaque d'un matériau conducteur tel que l'acier, mise à la terre et qui sert à dissiper l'énergie. Cette plaque agit comme un enroulement secondaire, à un seul tour, d'un transformateur dont l'en-

roulement primaire est constitué par l'enroulement inductif. La chute de tension et les pertes produites dans l'appareil à la fréquence normale de 50 p : s sont négligeables. Par construction, on s'arrange pour que la capacité électrostatique entre l'enroulement inductif et le dissipateur d'énergie soit grande. Celui-ci étant mis à la terre, cette capacité forme un shunt pour l'enroulement inductif en série sur la ligne et l'ensemble forme un filtre pour les hautes fréquences. Il faut un très grand nombre de jours de service en temps d'orage pour pouvoir se faire une opinion nette sur la valeur de tel ou tel appareil et l'auteur estime que jusqu'ici il n'est pas encore possible, à ce point de vue, de se prononcer sur un quelconque des appareils existants. Il pense que l'emploi du klydonographe et de l'oscillographe à rayons cathodiques aura quelque utilité à ce point de vue. Quant aux essais effectués avec des machines produisant les effets de la foudre, on ne peut être certain qu'ils réalisent les conditions les plus défavorables. L'auteur donne le schéma d'un circuit d'essai destiné non plus à produire l'effet de la foudre, mais à reproduire les conditions d'emploi elles-mêmes. Il permet de déterminer le coefficient d'absorption caractérisant un appareil de protection, coefficient exprimé par la réduction en % de la contrainte exercée sur les enroulements d'un transformateur par une surtension, suivant qu'un appareil de protection est branché ou non sur la ligne. Bien que de création récente, les appareils à absorption ont déjà été installés en beaucoup d'endroits et jusqu'ici il n'a pas été signalé qu'ils n'aient pas en tous cas assuré une protection totale. — J. S.

Electrical World, 26-1-29. — R. G. E.

Progrès dans la commande électrique de grandes machines-outils

Les progrès envisagés se rapportent à la commande par contacteurs des moteurs à courant continu à vitesse réglable et à inversion du sens de marche, ainsi qu'à l'emploi de moteurs à double cage d'écurieil avec commutateur étoile-triangle pour le cas des machines-outils qui n'exigent pas de variation de vitesse. De nombreux exemples d'emploi du premier mode de commande sont donnés (tours carroussel, planeuses, raboteuses pour grosses pièces-aléseuses, fraiseuses, etc.); les moteurs réversibles et à vitesse variable sont commandés par des contacteurs pour des puissances jusqu'à 500 ch. même sans montage Léonard; l'équipement est actionné au moyen de boutons-poussoirs. Pour les grosses cisailles à tôles, ce dispositif de commande par contacteurs

avec boutons-poussoirs est utilisé en combinaison avec un régulateur de vitesse spécial permettant la suppression des volants et des transmissions. Dans le cas des machines-outils sans régulation de vitesse, telles que les marteaux pneumatiques ou les machines à meuler, on utilise de préférence les moteurs triphasés à double cage d'écurieil, même pour les plus grandes puissances, car le couple de 70 % du couple normal, obtenu avec le démarrage étoile-triangle, est en général suffisant. Avec un commutateur étoile-triangle automatique, le courant au démarrage est limité à 1,6 fois le courant normal et la manœuvre se réduit à celle d'un bouton-poussoir. — F. P.

AEG-Mitteilungen, 12-28. — R. G. E.

Vue d'ensemble sur l'emploi de l'électricité dans les industries textiles

Les applications de l'électricité dans les industries textiles sont de plus en plus nombreuses. Les maisons de construction du matériel destiné à ces applications ont fait de très grands efforts pour le perfectionner; les conditions dans lesquelles il fonctionne sont en effet, extrêmement dures : les moteurs sont installés dans des locaux chauds et humides. En ce qui concerne les moteurs triphasés, il a fallu renoncer à l'emploi de l'enroulement en bobines séparées et adopter l'enroulement réparti en manteau, les éléments étant très serrés et le tout imprégné de telle manière que la poussière ne puisse pénétrer à l'intérieur des enroulements; en outre, cette disposition des enroulements permet un nettoyage facile. Les paliers à billes ou à rouleaux ont dû être adoptés d'une

manière générale; ils ne nécessitent en effet, qu'une ou deux visites par an. Toutes les fois qu'il a été imposé de recourir au rotor bobiné avec bagues pour le démarrage, ces dernières ont été placées dans un carter étanche pour éviter que les étincelles qui s'y produisent parfois ne soient une cause d'incendie. Les moteurs totalement fermés sont relativement peu utilisés en raison de leurs poids et encombrement exagérés; on a cependant utilisé des moteurs clos dont la culasse est munie d'ailettes pour le refroidissement; éventuellement des dispositifs ont été prévus pour activer la circulation de l'air sur ces ailettes. Les appareils de démarrage et de sécurité ont été également l'objet de nombreux perfectionnements. E. B.

