

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES ET DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

ACADÉMIE DES SCIENCES

INSTRUMENTS DE MESURE

Sur une nouvelle classe d'appareils de mesure pour l'évaluation directe des grandeurs fonctions de deux variables. — Note de MM. L. BARBILLION et M. DUGIT, présentée par M. A. Rateau. — Séance du 17 août 1920.

Les appareils à deux aiguilles rectilignes (wattmètres et fréquencesmètres Ferrié-Carpentier par exemple) réalisent, comme on le sait, pratiquement et commodément, dans certains cas particuliers, la mesure directe d'une fonction de deux variables.

L'erreur de parallaxe, l'indétermination du point d'intersection des deux aiguilles rectilignes qui se coupent sous des angles variables, la répartition des courbes isolignes sur le cadran, imposée par la forme de la fonction à mesurer et les liaisons mécaniques de l'appareil, limitent nécessairement la précision des lectures et la valeur des mesures.

Cette Note a pour objet la présentation d'une nouvelle classe d'appareils à deux aiguilles. Ils se distinguent des précédents (instruments à deux aiguilles rectilignes tournant autour d'axes distincts) par l'emploi, soit de deux aiguilles curvilignes de formes particulières, soit d'un système composé le plus généralement d'une aiguille curviligne et d'une aiguille rectiligne. Les aiguilles tournent autour d'un axe commun.

L'erreur de parallaxe est considérablement atténuée. Les rotations des aiguilles autour de l'axe commun ne sont plus nécessairement limitées à des angles de valeurs déterminées pour sauvegarder la précision des mesures, la possibilité des lectures et les dimensions des cadrans.

On dispose, d'autre part, sans complication mécanique aucune, de la forme et de la répartition des courbes isolignes.

Soit, en effet,

$$(1) \quad Q = F(\lambda, \mu)$$

une grandeur fonction de deux variables λ et μ . Proposons-nous de la mesurer avec un instrument à deux aiguilles constituées par deux courbes matérielles C_1 et C_2 dont les équations en coordonnées polaires sont

$$(2) \quad \begin{cases} \omega = f(\rho) & C_1, \\ \omega = g(\rho) & C_2, \end{cases}$$

Ces courbes tournent autour de leur pôle commun d'angles fonctions de λ et de μ . De la sorte, les coordonnées des points d'intersection des courbes C_1 et C_2 satisfont à chaque instant aux équations suivantes :

$$(3) \quad \begin{cases} \omega = \Phi(\rho, \lambda, \mu), \\ \omega = \Psi(\rho, \lambda, \mu). \end{cases}$$

L'élimination de λ et μ entre l'équation (1) et les équations (3) donne

$$(4) \quad Q = \Theta(\rho, \omega),$$

lieu des points d'intersection des aiguilles pour chaque valeur de Q . Le réseau des courbes Q constitue la graduation.

On peut disposer des fonctions f et g pour que l'intersection des aiguilles soit graphiquement bien déterminée et pour que le réseau des isolignes comporte des courbes espacées le plus régulièrement possible.

L'emploi de deux arcs de spirales logarithmiques ou d'une droite et d'une spirale logarithmique réalisent notamment des systèmes dans lesquels sera parfaitement défini le point d'intersection des aiguilles.

En général, les Courbes C_1 et C_2 sont telles que, pour des

rotations comprises entre 0° et 360° , elles se coupent toujours une seule fois dans le plan du cadran.

Les appareils de cette classe s'accommodent fort bien de la forme circulaire ordinairement adoptée dans les appareils de mesure usuels. Ils ne supposent aucune difficulté spéciale de construction. La réalisation d'axes concentriques est d'un emploi courant en horlogerie.

Quant à la fabrication des aiguilles, c'est affaire de matrices de découpage ou de gabarits de mise en forme, soigneusement établie. Il est toujours possible, d'autre part, de vérifier, à chaque instant, par des procédés simples, la permanence de la forme des aiguilles. On peut les construire très légères en employant le celluloïd, la fibre. Mais les aiguilles métalliques filiformes donnent de bons résultats.

Nombreuses sont les applications de ce principe. Nous en citons deux.

1° *Appareil indicateur de vitesse relative pour aéronef.* — Un organe barométrique mesure la pression P_1 de l'atmosphère ; un organe manométrique la dépression $P_1 - P_2$ au col d'un ajutage de Venturi. Ces organes commandent respectivement une aiguille curviligne (spirale logarithmique, en général) et une aiguille rectiligne coaxiale. Les courbes isolignes satisfont à la condition

$$\frac{P_1 - P_2}{a} = \text{const.}$$

($P_1 - P_2 = KaV^2$, a densité de l'air, V vitesse cherchée, K constante dépendant de l'ajutage).

L'instrument réunit, sans confusion, sur le même cadran, les indications suivantes :

- 1° Le produit aV^2 (aiguille rectiligne manométrique) ;
- 2° La pression barométrique (aiguille barométrique) ;
- 3° La vitesse relative, corrigée de l'erreur de densité, par la position de l'intersection des deux aiguilles.

Resterait, pour être rigoureux, à faire la correction de température. En première approximation, on peut construire le réseau des isolignes en adoptant une loi moyenne de répartition des températures aux diverses altitudes. Tant que la température, au moment de la mesure, ne s'écarte pas en valeur absolue de plus de 5° C. de la température moyenne admise, la correction à faire est inférieure au $\frac{1}{100}$ de la lecture. Or, au-dessus de 2500^m , les sondages ne révèlent pas plus de 5° C pour de tels écarts.

