

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 66 (1940)
Heft: 19

Artikel: Restrictions et économies dans le domaine de l'énergie
Autor: Delley, Ed.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-50668>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 11.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Tableau récapitulatif des coefficients de débit.

α		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.9
$\frac{Q}{K\Delta H}$	Expériences	—	0.312	0.392	0.475	0.59	—	0.746	—	0.95	1.13	—
	1 ^{re} solution	0.26	0.34	0.42	0.50	0.59	0.71	0.79	0.87	0.99	1.13	1.70
	Ecart + %	—	8.2	6.6	5	0	—	5.5	—	4.0	0	—
	2 ^{me} solution	0.146	0.22	0.29	0.35	0.42	0.50	0.54	0.61	0.65	0.73	0.96
	Ecart — %	—	29.5	26	29	28.5	—	22.5	—	31.5	35	—
	3 ^{me} solution	0.166	0.25	0.328	0.408	0.5	0.61	0.68	0.76	0.86	1.00	1.5
	Ecart — %	—	19.8	16.3	15.8	15.2	—	8.8	—	11.5	—	—
	Méth. graph.	—	0.32	—	—	0.59	—	—	—	—	1.01	—

Restrictions et économies dans le domaine de l'énergie

par ED. DELLEY, ingénieur, Fribourg.

La crise aiguë du combustible et du carburant dont souffrent la plupart des pays européens, une année après l'ouverture des hostilités, est assurément aggravée, dans une très large mesure par les difficultés du transport ; elle est due surtout à une pénurie, causée par une extraction excessivement ralentie de certains gros bassins houilliers et par les besoins considérablement accrus, dans les pays en guerre, des fabriques d'armements et des industries travaillant pour la défense nationale. Cette crise, qui est une crise énergétique, sera demain mondiale pour peu que le conflit s'étende à d'autres continents. Elle atteint déjà, bien qu'assez faiblement encore, des pays riches en combustibles minéraux.

La Suisse est un des pays qui risque le plus de souffrir du manque de charbon et d'essence. Elle s'est trouvée déjà dans une situation précaire pendant l'avant-dernière guerre. Ses importations de charbon qui ascendaient à 3 400 000 t en 1913, d'une valeur de 107 millions de francs, étaient tombées à 2 150 000 t en 1918, valant 316 millions de francs. On dut importer du charbon américain à des prix très élevés. En 1920, deux ans après la fin des hostilités, les principaux arrivages de charbon (45 %) provenaient des Etats-Unis. La tonne de charbon valait alors, en moyenne, 205 fr. (franco station frontière) contre 31 fr. 30 en 1913. Et l'on était satisfait de pouvoir en importer, même à ce prix.

A la veille de la présente guerre, en 1938, nous ne couvrons, par nos propres ressources, bois et électricité, que le quart, à peine, de nos besoins d'énergie¹. Cette année-là, nos importations de charbon se sont élevées à près de 3 350 000 t valant 128 millions de francs ; celles de 1939, à 4 000 000 t valant 167 millions. L'Allemagne nous a fourni près de 1 740 000 t, la France 583 000 t, la Belgique 566 000 t, la Hollande 440 000 t, l'Angleterre 410 000 t, la Pologne 184 000 t, soit respectivement les 44 %, 15 %, 14 %, 11 %, 10 % et 4,5 % de nos importations totales de charbon. La consommation de résidus de pétrole pour le chauffage a été également importante : 171 100 t en 1938, 193 400 t en 1939, qui nous ont coûté, franco station frontière, sans frais de douane, respectivement

16 567 000 et 17 872 000 fr., en chiffres ronds. Du contingent de 1939, 61 000 t (31 %) provenaient de la Guyane ; 59 000 t (30 %), des Etats-Unis ; 25 300 t (13 %), de l'Iran ; 10 700 t (5,5 %), de l'URSS ; 10 600 t (5,5 %), du Pérou ; 9850 t (5 %), de la France ; 8570 t (4,5 %), de la Roumanie ; 7300 t (3,8 %), de l'Italie. Les marchés français, belge et hollandais, voire même anglais sont momentanément perdus pour nous. L'Allemagne s'est déclarée disposée à nous fournir, cette année, une quantité de charbon équivalente à ce qu'elle nous a livré l'année dernière, y compris la part de la Pologne. Notre approvisionnement en charbon serait donc assuré jusqu'à concurrence du 50 % environ.