E. T. Z., 27-12-28. — R. G. E.

Influence de la température et d'autres facteurs sur la capacité des accumulateurs au plomb

Les essais ont été faits par G.-W. Vinal et C.-L. Synder sur de très petits éléments dont la capacité pouvait être limitée à l'extrême par le choix de l'électrode positive ou de l'électrode négative; ils ont été exécutés avec trois concentrations, trois températures et trois valeurs différentes du courant de décharge, soit en tout 54 conditions différentes. Les essais ont montré que la concentration la plus forte, correspondant à une densité de la solution de 1,315 était la plus favorable pour la plaque positive, la plus faible concentration (1,140), la plus défavorable. Au-dessous de 0° C, l'influence de la concentration est prépondérante; entre 0° et 25° C, le coefficient de température est constant pour toutes les concentrations et pour une faible densité de courant; les choses se modifient légèrement lorsque la densité de courant augmente. A 12° C, et pour une concentration correspondant

à une densité de 1,14, l'influence de la production de glace est très grande; pour une concentration plus grande, cette influence est notablement réduite. En ce qui concerne la plaque négative, la capacité baisse notablement pour la concentration de 1,14 lorsque la température est de l'ordre de — 10° C; la formation de glace dans la couche active à — 17° C amène des perturbations graves; le coefficient de température est un peu plus grand que pour la plaque positive. Au débit maximum, la capacité de la plaque négative paraît présenter un maximum pour la concentration qui donne la meilleure conductibilité de l'électrolyte; en même temps, la capacité de la plaque positive augmente. Les auteurs ont également étudié l'influence de la viscosité de l'électrolyte. De nombreuses courbes résumant les résultats d'essais illustrent l'article. — E. B.

E. T. Z., 24-1-29. — R. E. G.

Construction d'une ligne aérienne avec poteaux en béton armé centrifugé

L'auteur fournit d'assez nombreux détails sur la construction d'une ligne à haute tension placée sur des poteaux en béton armé centrifugé. Il décrit les moyens mis en œuvre pour le transport, le montage de ces poteaux sur un terrain accidenté, les procédés utilisés pour diminuer le plus possible le prix d'installation. Les poteaux étaient transportés sur route à l'aide de trains de roues remorqués par des tracteurs automobiles qui supportaient une partie de la charge, à la méthode usuelle; en terrain ordinaire, le

tracteur à roues était remplacé par un tracteur à chenilles remplissant le même office. Le train de roues de transport constituait une chèvre qu'il suffisait de dresser et de haubanner pour pouvoir procéder au levage du poteau, garni de ses potences et supports; il comportait, de plus, une échelle de corde permettant de monter au sommet pour y faire le travail d'amarrage des conducteurs. — E. B.

E. T. Z., 24-1-29. — R. G. E.

L'utilisation des isolateurs en verre sur les lignes de transmission

Le verre a, sur la porcelaine, des avantages incontestables pour l'isolement des lignes. Il est beaucoup plus homogène, sa transparence permet d'apercevoir les défauts qu'il présente dans la masse ou qui se produisent à l'usage. On peut sans doute déceler les défauts internes de la porcelaine au moyen des rayons X, mais on ne peut pas déceler les tensions moléculaires internes. Les qualités isolantes de la porcelaine dépendent beaucoup de son émail et par suite de l'habileté des ouvriers dans la fabrication. Le verre est plus résistant au point de vue mécanique et, de plus, il transmet également bien dans toutes les directions la lumière et la chaleur. D'ailleurs, lorsque le verre subit une altération, il présente aussitôt le phénomène de la double réfraction en lumière polarisée; ce phénomène, découvert par Faraday, peut très bien être utilisé pour se rendre compte de la valeur du verre, et l'examen déceit, avec une grande sensibilité, l'état moléculaire de la pièce étudiée. Ordinairement cet essai est exécuté sur les isolateurs après