Dans une évaluation au $\frac{1}{100}$ près, la correction de température ne s'impose qu'aux faibles altitudes. On peut la faire au moyen des tables à double entrée établies en fonction des vitesses lues V et de la température. On l'a aussi réalisée automatiquement en décalant convenablement l'une des deux aiguilles par un mécanisme différentiel que commande un relais thermométrique.

2° *Contrôles de la carburation dans les moteurs à explosions.*

— Le bon fonctionnement et le rendement normal du moteur à explosions exigent que les proportions en poids d'air et d'essence du mélange explosif soient définies et constantes.

Le poids de l'air dépend de sa densité, le poids de l'essence de la dépression sous laquelle elle est débitée. La condition de carburation constante se traduit par une relation entre la pression extérieure P_1 et la dépression $P_1 - P_2$ sur l'essence.

L'indicateur de carburation est de tous points analogue à l'appareil précédent. Il combine, sur un même cadran, les indications d'un organe barométrique et celles d'un organe manométrique. Les aiguilles se croisent sur une courbe, tracée dans le plan du cadran, et représentant le lieu des points d'intersection correspondant au dosage donné.

L'adjonction d'un connecteur sur la dépression au-dessus de l'essence permet de modifier convenablement le dosage du mélange explosif, moyen plus simple et plus sûr que l'automatisme, souvent illusoire, de la plupart des carburateurs.

Remarque importante. — Si l'on admet que la vitesse d'écoulement de l'air à travers un ajutage est inversement proportionnelle à la racine carrée de la densité, les relations qui expriment les conditions de carburation constante sont indépendantes de la température extérieure.

REVUE DES PUBLICATIONS ÉTRANGÈRES

ELECTRICAL JOURNAL

FUSION ÉLECTRIQUE DU LAITON

H. St John dans *Elect. J.*, (septembre 1919), passe en revue les progrès accomplis dans la fusion électrique du laiton ; il indique aussi les difficultés rencontrées et les caractéristiques des divers procédés actuellement utilisés.

**

ZEITSCHRIFT VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE ÉLECTRO-CHEMIQUE ALLEMANDE

H. Goltschmidt dans *Zeits. Vereines Deutsch. Ing.* (13 et 20 septembre 1919) donne en deux articles des renseignements intéressants sur le développement de l'industrie électro-chimique allemande, et la production des diverses fabrications, les procédés employés, l'avenir de chaque industrie. L'*Aluminium* est préparé à partir de l'alumine et de la cryolithe dans des fours de fer revêtus de graphite, le procédé déjà ancien a été difficilement perfectionné et la plupart des petites unités employées, 100 H. P. environ (200 en Amérique) ont de fortes pertes de courant dans les conducteurs et les connexions. La bauxite doit être traitée par la soude caustique et la proportion de silice contenue, détermine des pertes de soude, des essais ont été faits pendant la guerre en Allemagne pour préparer l'alumine à partir de l'argile, ils n'ont pas réussi. Les usines nouvelles dépendront beaucoup de la France, riche en bauxite. Le procédé Serpek : préparation du nitrite d'Al. à partir de la bauxite et décomposition ensuite par la soude caustique pour obtenir l'aluminate et l'ammoniac, n'était pas réellement industriel avant la guerre. Le *Magnésium* est produit par l'électrolyse de la carnallite fondue ; l'alliage dit « électron » consiste en Mg 95 %, Zn 5 % ; il peut être laminé et embouti mais les opérations demandent une grande adresse. Le *Sodium* est obtenu en électrolysant la soude fondue, l'électrolyse du sel marin est peu satisfaisante car il se forme un sous-chlorure. *Carbure de Calcium* La fabrication du carbure de calcium est devenue très importante, et des usines complètes ont été installées par diverses maisons. On emploie de grandes unités fonctionnant sous 120, 160 volts, 60 000 ampères. L'ouvrier chargé du four est protégé contre les radiations calorifiques, mais les ouvriers utilisés à la charge et à la coulée ne sont pas protégés ; il y a un trou de coulée sous chacune des trois électrodes, capable d'être ouvert par un arc auxiliaire. Les fumées des fours à carbure sont très incommodantes, la précipitation de ces fumées par le procédé Cottrell est seulement partielle. Il y a cinq usines d'azotate de calcium : à Piesteritz, Chorzow, Trostberg (Bavière), Waldshut (Bade) usine de la Lonza, Knappsack vers Cologne. L'*alcool* et l'*acide acétique* ne peuvent se préparer que difficilement en Allemagne à partir du carbure de calcium.

Le *Tungstène* exporté en Angleterre avant la guerre était fondu au creuset à partir du métal en poudre. La production électrothermique du *ferro-tungstène* s'est récemment développée, mais les alliages à haute teneur (au-dessus de 75 % de tungstène) sont réfractaires et ne peuvent être coulés et les alliages à teneur basse sont peu appréciés des métallurgistes. En ce qui concerne le *ferrochrome* l'alliage à pourcentage faible et uniforme de carbone 0,5 à 0,75 est difficile à réaliser dans les fours électriques, cependant cette fabrication s'est développée pendant la guerre et pourra survivre si l'on peut obtenir des minerais de chrome. Un ferrochrome à 10 % de C fut fait par Krupp avant la guerre. Le *Ferrosilicium* est fabriqué également en Allemagne, le silicium lui-même à Jaice en Bosnie, le graphite est obtenu à Ansg. L'*acier électrique* est produit dans les fours à radiation par l'arc (Stassano, Héroult, Girod) et dans les fours à induction. Dans les fours Héroult le chauffage se fait par l'arc, le chauffage direct par le courant est négligeable. Le four Nathusius est un four Girod avec un chauffage électrique spécial du fond. Le besoin de *Ferro-manganèse* dans le raffinage de l'acier peut être

