

Une autre grande voie navigable a été étudiée par les Allemands entre Wesel et Emden. Elle consisterait en un grand canal à profondeurs de 4<sup>m</sup>50 à 5 mètres qui serait relativement peu coûteux (235 millions de marks d'après l'étude de MM. Herzberg et Taak de 1912 <sup>(1)</sup> pour 220 kilomètres), pour une voie accessible à des navires de 2.500 tonnes, reliant la mer du Nord à la fosse du Rhin, profonde de 4<sup>m</sup>50. Elle paraît vue par la Hollande avec la plus grande défaveur. C'est une voie d'intérêt exclusivement allemand, destinée à ramener sur un port allemand le trafic de la Westphalie qui s'écoule aujourd'hui par Rotterdam.

#### IV. — ENSEMBLE DES PROBLÈMES POSÉS

Les grandes voies de navigation internationale où la navigation doit être « libre » sont donc :

1° Celle qui traverse l'Europe de Rotterdam à la mer Noire, voie inachevée aujourd'hui entre Aschaffenburg et Linz, voie à compléter par l'embranchement de la Belgique, de Bonn à Juliers et Anvers, et par un embranchement sur l'Etat tchéco-slovaque ;

2° Celle qui reliera Ratisbonne par le lac de Constance à Bâle et Huningue et, de là, au canal du Rhône au Rhin transformé et éventuellement à une dérivation badoise du Rhin ;

3° Celle qui, à travers la Moravie, reliera le Danube à l'Oder et à la Vistule.

Pour ces voies du domaine public international, des questions auront à se poser :

De l'organisation d'un service international de fonctionnement des écluses, avec un personnel international d'éclusiers, premiers gendarmes de l'Europe :

D'un partage du débit du Rhin entre le canal alsacien et le canal badois ;

De la perception des taxes des travaux de construction et d'entretien des diverses voies navigables ;

De la délimitation nationale des lits et des berges des fleuves et des emprises des canaux avec leurs dépendances.

Par ces emprises, le monde peut prendre des garanties contre la Prusse jusqu'en Westphalie même, au droit du canal du Rhin à Herne et à Dortmund, pour l'écoulement des charbons westphaliens.

Des réparations peuvent être données aux Tchéco-Slovaques — qui seront au cœur du grand réseau navigable d'Europe et devront avoir plusieurs accès sur ce réseau — et aux Belges qui devront n'être plus isolés du Rhin.

Le canal de la Belgique au Rhin, équivalent d'une nouvelle branche de ce fleuve, semble pouvoir donner à la France et à la Belgique un outil indispensable de leur prospérité économique et une barrière fortifiée, complément de celle du Rhin.

UN INGÉNIEUR.

## LES EMPLOIS DE LA TERRE DE ZIRCON

### COMME RÉFRACTAIRE

Extrait de *Iron Age*, 11 juillet 1918.

Ce sujet a été traité par M. J.-A. Andley devant la Section des Réfractaires de la British Ceramic Society.

Comme un grand nombre d'autres terres, le zircon est une simple combinaison de l'oxygène avec un autre élément, dans ce cas le zirconium.

Au cours des dernières années, une abondante source de zircon a été découverte dans la baddeleyite minérale cons-

tituée par 80 à 94 et parfois jusqu'à 98 % de zircon associé à de la silice, de l'oxyde ferrique, de l'alumine, de l'acide titanique, et des traces de magnésie, d'alcali et d'autres substances. La teneur moyenne de la baddeleyite en zircon est de 84 %.

*Propriétés et composition.* — Le zircon peut être fondu et volatilisé au four électrique (360 ampères, 70 volts). Sa résistance à l'action des scories acides ou basiques est très grande. Sa conductibilité pour la chaleur est remarquablement faible et son coefficient de dilatation est très bas ; son coefficient linéaire est, en effet, de 0,000.000.84, voisin de celui du quartz ; aussi les objets en zircon peuvent-ils, étant chauffés au rouge, être plongés dans l'eau sans subir le moindre avarie. La terre de zircon naturelle, contenant 80 à 84 % et plus de  $ZrO_2$ , possède toutes ces propriétés. Elle est également inattaquable aux cyanures et aux alcalis en fusion, étant seulement attaquée sérieusement par les bisulfates et les fluorures à la fusion. Sa dureté est très grande. Sa faible conductibilité pour l'électricité (sauf à très haute température) la rend utilisable pour la constitution des pièces isolantes aussi bien que pour la fabrication des appareils de chauffage électrique.