leur recuit et, si les résultats sont satisfaisants, on peut les utiliser en toute sécurité. L'auteur pense que les propriétés énumérées ci-dessus amèneront les techniciens non seulement à employer de plus en plus le verre sur les lignes aériennes, mais encore pour d'autres usages, par exemple, dans les appareils remplis de compound où il permettrait en effet de se rendre compte à tout instant de l'état de celui-ci. L'auteur donne, en terminant, quelques conseils au sujet du scellement des isolateurs en verre. L'emploi du soufre doit être évité, ainsi que celui des ciments dont le coefficient de dilatation est plus élevé que celui du verre. La meilleure matière, pour effectuer ce scellement, est un mélange de plâtre de Paris et de colle; l'auteur indique la manière de le réaliser. Après l'opération, les pièces doivent être recuites et, au bout d'un jour ou deux, elles peuvent être mises en place. — B. E.

The Electrician, 25-1-29. — R. G. E.

Influence de l'état de l'atmosphère sur les isolateurs de lignes

Cet article est un résumé des résultats qu'ont donné des essais entrepris par la Metropolitan Vickers electrical Co au sujet des causes qui diminuent l'isolement des isolateurs de lignes. L'humidité et la présence de matières en suspension dans l'air sont les raisons principales de l'amorçage d'arcs sur les isolateurs. En particulier, le sel marin et la suie sont très actifs, car ils facilitent la condensation de l'eau; l'humidité seule est beaucoup moins à redouter. Les essais ont été faits sur des modèles d'isolateurs pour 33 et 44 kv très employés en Grande-Bretagne et ils ont été conduits d'une manière méthodique sur le sel, les fumées et des poussières métalliques diverses. On a provoqué artificiellement dans chaque cas la formation d'un dépôt, mais on est en droit de se demander si celui-ci a bien les mêmes propriétés que celui qui se forme réellement sur les isolateurs placés à l'air libre au bout de plusieurs mois et même plusieurs années. Une première série d'essais a montré qu'une pellicule assez épaisse de cristaux de sel placée dans une atmosphère humide à 70 %, à 25° C pouvait réduire à 30 % de sa valeur et que l'adoption d'une longue ligne de fuite ne met pas à l'abri des inconvénients dus aux dépôts.

D'autres séries d'expériences ont conduit aux résultats suivants : l'action de la fumée est, dans l'ensemble, moins dangereuse que celle des cristaux de sel; les poussières de ciment sont assez nuisibles et peuvent réduire la tension d'éclatement d'un isolateur de 15 %. Il convient de remarquer que pour tous les dépôts, surtout quand ils forment une pellicule peu adhérente, la tension d'éclatement est plus faible dans une atmosphère humide à 95 % que sous la pluie; avec cette dernière, les impuretés sont souvent balayées par le choc avant que toute la pellicule soit imprégnée d'eau. Les auteurs indiquent en terminant comment on peut, en pratique, lutter contre l'effet des dépôts sur les isolateurs. On peut d'abord utiliser des chaînes au lieu d'isolateurs rigides, mais ceci a l'inconvénient de déséquilibrer la ligne au point de vue de l'isolement. Il serait possible, d'autre part, d'utiliser des types d'isolateurs dans lesquels les lignes de fuite couperaient à angle droit la direction suivant laquelle se forment les dépôts; cette méthode mériterait d'être examinée dans tous ses détails, car elle n'a pas encore été sanctionnée par la pratique. — B. E.

The Electrician, 25-1-29. — R. G. E.

Convertisseur asynchrone de fréquence

L'auteur propose un convertisseur de fréquence, analogue à une machine asynchrone à bagues ordinaires, dont les deux enroulements sont reliés respectivement à des réseaux de fréquences différentes. Son fonctionnement est étudié, d'après la méthode du professeur Tolvinsky, qui consiste à supposer la machine composée de deux machines asynchrones. Le stator sert d'enroulement primaire pour la première machine et d'enroulement secondaire pour la deuxième machine, et inversement pour le rotor. Si la fréquence du réseau relié au rotor est plus petite que celle du réseau relié au stator, la vitesse de rotation du champ tournant dû au rotor sera plus faible que celle du champ tournant créé par le courant du stator. La vitesse de rotation de l'arbre sera donc comprise entre celles des deux champs tournants, à savoir