réduit en ajoutant l'alliage fondu électriquement à l'acier, mais il faut de la pratique. Le *cuivre* et l'*étain* des raffineries travaillant le métal des cloches, n'est plus produit par suite du manque de matière première, il en sera de même pour l'étain venant des usines de destannisation au moyen du chlore et l'utilisation de ce dernier produit venant de l'électrolyse des alcalins deviendra difficile. Les procédés principaux d'*électrolyse alcatine* sont ceux de Griesheim et de la compagnie Aussig ; les bacs de cette dernière ne demandent pas des réparations fréquentes, mais peuvent seulement donner le chlorure de potassium ; dans le chlorure de sodium en forme beaucoup de chlorate soluble. La Griesheim Co utilise des anodes de Fe^3O_4 , obtenues par fusion de Fe^2O_3 à l'arc électrique. Le procédé Billiter et la nouvelle cellule Gauss de la Badische Anilin und Sodafabrik, sont employés avec succès. Le *Zinc* très pur (99,7 à 99,9 %) est extrait par électrolyse du sulfate pur ou par distillation du zinc ordinaire dans les fours à radiation, le procédé scandinave vient d'être utilisé en Allemagne ; il n'y a pas de progrès en ce qui concerne le traitement électrothermique des minerais de zinc

**

ELECTRICIAN

DYNAMOS

J. K. Catterson-Smith dans *Electrician* (6 février 1920) considère dans la formule :

$KW = k D^2 l R$ P. M. donnant l'effet utile d'une dynamo, le coefficient k. Celui-ci est en général un ensemble de facteurs renfermant les ampères tours par unité de longueur sur la circonférence. L'auteur estime que cette acception est insuffisante et donne pour k la formule :

$$k = B_g \Delta \left(\frac{\pi^2}{60 \gamma \cdot r_s \cdot t \cdot f_e \times 10^{-11}} \right)$$

ou B est la densité du flux dans l'entrefer, mesurée sur les faces des pôles, Δ la densité de courant dans les spires, γ le rapport de l'arc polaire à la hauteur polaire, r_s le rapport de la largeur d'un sillon interbobinaire à sa hauteur, t la profondeur d'un sillon, f_e son facteur d'espace.

**

PERTES DANS LES TRANSFORMATEURS

R. Kapp dans *Electrician* (13 février 1920) étudie les pertes dans les transformateurs. Les pertes du fer se produisent tant que le transformateur est en relation avec la ligne, chargée ou non. Les pertes du cuivre se produisent seulement quand le transformateur est en charge, elles sont proportionnelles au carré de la charge. En exprimant cela en kw-heures par k v.a. de capacité du transformateur placé, on a : 1) Perte du fer annuelle = Pourcentage des pertes en fer \times 8760 ; 2) Pertes du cuivre annuelle = Pourcentage de la perte de cuivre en pleine charge \times 8760 \times k. ou k est un facteur donné par :

$$(\Sigma \text{ charge}^2 \times \text{Temps}) [(\text{Taux d'efficacité du transformateur})^2 \times \Sigma \text{ temps}]$$

Un graphique montrant la relation entre les pertes du fer et celle du cuivre est indiqué, et on peut l'utiliser pour déterminer rapidement quel est le rapport le plus favorable des pertes pour un schéma déterminé. Un exemple est étudié dans lequel le transformateur le plus économique a un rendement en pleine charge, plus bas que tout autre ; dans ce cas le meilleur transformateur à employer a 0.38 % pertes du fer, 1.14 % pertes du cuivre, et 98.5 % rendement à pleine charge. En comptant 30 francs par k.v.a., ce transformateur serait (dans les conditions d'utilisation examinées) beaucoup plus économique qu'un transformateur coûtant 25 fr. par k.v.a. avec pertes du fer et du cuivre à 0.65 % et un rendement à pleine charge de 98.7 %. Dans un but de concurrence les fabricants tendent à faire des transformateurs avec le maximum d'efficacité en pleine charge, cela est obtenu avec un rapport des pertes de fer aux pertes de cuivre égal à l'unité ; le prix supplémentaire d'un transformateur dans lequel il y a de

faibles pertes du fer et de fortes pertes pour le cuivre, serait de 10 à 20 %. Dans le cas considéré plus haut, le rapport le plus économique du fer au cuivre est environ 1/3, mais il est entendu que ce rapport varie avec la courbe de charge ; il peut se rapprocher de l'unité dans les petits transformateurs et devenir inférieur à 1/3 dans les grands. Des conditions de standardisation déterminent aussi les modèles, mais pour avoir un maximum d'économie, l'acheteur doit spécifier que la somme des pertes du fer et d'une fraction déterminée des pertes du cuivre à pleine charge, doit être la plus faible possible.

Cette fraction qui dépend de la courbe de charge, est 27 % dans l'exemple choisi.

**

INSTITUTE MINING

ECONOMIE DU COMBUSTIBLE

J.-A. Cork et W. Hill dans *Inst Mining Eng.*, (Trans 5,7 août 1919) donnent un résumé des recherches et des résultats obtenus au point de vue de la consommation du combustible dans des usines de types variés. Ces usines appartiennent à la « Midland Coal, Coke and Iron Co Ltd ».