La tonne de houille, d'origine sarroise, qui valait en moyenne 38 fr., il y a exactement une année, nous coûtait 66 fr. au mois d'août 1940 ; aux mêmes dates, le prix de la tonne de résidus de pétrole était, respectivement de 102 fr. 50 et de 303 fr. 50 ; et les prix ne font que monter. On frémit en supputant la sortie de numéraire qu'entraîneront nos futurs achats au dehors, avec la hausse prononcée qui se fait de plus en plus sentir, et en envisageant la détérioration du change qui en résultera fatalement.

Notre approvisionnement et notre ravitaillement en essence pour moteurs (benzine et huile lourde) ne se présente pas sous des conditions plus favorables que ceux en charbon. Le rationnement sévère auquel sont soumis les véhicules à moteurs de toutes catégories est suffisamment éloquent par lui-même pour que nous en parlions encore ici. Nous avons importé un peu plus de 216 000 t d'essence en 1938, près de 205 000 t en 1939. L'année dernière, les livraisons de la Roumanie se sont élevées à 91 000 t environ, c'est-à-dire à 44 % du total, celles des Etats-Unis à 59 000 t (29 %), celles de l'Iran à 34 500 t (17 %), celles de la Guyane à 10 500 t (5 %). Le marché roumain, le seul sur lequel l'acheteur européen puisse encore s'approvisionner n'est accessible que pour autant que la situation ne s'aggrave pas dans les Balkans. Quant à l'Amérique, il n'est pas possible de dire aujourd'hui si nous pourrions jamais recevoir, au cours du présent conflit, et du charbon et de l'essence en quantités appréciables.

La situation est donc dangereuse, angoissante même. Nous ne nous tirerons de ce mauvais pas qu'en diminuant à l'extrême notre consommation d'énergie importée et en faisant intervenir notre production indigène de bois, de charbon et d'électricité. Il faudra se restreindre en tout, en supprimant non seulement le moindre gaspillage, mais encore les plus

¹ Voir *Bulletin technique* du 26 août 1939, p. 228.

modestes emplois de luxe, et en réalisant des économies dans tous les domaines. Restriction et économie, mais surtout et avant tout, économie stricte, poussée jusqu'à l'avarice la plus sordide : tel est le cri à jeter par les économistes et par les techniciens.

On parle beaucoup de restriction, avec raison d'ailleurs. Mais, se restreindre, c'est quelque chose de plus facile à dire qu'à faire, surtout sur les postes qui intéressent la vie industrielle du pays. L'industrie ne peut pas continuer son activité si elle ne dispose pas d'une quantité de charbon suffisante. Supprimer des trains sur les lignes de chemins de fer, réduire par trop le nombre des courses quotidiennes d'une ligne d'autocars, ou la quote-part de carburant d'un camion automobile, c'est occasionner une crise des transports de toute une contrée. La consommation domestique de combustible peut être réduite par une privation plus ou moins résignée des habitants, mais c'est une privation pénible à supporter. Et si, d'une façon générale, — la question de l'emploi du combustible dans la consommation domestique mise à part — on n'a pas le droit de nous accuser de gaspillage, cela ne veut pas dire que nous soyons toujours assez économes ; les pauvres ne le sont jamais trop.