$$\frac{f_s \times 60}{p} > n > \frac{f_r \times 60}{p}$$

où f_s est la fréquence statorique et f_r , la fréquence rotorique. En envisageant la machine dans laquelle le stator tient lieu de primaire, on constate que le courant secondaire dans le rotor aura

une fréquence $f_{2s} = s_s f_s$ où s_s est le glissement. En ce qui concerne la machine dont le rotor est le primaire, son fonctionnement est le même que celui d'une génératrice asynchrone. Le courant magnétisant pour la génératrice asynchrone est fourni par le réseau alimentant le rotor et pour le moteur, par le réseau relié au stator. La machine « stator-rotor » sert donc de moteur, entraînant la génératrice asynchrone. Un courant secondaire de fréquence $s_r f_r$ circulera dans le stator. De cette manière, les deux enroulements de la machine seront le siège de deux courants de fréquences différentes. Celles du stator seront f_s et $s_r f_r$, celles du rotor seront f_r et $s_s f_s$. Les courants secondaires ou induits de fréquences $s_s f_r$ et $s_r f_r$ sont de peu d'importance et ne provoqueront que des phénomènes tout à fait secondaires. Le fonctionnement de cette machine se réduit, sous sa forme la plus simple, au fonctionnement simultané d'un moteur et d'une génératrice asynchrones réunis et combinés en une seule machine. Cette conception se différencie nettement de celle des autres convertisseurs tels que ceux de Steinmetz, de Heyland, etc. — S. O.

Electrlchestvo, 12-28. — R. G. E.

L'étanchéité des barrages

Les récents accidents survenus à des barrages ont montré qu'ils étaient dus à des infiltrations ou à des affouillements provoqués par les eaux d'infiltration. L'étanchéité des barrages est donc une question primordiale de leur stabilité.

Dans certains barrages, on a établi des drains et des galeries d'écoulement; mais c'est une protection insuffisante: toute la partie en amont du drain est soumise à la désagrégation produite par les eaux d'infiltration. Ce système ne forme pas un réseau continu, d'où possibilité d'infiltration entre les drains et nécessité de joints de contraction.

L'idée d'employer une membrane imperméable pour assurer l'étanchéité remonte à plus de soixante-dix ans. Le barrage des Settons (1855-1858) à la face amont du mur de garde revêtu d'un enduit d'asphalte de deux à trois centimètres d'épaisseur. Si le revêtement présente des fissures, l'étanchéité n'est plus assurée: il faut donc, à cause des dilatations et des contractions, que le revêtement soit suffisamment élastique. Il doit répondre aux conditions suivantes:

- 1° Imperméabilité.
- 2° Elasticité.

- 3° Forte résistance à la compression.
- 4° Faible susceptibilité aux variations de température.
- 5° Stabilité et neutralité.
- 6° Application facile.

L'asphalte est le corps qui semble le mieux répondre à ces conditions. Pour qu'il soit suffisamment élastique, sans se déformer sous la pression de l'eau, on l'arme d'une toile imperméable. Les différents essais de traction, de compression, de perméabilité de membranes en asphalte armé montrent des qualités particulièrement aptes à remplir le rôle qu'on lui demande.

Pour rendre étanche le sol des fondations, le bitume chaud est injecté avec succès. Les injections au bitume chaud sont bien supérieures à celles au ciment: le bitume chaud pénètre mieux que le ciment et remplit toutes les fissures, l'eau est sans action sur lui, on peut arrêter l'injection à un moment quelconque et la reprendre plus tard.

Avec une membrane étanche armée pour le parement amont et le radier, une injection de bitume pour le sous sol on augmente notablement la sécurité des barrages.

J. CORDEBAS,

Le Génie civil 13.— avril 1929.

Emploi du four électrique dans l'industrie céramique

S. R. Hind rappelle d'abord le processus de la cuisson de la porcelaine, puis il décrit les fours électriques employés (Campbell et Maure, Harpen). Suivant le cas, les résistances de chauffage sont disposées soit sur la voûte, soit sur les parois latérales lorsque le four est un peu haut. Les avantages du four électrique sont:

- 1° Pureté de l'atmosphère, ce qui est très intéressant pour les pièces décorées et les biscuits.
- 2° Contrôle facile de la température et possibilité de modifier le chauffage des diverses parties du four.
- 3° Pas de pertes de chaleur.

- 4° Possibilité d'utiliser des fours petits et peu coûteux.
- 5° Marche continue.
- 6° Grande capacité thermique par rapport aux autres fours.
- 7° Plus grande facilité de travail.