L'appareillage fut établi de façon à employer les sous produits du régénérateur, à récupérer les premiers produits obtenus, enfin à utiliser le supplément de gaz pour obtenir la force électrique. Dans les anciennes usines, la consommation de la vapeur en comprenant les pertes dues à la radiation ou à d'autres causes variait de 16 kg. 07 à 30 kg. 85 par cheval-heure, la vapeur était distribuée sous une pression de 3 kg. 6 à 7 kg. 20 par cm² et l'efficacité thermique atteignait en moyenne 2,26 %. La nouvelle usine, mise en fonctionnement en 1911, agrandie en 1913, produisait depuis cette dernière date jusqu'en août 1914, 5 millions de chevaux ; le facteur moyen de charge atteignait 0.727, le rendement thermique 20,13. L'addition d'une autre machine à gaz en 1918 a amené le nombre d'appareils de l'usine au total de 4 machines à 8 cylindres de 600 chevaux chacune couplées directement avec des alternateurs triphasés de 550 volts, 25 périodes.

**

ELECTRICIAN

CONDUCTEURS D'ALUMINIUM POUR LIGNES DE FORCE

A. Jacob dans *Electrician* (27 juin 1919) résume d'abord les considérations relatives aux lignes de transport à haute tension, puis en fait l'application à l'emploi de conducteurs d'aluminium. La conductibilité de l'aluminium et du cuivre, leur densité, la résistance à la traction etc., sont discutées ; le problème de la flèche des fils est envisagé ainsi que la nature des supports, bois ou acier. Les prix de revient relatifs du cuivre, de l'aluminium, de l'acier-aluminium en tant que conducteurs sont de même calculés ; enfin une étude rapide de quelques systèmes de transmission utilisant des câbles d'aluminium est donnée.

**

ELECTRICAL WORLD

RECONSTRUCTION DES LIGNES DE TRANSPORT

P. Reyneau et H. Seelye dans *El. World* (3 janvier 1920) étudient les principes et les méthodes à suivre dans la reconstruction d'une ligne de force. Coût des améliorations, reconstruction, nouvelle pose, utilisation des vieux matériaux et autres problèmes sont ainsi envisagés.

**

SOUDURE A L'ARC

A. Hudson dans *El. World* (29 novembre, 6 décembre 1919) étudie la théorie de la soudure à l'arc. Quand un arc éclate entre une électrode d'acier et une plaque d'acier, l'extrémité de l'électrode et une partie de la plaque sont chauffées à une température élevée ; du métal est transporté de l'électrode à la plaque. Quelle est la cause de cette transmission ? L'auteur montre que le métal déposé l'est, en partie tout au moins, sous forme de particules très fines projetées de l'électrode par la dilatation de quelque vapeur, peut-être de CO. Les particules expulsées passent à travers

l'arc trop rapidement pour se vaporiser et atteignent la plaque seulement à l'état fluide. Si elles atteignent le métal solide, elles ricochent sur la surface ou s'aplatissent sans fusion, toutes causes de soudure peu solide. Si les particules atteignent le métal liquide, elles le pénètrent et se solidifient avec la surface fondue. Tout produit qui peut accroître le point de fusion de la surface d'une électrode doit, d'après cette théorie, améliorer les conditions sous lesquelles les particules sont projetées à partir de l'électrode. La plupart des recouvrements d'électrodes semblent satisfaire à cela par leur vaporisation et parfois étant donnée la rapidité de l'action, restent dans un état fluide sur les côtés de l'électrode.

Les électrodes rouillées font, en général, du meilleur travail que les électrodes bien nettes, car le point de fusion de FeO est plus élevé que celui de l'acier. L'électrode idéale devrait avoir une écaille externe à point de fusion élevé, formée, par exemple, de tungstène, entourant un intérieur de point de fusion plus bas formé de constituants capables de donner assez de vapeurs pour projeter constamment le métal.

**

ENGINEER

SOUDURE A L'ARC DANS LA CONSTRUCTION DES NAVIRES

O. Kjellberg dans *Engineer* (31 octobre et 7 novembre 1919) étudie quelques propriétés de pièces métalliques soudées à l'arc. Des essais faits sur des pièces uniquement préparées à la soudure électrique ont montré une ténacité de 4.000 kgs par cm², le module d'élasticité est à peu près le même que pour des pièces forgées ou laminées.

Le détail de ces essais est donné. En outre, une statistique est faite des réparations effectuées au moyen de l'arc à Gothenburg depuis 1904 ; 2 068 chaudières, 700 hélices et axes, 243 gouvernails, 158 étraves et étambots ont été réparés. Les soudures défectueuses n'ont pas dépassé 0.5 % dans le cas des chaudières, pour les axes 0.3 %, pour les gouvernails 0.5 % ; en ce qui concerne les étraves et étambots une seule fut défectueuse et encore pas à la place de soudure. Un grand nombre de réparations ont aussi été effectuées sur des chaudières et des vaisseaux classés dans le Lloyd's Register. Enfin les exigences de la guerre ont déterminé des progrès considérables dans l'emploi de la soudure électrique pour la construction de nouveaux vaisseaux. La quantité de soudure à faire dans un navire est énorme, 600 mètres par jour. Le rapport entre la soudure et le rivetage peut s'exprimer ainsi : 600 mètres de soudure contre 7.000 rivets. La possibilité d'obtenir des soudures plus fortes a fait naître des idées nouvelles en ce qui concerne la construction des navires ; par exemple, construire un vaisseau par sections de 1 m. 80, la plupart disposées transversalement tandis que seules les pièces de l'avant sont placées longitudinalement ; c'est la méthode la plus simple. Une journée de huit heures suffirait à la pose, la soudure et l'érection d'une section entière de 1 m. 80 ; on placerait en même temps la machinerie de sorte que, dès que la coque serait prête, le vaisseau pourrait prendre la mer. On estime à 20 % le poids de matière économisée par un tel procédé. La vitesse de soudure la plus grande est 140 cm³ de dépôt par heure, la moyenne, 90. Ainsi un bon soudeur peut achever 4 m. 80 de soudure par heure, si les plaques à souder sont bien assujetties ; une moyenne de 3 mètres est la plus raisonnable. L'énergie électrique utilisée par unité de volume de soudure est la même quelle que soit l'épaisseur.