L'analyse d'un échantillon-type de baddeleyite a donné les résultats suivants :

$ZrO_2$ .....	84.10
$SiO_2$ .....	7.74
$Fe_2O_3$ .....	3.10
$TiO_2$ .....	1.21
$Al_2O_3$ .....	0.66
Perte au feu.....	2.72

99 53

*Applications techniques.* — Il est préférable de cuire la terre de zircon brute à une température supérieure à celle que doit ultérieurement supporter l'objet : sinon, la terre de zircon étant un mauvais conducteur de la chaleur, l'objet se fendille.

La terre de zircon peut être améliorée dans de fortes proportions par la séparation de l'oxyde de fer, dont la moitié peut être éliminée par traitement à l'acide sulfurique ou chlorhydrique dilué. Une autre particularité, signalée par le docteur Rosenhain, est la grande facilité de carburation du zirconium à haute température ; le carbure de zirconium ainsi formé jouit de propriétés différentes de celles de l'oxyde, tout en restant réfractaire et en conservant sa grande dureté. Cependant, le zirconium ne se carbure pas dans un four ordinaire où règne une atmosphère suffisamment oxydante.

Divers brevets ont été pris en Allemagne, concernant des modes d'utilisation de la terre de zircon. Comme réfractaire elle a été appliquée en 1904 par Pyfahl à la fabrication des moules cornues et tubes et, en 1906, par la Heraeus Compagnie, à la fabrication des creusets pour la fusion du quartz. Enfin les filaments des lampes électriques Nernst, Sanders et Zernig sont à base de zircon.

*Revêtement des fours électriques.* — Le point de fusion élevé, la faible conductibilité thermique et le coefficient de dilatation peu élevé de la terre de zircon la rendent particulièrement applicable à la constitution des revêtements des fours électriques à arc, la terre de zircon naturelle convenant d'ailleurs parfaitement pour cette application.

L'apparition sur le marché, à des prix comparativement raisonnables, de la terre de zircon, permet son emploi dans la fabrication des briques réfractaires. Le prix de revient d'un revêtement de zircon, plus élevé que celui d'un revê-

(1) Etude parue dans *Technik et Wirtschaft*

tement en magnésie par exemple, étant largement compensé par les nombreux avantages du zircon.

Un revêtement en zircon, dans une aciérie de Remscheid, était encore en parfait état après quatre mois de service et capable de résister pendant une nouvelle période de quatre mois avant de nécessiter une réparation. Il résulte des calculs effectués que l'économie réalisée sur les frais d'entretien atteint 50 % avec le revêtement en zircon comparativement aux revêtements ordinaires; encore cette estimation ne tient-elle pas compte des économies réalisées par l'augmentation de la production et l'augmentation du rendement.

*Aciers au zirconium.* — Une autre application intéressante du zirconium est la fabrication du ferrozirconium, tenant jusqu'à 35 % de zirconium, au moyen de la poudre d'aluminium employée avec succès en Allemagne pour la préparation des aciers au zirconium pour plaques de blindage, projectiles de rupture, boucliers, pare-balles, etc. Les aciers au zirconium ont une très grande dureté et on assure qu'une plaque de blindage de 1 cent. en acier au zirconium équivaut à une plaque de 3 cent. du meilleur acier allemand.

Un mélange en parties égales de zircon et de carborundum, celui-ci étant grossièrement pulvérisé, constitue un produit de très haute qualité réfractaire, sans avoir la tendance au fendillement et à la perte de cohésion du zircon seul.

Le brevet allemand 287.122 (1913) spécifie pour les moules à zinc un mélange réfractaire composé de 1 à 10 % de terre de zircon, 33,3 % d'argile et de l'argile réfractaire.

Pour la combustion sans flammes, dans le brevet allemand 284 395 (1914), Knöfler spécifie l'emploi de la terre de zircon, avec ou sans oxyde titanique, pour la constitution du réfractaire poreux.

Le carbure de zirconium raie le quartz et on a proposé son emploi pour la taille du verre et comme abrasif. Un mélange de 90 parties de carbure de zirconium avec 10 parties de ruthénium a été suggéré pour la constitution des filaments de lampes, le carbure étant un bon conducteur d'électricité.