Par contre, le prix de l'énergie électrique élevé en Angleterre rend le chauffage onéreux. Il faut toutefois remarquer que l'on peut dans ces fours diminuer de moitié le temps de cuisson.

S.-R. HIND.

Electrical World. — Déc. 1928.

Interrupteur Deion

Le journal de l'A.I.E.E. de février 1929 contient trois études successives se rapportant à un nouveau type d'interrupteur, dénommé: « Interrupteur Deion ». L'étude théorique est faite par Slepian, la description de l'interrupteur par Dickinson et Baker, le compte rendu des essais par Jamieson.

C'est l'étude des divers moyens de déionisation du milieu où a lieu l'arc, qui a conduit au procédé employé dans l'interrupteur dénommé pour cela « Deion ».

Immédiatement après l'extinction de l'arc, qui se produit en courant alternatif à chaque demi-période, le milieu où s'est produit l'arc recouvre plus ou moins rapidement ses propriétés isolantes. On constate en effet que la couche d'air avoisinant la cathode est déionisée presque instantanément, tandis que les couches éloignées ne le sont que lentement, c'est la lente recombinaison des ions dans l'espace loin des électrodes qui limite l'emploi des disjoncteurs dans l'air en courant alternatif.

Si l'on fragmente l'arc en petits arcs en série, on arrive ainsi à avoir ceux-ci presque entièrement dans la région cathodique. Pour un arc de 1,6 $\frac{m}{m}$ de longueur, il faut, après l'extinction de l'arc, plus de 250 volts pour provoquer un réamorçage. Si l'on empile des feuilles de cuivre de 1,6 $\frac{m}{m}$ d'épaisseur et espacées de

1,6 $\frac{m}{m}$, on a ainsi par centimètre trois arcs courts pour lesquels la tension de réamorçage est de l'ordre de 800 volts maximum ou 570 volts efficaces. Cet écartement de 1,6 $\frac{m}{m}$ est donné par l'espace minimum nécessaire pour assurer le libre mouvement des arcs qui cesse vers 0,8 $\frac{m}{m}$. L'épaisseur des lames de cuivre pourrait être abaissée à 0,4 $\frac{m}{m}$, ce qui porterait la tension de réallumage à 1.520 volts maxima par centimètre.

Un écran électrostatique répartit convenablement le potentiel sur la pile formée successivement de plaques isolantes et conductrices. Pour éviter la fusion des électrodes, l'arc est animé d'un mouvement de rotation rapide sur les disques au moyen d'un champ convenable. La vitesse de déplacement de l'arc est de 300 à 1.500 mètres par seconde.

L'arc, qui est d'abord amorcé en dessous des chambres de déionisation, y est chassé par soufflage magnétique. Chaque intervalle entre les plaques de cuivre est, en réalité, soumis seulement à 130 volts efficaces. Sous des tensions de 6.000 à 13.200 volts, l'interrupteur prévu pour 2.000 ampères sous 15.600 volts a pu couper sans détérioration environ 250 fois des intensités allant de 586 à 13.100 ampères.

Journal of the A. I. E. E. — Févr. 1929.

Progrès dans la construction des turbines

Les études, relatives aux turbines à hélices et du type Kaplan, sur l'écoulement de l'eau, ont servi également aux turbines Francis dont le rendement atteint maintenant 92%, grâce à un meilleur profil des aubes, à la suppression de la couronne extérieure de la roue, et à la réduction des pertes entre les directrices et la roue. Les nombreux essais effectués sur des types réduits permettent d'envisager l'emploi de turbines Francis à grande puissance pour

de hautes chutes, en raison des grandes vitesses qu'elles permettent d'atteindre. Il faut cependant se méfier des eaux sablonneuses qui produisent une usure rapide de la turbine. L'auteur étudie ensuite les turbines Francis à grande vitesse pour les basses chutes.

M. OESTERLEN,

Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.—1^{er} déc. 1928.

La protection des chutes du Niagara

Les chutes du Niagara ont été l'objet d'aménagements considérables tant sur la rive américaine, où le Niagara Falls Power Co dérive 566 m³ sec., que sur la rive canadienne où l'Hydro Electric Power Co en prend 1.018. En plus de la diminution du débit qui, si on permettait d'autres concessions, amoindrirait la beauté des chutes, il se produit une érosion naturelle qui fait reculer la chute de 1 m. 25 à 1 m. 50 par année. Depuis le premier relevé de 1761 jusqu'à nos jours, le recul est de 250 mètres.