**

ELECTRICAL WORLD

BRIS D'ISOLATEURS

E. Kallevang dans *El. World* (13 décembre 1919) décrit une méthode permettant de déceler les isolateurs défectueux ; il note entre autres, le fait que des isolateurs restés plusieurs années en magasin sont détériorés. Cette détérioration peut être due à des forces mécaniques ou aux essais électriques. Les isolateurs placés près des chemins de fer se brisent facilement, peut-être par action de SO² qui attaque le ciment et détermine la cristallisation ou encore parce que noircis par la fumée ils peuvent acquérir des températures trop élevées. Le haut pourcentage de fêlures dans

les isolateurs élevés est dû au fait que ces isolateurs sont soumis à des changements trop brusques de température. Les arbres qui sont au voisinage des lignes ou même les surplombent sont une source fréquente de dommages.

ELECTRICAL REVIEW (CHICAGO)

LAMPES ÉLECTRIQUES

C. Shepherd dans *El. Rev. Chicago* (20 décembre 1919) donne des renseignements sur la durée des lampes utilisées dans le Parc Lincoln et cinq autres parcs plus petits de Chicago ainsi que sur les boulevards adjacents. Pour l'éclairage extérieur 1,761 lampes de 400 bougies 15 ampères, sont placées ; pour l'éclairage des monuments, des bords des pièces d'eau 300 lampes allant à un maximum de 1 000 watts ; l'éclairage intérieur est assuré par 6 500 lampes de valeurs variées. La méthode permettant de tenir le compte de la durée d'une lampe est décrite et le nombre d'heures moyen d'éclairage par mois ainsi que le total des mois. Les lampes brûlant toute la nuit (4.000 heures par an), la moitié de la nuit (2.200 heures par an) ou alternativement toute la nuit et une moitié de nuit (3.100 heures par an) ne donnent pas évidemment le même nombre d'heures d'éclairage, mais brûlent presque toutes à la même date. On peut en conclure que la durée de la lampe dépend beaucoup plus du nombre d'interruptions et de fermetures auquel elle est soumise que du nombre d'heures d'emploi.

INFORMATIONS

Le Zinc Métal.

Nous extrayons de *l'Industrie chimique* les renseignements suivants relatifs à la situation du marché français en ce qui concerne le zinc :

Après celle du fer et celle de l'aluminium, la métallurgie du zinc est l'industrie métallurgique la plus importante en France. Notre industrie du zinc n'a pas toujours compris tous les stades de la fabrication. Pendant longtemps, nous nous bornâmes à faire passer au laminoir le zinc importé. Puis nous créâmes des usines pour traiter nos minerais et l'extraction indigène ayant subi de 1898 à 1913 une diminution de près de moitié, nous fûmes, sur une échelle de plus en plus large, tributaires des minerais étrangers.

Cette sujétion pèse sur notre industrie du zinc ainsi que la pénurie de houille (il faut 4 tonnes de houille pour fabriquer une tonne de zinc) et la rareté de la main-d'œuvre. Mais ce sont là des obstacles qui ne s'opposent pas seulement au développement de la métallurgie du zinc en France, mais à celui de toutes les industries métallurgiques françaises.

Production française du Zinc.

La production française du métal était en 1913 de 67.890 tonnes qui se décomposaient comme suit d'après les statistiques de *l'Industrie minière*.

PRODUCTION DU ZINC MÉTAL EN FRANCE EN 1913

Départements	Quantités tonnes	Pourcentage
Nord	37.489	55,2
Pas-de-Calais	9.951	14,6
Aveyron	20.450	30,2
Total	67.890	100,0

La presque totalité des usines sont situées sur le charbon Viviez dans l'Aveyron, Noyelles-Godault dans le Pas-de-Calais ; Auby, Mortagne et Saint-Amand dans le Nord. Il convient d'ajouter Creil dans l'Oise.

Sur ces 67.890 tonnes, 12.750 seulement provenaient des minerais nationaux.

Depuis le début du siècle, notre production de zinc a été croissante, passant de 37.400 tonnes en 1913 à 48.000 tonnes en 1908 et à 67.890 tonnes en 1913.

Bien qu'en progrès la production française du zinc est très faible, si on la compare à la production mondiale qui, à la veille de la guerre, atteignait un million de tonnes.

Production mondiale du Zinc.

La métallurgie du zinc est dominée par la production de trois pays : les Etats-Unis, l'Allemagne et la Belgique qui, à eux trois, ont fabriqué en 1913, 800 000 tonnes, soit les 4/5 de la production mondiale. En 1880, les Etats-Unis ne fournissaient pas 10 % de la production totale, dès 1890, ils donnaient près de 18 %, en 1900 plus de 23 % et en 1913 plus du 1/3 de ce que produit le monde entier.

L'Allemagne et la Belgique ont vu leur importance diminuer sensiblement : produisant 45 % en 1880, l'Allemagne, dès 1900, ne donnait que 33 % et en 1913 28,3 %. La Belgique, pays d'origine de la métallurgie du zinc, autrefois riche en minerais, demande la quasi-totalité de ses blendes et de ses calamines à l'étranger et voit ainsi sa production baisser, par rapport à la production mondiale de 27 % en 1880 à 19,8 % en 1913.