Dernièrement, O. Ruff et G. Lauschke ont effectué des recherches sur les propriétés réfractaires et autres de la terre de zircon seule et mélangée à divers oxydes. Ils ont remarqué que l'addition d'oxydes de beryllium, d'aluminium, de thorium et d'yttrium était avantageuse en raison de leur température de fusion et de leur faible volatilité entre 2.000 et 2.400 degrés. L'addition des oxydes de beryllium et d'aluminium cause un abaissement du point de fusion, mais dans aucun cas celui-ci ne descend au-dessous de 2.400°. Les oxydes de thorium et d'yttrium sont facilement réduits en carbures, mais en mélange avec la terre de zircon ces deux oxydes sont protégés, de sorte que le point de fusion du mélange ne subit qu'un faible abaissement. La magnésie paraît moins avantageuse; chauffée seule elle se volatilise très rapidement et en mélange avec la terre de zircon sa volatilité est encore considérable. La silice fond à 1.850° et se volatilise même au mélange avec le zircon.

*Creusets en terre de zircon.* — Au cours d'essais les petits creusets de zircon ont résisté au feu jusqu'à 2.200-2.400 degrés, tandis que, dans les creusets en terre de zircon brute, les constituants moins réfractaires, et notamment la silice, se volatilisent au-dessous de 2.000 degrés. Aux températures comprises entre 2.200 et 2.400 degrés les creusets acquièrent une structure plus ou moins cristalline, résultant de la sublimation du zircon.

Les pertes de poids au feu, dues à la formation d'oxydes

inférieurs, de carbures, à la volatilisation du zircon et des divers oxydes ajoutés, sont particulièrement importantes avec les compositions contenant de l'oxyde de beryllium, de l'alumine et avec la terre de zircon brute. Les creusets en zircon pur ont une densité d'autant plus grande qu'ils ont été cuits à une température plus élevée.

Les variations de poids des creusets dans le four électrique sont dues : 1° à la réduction du zircon en présence de l'atmosphère réductrice, 2° à la volatilisation des oxydes ajoutés; 3° à la sublimation du zircon.

La réduction était moins importante avec des creusets cuits à 2.000° qu'à des températures supérieures.

Les additions suivantes ont été reconnues les meilleures pour les diverses températures :

2.000° : 1 % d'alumine ;

2.200° : 1 % d'oxyde de thorium ;

2.400° : 1 à 3 % d'oxyde d'yttrium

Des additions en proportions plus fortes n'ont pas d'utilité et augmentent la porosité de la matière.

En petites quantités, l'oxyde de beryllium et la magnésie réduisent la porosité. Les additions de silice ont une action défavorable.

P. GUIET.

Ingenieur E. C. P.

## LE COMITÉ D'ÉLECTRICITÉ

Le *Journal Officiel* du 12 janvier a publié un rapport du directeur de la Voirie routière, qui préconisait l'établissement, à Paris, d'un organisme chargé de préparer, provoquer et coordonner les études et recherches entreprises par les Instituts techniques et les industriels s'intéressant au développement des forces hydrauliques en France.

Ce rapport a été suivi d'effet, puisque le ministre des Travaux publics et des Transports a pris les décrets et arrêtés que nous publions ci-dessous. Nous reproduisons d'abord le rapport de M. Mahieu, directeur de la Voirie routière, concluant à la création du Comité d'électricité :

Le remarquable développement des industries hydro-électriques au cours des dernières années, le rôle grandissant qu'elles sont appelées à jouer dans l'économie nationale, font un devoir aux pouvoirs publics d'aider au perfectionnement possible et nécessaire de leur technique encore imparfaite. Le champ à parcourir dans ce domaine est, pour ainsi dire, illimité. D'une part, en effet, la nécessité d'équiper des chutes d'une puissance unitaire de plus en plus élevée, le souci d'utiliser le plus complètement possible toute la puissance disponible aux divers états du cours d'eau, ont singulièrement compliqué les problèmes d'hydro-dynamique; la mesure des gros débits, l'évaluation des pertes de charge, les coups de bélier, le rendement des moteurs, l'utilisation d'appareils spéciaux pour renforcer les chutes, amorcer ou désamorcer les conduites; enregistrer les charges, etc., sont autant de questions dont la solution permettra d'améliorer le rendement des ouvrages et appareils hydrauliques.

D'autre part, et en même temps que se poursuivra la mise au point de la partie hydraulique des installations de la chute, la transformation de la force dynamique des cours d'eau en énergie électrique devra également faire l'objet d'études attentives.

Enfin, les utilisations diverses du courant ainsi produit et notamment les fabrications électro-chimiques et électro-métallurgiques où la concurrence étrangère, au retour de la paix, sera particulièrement redoutable, doivent bénéficier des re-