Les autorités américaines et canadiennes se sont émues et une commission internationale a été chargée d'étudier les moyens de protection destinés à sauvegarder la chute du Fer à Cheval. Cette commission recommanda dans son rapport du 14 décembre 1927 la construction d'épis submergés et de fosses destinés à ramener l'eau vers les deux branches du Fer à Cheval.

En avril 1928, les deux sociétés concessionnaires, Niagara Falls Power Co et Hydro Electric Power Co proposèrent à la commission d'effectuer à leur charge les travaux qui s'élèvent à un million 750.000 dollars, à condition qu'on leur accordât à chacune un débit supplémentaire de 283 m³ sec. La commission fournit en mai 1928 aux deux gouvernements des Etats-Unis et du Canada un nouveau rapport conseillant d'accepter l'offre faite par les sociétés.

A la suite de ce rapport, les deux gouvernements signèrent le 2 janvier 1929 une convention qui est actuellement soumise à la ratification du Parlement canadien et du Sénat des Etats-Unis.

Engineering News Record, 14 février 1929.

Pertes dans les câbles armés à un conducteur avec enveloppe en plomb en courant alternatif

En plus des pertes dans le cuivre et dans le diélectrique, les câbles armés à un conducteur, dont la gaine et l'armature sont connectées et mises à la terre en plusieurs points, ont des pertes par courant de circulation dans la gaine et dans l'armature, et des pertes dans le fer, si l'armature est en métal magnétique. Ces pertes par courant de circulation sont dues aux courants induits dans les circuits gaine-armature, par le flux entourant ces circuits, quand ils sont fermés par les connexions qui les relient entre eux ainsi qu'à la terre.

Les pertes dans la gaine et dans l'armature ont été analysées pour des câbles armés avec du fil d'acier, du fil de cuivre, du ruban d'acier, et pour un câble enfermé dans un tube de fer. Elles ont été comparées avec celles d'un simple câble sans armature.

Les essais et calculs montrent qu'un câble armé à un conducteur de 180 $\frac{m}{m}$ carré de section avec gaine et armature court-circuitées par des connexions de faible impédance, ont des pertes totales (sans compter les pertes dans le diélectrique) égales à 2,8 fois les pertes dans le conducteur. L'essai était fait sur un circuit monophasé 60 périodes, avec câbles espacés de 122 $\frac{m}{m}$, et une intensité de 260 ampères.

Les pertes correspondantes dans un câble similaire sans armature, avec gaine en plomb court-circuitée, atteignent 2,4 fois les pertes dans le conducteur. Ainsi, le câble armé avec du fil d'acier

a une perte supplémentaire, due à l'armature, d'environ 20 %. Une armature en ruban d'acier ou un tube d'acier entourant le câble introduisent des pertes beaucoup plus considérables.

Dans les mêmes conditions, un câble identique au câble armé en fil d'acier, mais ayant une armature en fil de cuivre, donne des pertes totales (sans compter les pertes dans le diélectrique) égales à seulement 1,3 fois celles dans le conducteur. Le courant dans l'armature atteint 92 % du courant dans le conducteur.

La réduction de l'écartement entre les câbles dans un circuit monophasé diminue les pertes. Quand l'écartement des câbles passe de 305 $\frac{m}{m}$ à 30,5 $\frac{m}{m}$, les pertes totales (sans compter les pertes dans le diélectrique) dans un câble de 180 mm² armé de fil d'acier, diminuent de 8 %, tandis que pour un câble similaire mais armé d'un fil de cuivre, les pertes ne sont réduites que de 3 %.

La comparaison entre le coût total annuel d'un câble armé d'un fil d'acier, et d'un câble identique armé d'un fil de cuivre, ayant une section de conducteur de 180 mm², montre que le câble armé d'un fil de cuivre coûte moins cher, lorsque la charge dépasse 60 %. Le câble armé d'un fil d'acier devient plus économique pour les faibles charges.

SHURIG, KUEHNI, BULLER,
Journal de l'A. I. E. E. — Mars 1929.