La production mondiale de zinc métal, qui était de 347.400 tonnes en 1890, s'est élevée à 472.000 tonnes en 1900, à 817.000 tonnes en 1910 et à un million de tonnes en 1913. Comment se répartissait ce million de tonnes ? Le tableau suivant, emprunté au *Rapport Général sur l'Industrie française*, publié par le Ministère du Commerce, en donne une idée aussi exacte que possible.

Pays	Production tonnes	Importation tonnes	Exportation tonnes	Consommation tonnes
Etats-Unis	320.300	5.500	12.500	313.500
Allemagne	281.100	55.964	105.107	232.000
Belgique	197.700	20.300	141.600	76.400
France	67.890	39.995	29.732	78.153
Espagne	9.461	—	—	5.900
Grande-Bretagne	59.146	147.300	16.818	194.600
Hollande	24.300	—	—	4.000 (1)
Italie	—	12.448	1.566	10.900 (1)
Autriche-Hongrie	21.707	—	—	40.400 (1)
Norvège	9.287	—	—	—
Russie	7.610	25.700	—	33.300
Australie	3.724	—	—	Div. 20.900

Production mondiale	Consommation mondiale
1.002.295	1.010.053

Ainsi la France ne vient qu'au quatrième rang des producteurs et des consommateurs de zinc. En 1913, sa production ayant atteint 67.890 tonnes et sa consommation 78 153 tonnes, son déficit a donc été de 10 263 tonnes.

Le Commerce extérieur du Zinc en France.

Ce déficit, comment a-t-il été comblé ? D'une façon beaucoup plus complexe qu'on pourrait se l'imaginer tout d'abord, puisque pour y parvenir nous avons importé, en 1913, 39.495 tonnes de zinc et exporté 29.732 tonnes.

Nos importations et nos exportations de zinc se décomposent en zinc en saumons, barres et plaques, en zinc laminé et en limailles et débris de vieux ouvrages.

En 1913, la Belgique nous envoyait 84 % de nos exportations en zinc brut (29.465 tonnes sur un total de 35.172 tonnes) la presque totalité du métal laminé (1 571 tonnes sur 1.594 tonnes) et la moitié du zinc en limailles et débris (1.800 tonnes sur 3.230 tonnes) Mais nous étions fortement exportateurs de zinc en feuilles, ce qui atteste la vitalité remarquable de notre industrie de transformation du métal. En laminé, nous expédions en Belgique un

(1) Estimations

pois double de celui que nous recevions (3.452 tonnes contre 1.571) et nous étions les pourvoyeurs de l'Italie (2.231 tonnes), de la Suisse (995 tonnes), de nos colonies (1.201 tonnes). En zinc en saumons, barres et plaques, nous exportions en 1913, 18 291 tonnes, dont 9.964 à destination de la Belgique, 5.767 tonnes à destination de l'Angleterre et 1.392 tonnes à destination de l'Italie.

La Métallurgie du Zinc et la Guerre.

Du fait de la guerre, la France a été privée de la plus grande partie de ses usines de zinc. Des usines nouvelles et des augmentations de fonderies existantes ont permis de compenser une partie de ces pertes. Les usines nouvelles sont celles de Rochefort à la Cie Royale Asturienne d'Auby (capacité de production : 6.000 tonnes) et de Salindres à la Société des zincs purs (capacité de production : 1.200 tonnes). D'autre part, les usines de Viviez ont accru leurs moyens de production de 24.000 tonnes par an.

En présence des besoins considérables créés par la guerre, les autres pays ne sont pas restés inactifs. La production des Etats-Unis est devenue formidable, passant de 1913 à 1917 de 32.000 tonnes à 712.000 tonnes. La production du Canada, où des installations électrolytiques ont été créées, a atteint 14.200 tonnes en 1917. De son côté, la production anglaise est passée de 59.000 tonnes à 120.000 tonnes. En Australie ont été montées deux ou trois usines électrolytiques, pouvant produire 45.000 tonnes par an. Au point de vue technique, des progrès très intéressants ont été effectués, principalement aux Etats-Unis, dans les installations utilisant l'électrolyse.

La Métallurgie du Zinc et la Paix.

Nous avons rapidement décrit la situation de l'industrie du zinc en France pendant la guerre et au cours de la guerre. Quelles sont ses perspectives d'avenir ?

Le Rapport Général du Ministère du Commerce sur l'Industrie française en trace ainsi les grandes lignes. Nous nouveaux moyens de production permettent une augmentation de 30.000 tonnes. En plus, on peut attendre des nouvelles méthodes électrolytiques une extension de la production du zinc en France de 20.000 tonnes. Ajoutons ces 50.000 tonnes à la production de 1913 et notre production sera près d'atteindre 120.000 tonnes.

Ces 120.000 tonnes de zinc métal exigent un approvisionnement en minerai de 260.000 tonnes que la France peut s'assurer de la façon suivante :

Production de la métropole en 1913.....	50.000 tonnes
» des colonies françaises en 1913.....	150 000 »
» des mines françaises appartenant à des sociétés françaises.....	40.000 »
Augmentation de production au cours de la guerre	20.000 »
Total	260 000 tonnes

La consommation du zinc qui était en France 78.153 tonnes en 1913, atteindra sans exagération 130.000 tonnes. Le déficit de production sera donc de 10.000 tonnes. Il apparaît bien qu'on puisse le combler par une augmentation de production de nos usines et l'emploi de la méthode électrolytique.

Quant aux approvisionnements en minerais correspondant à ce supplément de production, ils pourraient être facilement obtenus par le développement de nos usines pyrénéennes.

École Supérieure d'Électricité.