Facteur de puissance et constante diélectrique des diélectriques visqueux

Donald W. Kitchin donne les résultats de ses recherches sur la variation, avec la température et la fréquence, de la constante diélectrique et du facteur de puissance de la résine, de l'huile de résine et de l'huile de castor. Il indique pour diverses fréquences la relation qui relie la constante diélectrique et le facteur de puissance à la composition du caoutchouc vulcanisé. Il discute la double réfraction électrique dans la résine, employée comme diélectrique, à différentes fréquences et températures. Il montre que la viscosité est un facteur décisif de contrôle à la fois aux points de vue électrique et optique.

Ces points sont importants et on peut les interpréter au moyen de la théorie moderne « dipole » de Debye, qui n'a pas encore été appliquée aux diélectriques. Avec cette théorie, les variations anormales de la constante diélectrique et du facteur de puissance

avec la température et la fréquence, sont attribuées non aux impuretés ou à la structure hétérogène, mais aux molécules qui renferment des doublets électriques qui cherchent à s'orienter dans un champ électrique. La rotation des molécules dipolaires dans un milieu visqueux donne une élévation de température par frottement qui influe sur le facteur de puissance et sur la constante diélectrique qui disparaît quand les dipolaires ne peuvent suivre à cause soit d'une trop grande viscosité, soit d'une fréquence trop élevée.

Pour la compréhension de cet exposé, l'auteur donne une première esquisse de la théorie dipole et discute ensuite les résultats expérimentaux sur la base de cette théorie.

Journal A. I. E. E. — Avril 1929.

Influence prédominante de l'humidité et des corps électrolytiques dans les isolants textiles

La qualité des isolants textiles varie avec l'humidité et avec la quantité de corps électrolytiques (sels, etc.) qu'ils contiennent. L'élimination des corps électrolytiques augmente la résistance d'isolement d'environ cinquante fois. La résistance des fibres animales (soie et laine) est bien plus grande pour une humidité donnée que celles de coton, d'acétate de cellulose ou des dérivés du coton.

Il semble probable que la distribution de l'eau est aussi importante que la quantité qui s'y trouve et que les deux sortes de

fibres sont caractérisées par une répartition différente de l'eau. Les lois de distribution doivent dépendre de la structure colloïdale des matériaux, en concordance avec leur classification chimique. L'acétate de cellulose absorbe peu d'eau en comparaison du coton et lui est donc supérieur électriquement. Cependant, sa résistance varie avec l'humidité contenue dans le même sens que celle du coton.

WILLIAM et MURPHY
Journal A. I. E. E. — Avril 1929.

Recherches sur l'utilité des grilles à barreaux serrés dans les installations hydrauliques à basse pression

Les règlements relatifs aux installations hydrauliques prescrivent, dans le but de protéger les poissons, l'emploi de grilles dont les barreaux ne sont pas écartés de plus de 25 millimètres. En plus de la perte de charge qu'elles occasionnent, ces grilles sont difficiles à nettoyer. Le service des Forces hydrauliques de

Suède a fait des essais, qui ont montré que presque tous les poissons peuvent traverser sans danger les turbines modernes à basse pression. Aussi autorise-t-il l'emploi de grilles dont les barreaux ont un écartement de 230 millimètres.

Ludin-Elektrotechnische Zeitschrift. — 10 janv. 29.

INFORMATIONS

Exposition internationale de Liège

Congrès international de Mécanique générale

A l'occasion du centenaire de l'Indépendance de la Belgique, une Exposition internationale de la grande industrie et des sciences, placée sous le haut patronage de Sa Majesté le Roi des Belges, aura lieu à Liège, en 1930.

En vue de faciliter l'organisation des manifestations scientifiques qui s'imposent dans de telles circonstances, les promoteurs de l'Exposition ont fait entrer les Congrès des sciences appliquées dans le groupe 28 du programme, c'est dire que les participants jouiront d'avantages particuliers, notamment d'une réduction de 30 % sur l'entièreté du réseau belge des chemins de fer.

Pour répondre à l'appel des organisateurs, un Comité belge s'est formé dans le but de reprendre les traditions d'avant guerre en ce qui concerne les Congrès de mécanique orientés vers les applications industrielles, tels celui de Liège en 1905 et celui de Dusseldorf en 1910.

Le Comité composé d'un représentant au moins de chacune des grandes écoles belges d'ingénieurs, s'est préoccupé dès sa constitution, d'éviter toute disposition qui pourrait nuire à l'organisation du troisième Congrès de mécanique appliquée fixé à Stockholm en 1930 ; il s'est mis en rapport à cette fin avec le Président du bureau permanent, M. Oseen, de manière à éviter le choix des dates de réunions communes et à délimiter les questions qui pourraient faire l'objet du Congrès, tel qu'il se propose de l'organiser.