Promotion XXVI. — 1919-1920

EXAMENS DE SORTIE

Le Jury d'examens de sortie, présidé par M. Berthelot, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur à l'Université de Paris, dans la séance du 29 juillet 1920, a accordé le diplôme d'Ingénieur-Electricien aux élèves dont les noms suivent :

Officiers délégués par le Ministère de la Guerre :

MM. le Capitaine du Génie.....	Laqueille.
— —	Godbille.
le Capitaine d'Artillerie.....	Allain.
— —	Gabeaud.
le Capitaine d'Infanterie.....	d'Ornano.
le Capitaine d'Artillerie.....	Samuel.
le Capitaine du Service Automobile.....	Brissot.

Officiers et Ingénieurs délégués par le Ministère de la Marine.

MM. le Lieutenant de Vaisseau.....	Collin.
— —	Collinet.
— —	Négadelle.
— —	Bonneau.
le Mécanicien principal de 1 ^{re} classe.....	Taillefer.
l'Ingénieur de 1 ^{re} classe du Génie M ^{no}	Mestrand.
l'Ingénieur de 1 ^{re} classe d'Art. nav.....	Jamet.

Ingénieurs stagiaires du Génie Rural délégués par le Ministère de l'Agriculture.

MM. Calvet et Olivié.

Ingénieurs et Elèves-Ingénieurs des Télégraphes.

MM. Lange.	MM. Dupaquier.
Le Corbeiller.	Joly
	Le Touzé.
	Planès.
	Veaux.

Elèves réguliers

MM.		
1 Ozanne.	48 Arpin.	95 Gentien Mey de C.
2 M ^{lle} Bourgoignon.	48 Puig.	96 Astoin.
3 Richemond.	50 Bastide.	96 Peyrouet.
4 Boudot.	50 Vitu.	98 Chavancier.
5 Mangez.	52 Holtzapffel.	99 Lefèvre.
6 Heidmann.	53 Moniol.	100 Chrétien.
7 Devaud.	54 Kocchlin.	100 Pradon.
8 Lemenand.	54 Lucquet.	102 Lerond.
9 Clavier.	56 Laroche.	103 Dusolot.
10 Breil.	56 Perier.	104 Bouteleux.
11 Girard.	58 Gires.	104 Pionnier.
12 Acquié.	59 Carchereux.	106 Vautrin.
13 Sigrist.	60 Boissé.	107 Murphy.
14 Bourdel.	61 Abrial.	108 Mautrepierre.
15 Poizat.	61 Hoefel.	109 Montaron.
16 Marville.	63 Demetz.	110 M ^{lle} Schnerb.
17 Dormont.	63 Denormandie.	111 Bosio.
18 Bès.	65 Demanche.	112 Baroche.
19 Nabères.	66 Maillard.	113 Schweitzer.
20 Langlois.	66 Petitjean.	114 De Chambure.
21 Carrié.	66 Raynaud.	115 Chambriard.
22 Tausin.	69 Pégourier.	116 Cavallé.
23 Murtin.	70 Mathieu.	117 Guerber.
24 Montandon.	71 Dumora.	118 Souplet.
25 Bellan.	72 Soulié.	119 Artous.
25 Gastine.	73 Petit.	119 Durand (Ch.).
27 Lob-Lévy.	73 Olliver.	121 Choix.
28 Rougeulle.	75 Moinet.	122 Du Bourg de Boz.
29 Wallut.	76 Franc.	123 Sidi.
30 Michel.	77 Bel.	124 Martinoff.
30 Rives.	78 Labouret.	125 Leroux.
32 Pasqualini.	79 Rothstein.	126 Seguin.
33 Geoffroy.	80 Rivière.	126 Stein.
34 Depriester.	81 Jac.	128 Hirtz.
35 Préjet.	82 Coudé du Foresto.	129 Lyon.
36 Datin.	83 Fourcade.	130 Gruat.
37 Djordjévitch.	84 Denizet.	131 Delhaye.
37 Verdelot.	85 Doignon.	132 Corbeil.
39 Risch.	85 Maéder.	133 Hertenstein.
40 Roussel.	87 Moiroud.	134 Prévost.
41 Doat.	88 Lailier.	135 Mounier.
42 Blondin.	89 Magnéz.	136 Lhuillier.
42 Souquière.	90 Souillart.	137 Krasner.
44 Bourgeois.	91 Baratte.	138 Lacheteau.
45 Meynieux.	92 Bouis.	139 Vaugier.
46 Pagès.	92 Millet.	140 Poudière.
47 Poncey-Mounou.	94 Juget.	

Vétérans :

MM. May (1913-14).	Jauregui (1918-19).
Laurent (1918-19).	Naudin (1918-19).

Union des Syndicats d'Ingénieurs.

La Commission intersyndicale du Statut militaire de l'ingénieur composée de MM. Albert Ranc et Sorde, ingénieurs-chimistes ; Guéry, Raoux, de Richemont, Rieunier, ingénieurs-électriciens ; Bourgeois, Chol, Petit, ingénieurs-mécaniciens ; a remis au bureau de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs le rapport de M. de Richemont sur la mobilisation technique et industrielle. Ce document, qui envisage la création d'un organisme supérieur réglant cette mobilisation ainsi que toutes les mesures à prendre pour assurer le passage rapide de la situation de paix à la situation de guerre des usines et autres établissements scientifiques et techniques, a été renvoyé à l'examen d'urgence des Conseils d'administration des divers syndicats.

LÉGISLATION

liste par ordre chronologique des arrêtés et décrets se rapportant aux industries de la houille blanche et de la houille noire (juillet, août, septembre, 1920).