En prenant pour titre celui de : « Congrès de mécanique générale », le Comité a non seulement voulu écarter toute confusion possible, mais encore préciser le but particulier poursuivi à l'occasion de l'Exposition internationale de Liège : passer en revue les progrès réalisés depuis un quart de siècle dans les principaux domaines de la Mécanique générale, telle qu'on l'entend dans une Exposition universelle ; « faire le point » en quelque sorte et si possible préciser des directives en vue de recherches nouvelles dans le domaine des machines motrices et des machines opératrices importantes.

A l'heure où un contact plus intime s'établit entre la science et l'industrie, il est de la plus haute importance, en effet, que les problèmes techniques urgents soient bien définis et que les travaux de laboratoires soient bien orientés en vue du but à atteindre.

Sans vouloir délimiter trop strictement le but du Congrès et l'objet des rapports présentés au sujet des questions posées, le Comité estime qu'il serait hautement souhaitable de voir les rapporteurs dégager des résultats acquis, les problèmes restant à l'ordre du jour, au point de vue de l'amélioration du rendement et des méthodes de calcul des machines envisagées.

Le Comité adresse un pressant appel aux puissantes associations d'ingénieurs du monde pour donner à cette manifestation une réelle portée technique : il estime qu'une telle réunion ne pourrait faire double emploi avec le Congrès de mécanique appliquée de Stockholm dont l'objet est plus particulièrement de faire progresser les méthodes d'investigation scientifique issues de la Mécanique rationnelle, pas plus qu'elle ne pourrait nuire au Congrès mondial de l'énergie, dont le but est, avant tout, de fixer les res-

sources du monde en force motrice et d'étudier les meilleures méthodes d'exploitation de celle-ci.

Le Comité d'organisation a sollicité le haut patronage de S. M. le Roi et le patronage du Gouvernement ; il s'occupe de provoquer dans les différents pays, la constitution de Comités nationaux et a obtenu, pour la Belgique, le patronage des personnalités les plus autorisées.

La Belgique, fière de son passé industriel et désireuse de collaborer aux progrès de la technique, convie les ingénieurs de toutes les nations à adhérer à cette manifestation.

••

VI^e Congrès international de l'organisation scientifique du travail

19-23 juin 1929

La séance inaugurale aura lieu dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, le mercredi 19 juin à 14 h. 30, sous la présidence effective de M. André Tardieu, ministre de l'Intérieur, en présence de M. Gaston Doumergue, Président de la République, et avec le concours de la musique du 5^e régiment d'infanterie.

Des cartes d'invitation gratuites à cette séance peuvent être retirées, dès maintenant, dans la limite du disponible, au Conservatoire des Arts et Métiers, 292, rue St-Martin ; au Comité national de l'organisation française, 14, rue de Rennes, et au Commissariat général du IV^e Congrès, 25 rue du Général-Foy.

Programme des communications par T.S.F.

Le programme des communications par T.S.F. pendant le Congrès est le suivant :

Mercredi 19 juin. — Transmission totale (14 h. 30 à 16 h. 30) de la séance inaugurale tenue dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne.

Discours de la musique du 5^e régiment d'infanterie.

Discours de M. Maurice Fould, commissaire général du Congrès.

Discours de M. Charles de Freminville, président du Comité national de l'organisation française.

Discours de M. André Tardieu, ministre de l'Intérieur et président du Congrès.

Entre temps, morceaux de musique du 5^e régiment d'infanterie.

1^o Marche héroïque (Saint-Saëns).

2^o Menuet de l'Arlésienne (Bizet).

3^o Les deux pigeons (Messenger).

a) Divertissement.

b) Danse hongroise.

Morceau d'attente, prélude et danse (J. Ed. Barat.).

Jeudi 20 juin, 18 h. 35. — Communications sur les travaux de la première journée du Congrès.

Vendredi 21 juin, 20 h. 45. — Communications sur les travaux de la deuxième journée du Congrès.

Samedi 22 juin, 20 heures. — Par poste Radio-Paris, compte rendu sur les travaux de la deuxième journée du Congrès, par M. Robert Satet, secrétaire général.

Dimanche 23 juin, 20 heures. — Communications sur le IV^e Congrès.