Arrêté fixant les prix de vente aux consommateurs des agglomérés (briquettes et boulets ovoïdes) en provenance des mines affiliées à la chambre de compensation des houillères du Centre (arrondissement minéralogique de Clermont-Ferrand (*Journal Officiel* du 25 juillet 1920, page 10643).

Décret nommant des professeurs titulaires à l'école nationale supérieure des mines (*Journal Officiel* du 27 juillet 1920, page 10780).

Décret nommant des professeurs titulaires à l'école nationale supérieure des mines (*Journal Officiel* du 27 juillet 1920, page 10780).

Circulaire pour les importateurs consommateurs et importateurs revendeurs de charbon (*Journal Officiel* du 27 juillet 1920, page 10780).

Décret déclarant d'utilité publique l'établissement d'une canalisation dite « pipe line » servant au transport du Havre à Paris des huiles de pétrole (*Journal Officiel* du 28 juillet 1920, page 10800).

Décret fixant le nombre des membres du Comité consultatif des charbons (*Journal Officiel* du 28 juillet 1920, page 10828).

Arrêtés nommant des membres du Comité consultatif des charbons (*Journal Officiel* du 29 juillet 1920, page 10828).

Décret déclarant d'utilité publique l'établissement d'une canalisation dite « pipe line » servant au transport du Havre à Paris des huiles de pétrole (*errata*) (*Journal Officiel* du 2 août 1920, page 11030).

Arrêté fixant les prix de vente des charbons de provenance britannique (*Journal Officiel* du 2 août 1920, page 11031).

Arrêté fixant les prix de vente des charbons de provenance américaine (*Journal Officiel* du 2 août 1920, page 11033).

Arrêté fixant le prix de vente aux consommateurs des agglomérés en provenance des houillères d'Ahun (*Journal Officiel* du 2 août 1920, page 11033).

Arrêté relatif à la péréquation des charbons à gaz (*Journal Officiel* du 3 août 1920, page 11065).

Arrêté fixant les prix de vente des charbons britanniques (*errata*) (*Journal Officiel* du 7 août 1920, page 11389).

Arrêté relatif à la péréquation des charbons à gaz (*erratum*) (*Journal Officiel* du 7 août 1920, page 11390).

Décret portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 16 octobre 1919, en ce qui concerne la forme et la procédure d'instruction des demandes de concessions d'usines hydrauliques sur les cours d'eau et les lacs, l'instruction des projets et leur approbation, ainsi que la forme des enquêtes relatives

à l'établissement des servitudes (*Journal Officiel* du 8 août 1920, page 11468).

Décret portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 6 octobre 1919, et fixant la forme et la procédure d'instruction des demandes d'autorisation d'usines hydrauliques sur les cours d'eau et les lacs, l'instruction des projets et leur approbation (*Journal Officiel* du 8 août 1920, page 11471).

Décret portant règlement d'administration publique pour l'application de l'article 28, paragraphe 2°, de la loi du 16 octobre 1919 et approuvant le modèle de règlement d'eau pour les entreprises autorisées sur les cours d'eau domaniaux et non domaniaux (*Journal Officiel* du 8 août 1920, page 11473).

Note aux consommateurs de charbons (*Journal Officiel* du 14 août 1920, page 11889).

Décret portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 23 avril 1919 sur la journée de huit heures dans les entreprises de production et de distribution d'énergie électrique de la région parisienne (*Journal Officiel* du 2 septembre 1920, page 12853).

Arrêté fixant le nombre des représentants des exploitants de tourbe appelés à siéger au sein de la commission de la tourbe (*Journal Officiel* du 2 septembre 1920, page 12784).

Arrêté nommant un membre de la Commission de la tourbe (*Journal Officiel* du 2 septembre 1920, page 12784).

BIBLIOGRAPHIE SCIENTIFIQUE

Mesures Electrotechniques, par Albert TURPAIN, Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers, chargé du Cours d'Electricité industrielle.

Un volume 16 × 25 de 183 pages, avec 105 figures. Prix (majoration comprise), 20 francs. — Dunod, éditeur, Paris. — En vente à la librairie Rey, Grenoble.

Suivant la méthode inaugurée, il y a quinze ans déjà, par l'auteur — et qui fit le succès de ses ouvrages de Physique expérimentale — les mesures pratiques d'électricité industrielle nécessaires à l'étudiant, à l'ingénieur, à l'électricien, sont ici systématiquement exposées.

La réunion, dans des tableaux d'expérience judicieusement disposés, des données, permet de dégager immédiatement le résultat cherché, tant en ce qui concerne la technique expérimentale des courants continus que des courants alternatifs.

Les Compteurs d'électricité, par M.-R. FICHTER, ingénieur I. E. N. — Un volume 16 × 25 de iv-223 pages, avec 155 figures. Prix (majoration comprise), 24 francs. — Dunod, éditeur, Paris. — En vente à la librairie Rey, Grenoble.

L'ouvrage de M. Fichter explique sans détails superflus, mais avec tous renseignements utiles, le fonctionnement des divers types de compteurs, employés tant dans la pratique courante que pour les tarifications modernes les plus spéciales. Conçu dans un esprit éminemment pratique, en même temps que critique, dit M. Mauduit dans sa préface, il constitue un guide qui sera bien vite reconnu indispensable à l'ingénieur et au monteur, auxquels il fournira, nettement et rapidement, la solution de tous les problèmes posés par l'utilisation des compteurs : mode de branchement, étalonnage et réglage, recherche des défauts ou accidents.

Le Gérant : P. LEGENDRE

Anc. Etabls LEGENDRE, 14, rue Bellecordière, Lyon. — J. BATAILLARD, Directeur.