Poussés par le dur aiguillon du besoin, nous voici donc contraints à économiser encore plus l'énergie mise à notre disposition, de toutes les manières et dans tous les genres d'utilisation. Mais l'accord auquel chacun se rallie lorsqu'on parle d'économie est moins complet quand on passe à l'examen des voies et des moyens qui conduiront au résultat. Jamais problème plus difficile n'a été posé aux ingénieurs. L'objet de ces notes n'est pas de discuter toutes les solutions suggérées, les méthodes préconisées et les mesures prises par les pouvoirs publics ; certaines de ces suggestions ont eu les honneurs d'une publication dans le présent Bulletin¹. Nous nous permettons de revenir aujourd'hui sur quelques-unes d'elles et de les développer un peu plus longuement. L'intérêt national est tellement engagé dans l'économie de l'énergie sous toutes ses formes, chaque tonne de combustible ou de carburant brûlée, chaque kWh consommé en moins augmentent tellement l'actif du pays qu'il ne faut reculer devant aucun moyen pour obtenir ce résultat. La plus ou moins parfaite utilisation de l'énergie thermique et hydraulique ne doit pas dépendre uniquement de la bonne volonté ou du savoir-faire de chacun. Il faut recourir à des méthodes nouvelles et à des procédés meilleurs ; il faut surtout coordonner l'ensemble des efforts faits dans ce but. Toutefois, méfions-nous des solutions trop générales ; gardons-nous aussi d'accorder à l'intervention de l'Etat une puissance qu'il ne possède pas.

* * *

On perd de l'énergie de deux façons : soit qu'on l'utilise mal, soit qu'on ne l'utilise pas immédiatement et qu'on ne l'accumule pas pour en former des réserves. Dans le premier cas, nous faisons surtout allusion au charbon et au bois ; dans le second, à l'électricité.

Comment perd-on du charbon ? Principalement de deux manières :

Dans les lavoirs, sur le carreau des mines ;
dans les foyers industriels et domestiques.

A première vue, les pertes de charbon dans les lavoirs peuvent nous paraître indifférentes. Mais, à cause de l'augmentation continue des tarifs de transport et des difficultés techniques de toutes sortes dans lesquelles se débattent actuellement les compagnies de transport étrangères (manque de

matériel roulant, horaires réduits, voies embouteillées, etc.), nos industriels ont et auront toujours plus un grand intérêt à n'employer que des combustibles très propres. Toute réduction de la teneur en cendres se traduit par une économie proportionnelle sur les frais de transport et par une accélération de nos approvisionnements. De plus, les charbons lavés et régulièrement calibrés brûlent plus aisément que le charbon tout-venant. On peut, dès lors, réduire le nombre des chauffeurs, ouvrir moins fréquemment les portes des foyers, espacer le nettoyage des grilles et des carneaux de fumées. En un mot, il y a toujours avantage à n'employer que des charbons lavés et calibrés. Sous ce rapport, l'économie peut facilement atteindre 10 à 15 %. Et si, par malheur, nous devons être dans l'obligation d'accepter de l'étranger, en grande quantité, du charbon non lavé, force nous serait peut-être d'étudier, sur notre sol, la question du lavage de ce charbon.

La perte de charbon dans les foyers industriels et domestiques est plus sensible pour notre économie. Pour bien juger la question, il faut avoir une idée de la façon dont se répartit la consommation suisse de charbon importé. Sur la base des chiffres valables pour l'année 1936, lesquels n'ont guère subi de modification en 1938, la répartition de nos importations de charbon en milliers de tonnes s'établit, en gros, comme suit :

	Houille ¹	Coke	Total
Chemins de fer fédéraux et privés	170	—	170
Usines à gaz	670	—	670
Artisanat et industrie . .	1100	—	1100
Consommation domestique	400	850	1250
Total	env. 2350	850	env. 3250

Sur la quantité de houille qui leur a été attribuée, les usines à gaz ont mis à la disposition du pays 365 000 t de coke, en majeure partie destiné à la consommation privée. On se rend compte donc de l'importance de cette dernière avec ses 400 000 t de houille, ses 850 000 + 365 000 = 1 215 000 tonnes de coke importé et fabriqué, sans compter une très grosse part des 170 000 t de résidus de pétrole pour le chauffage ; voilà des postes qu'il faudra, coûte que coûte, réduire dans l'avenir. Cette réduction ne pourra se faire que par la généralisation du gaz pour les besoins domestiques et par une amélioration du développement, de l'entretien et du gouvernement des phénomènes de la combustion dans les foyers. Ainsi, on estime que 50 m³ de gaz de ville — consommation moyenne mensuelle d'une famille de 5 personnes faisant exclusivement usage du gaz, à l'exception toutefois du chauffage d'appartement — équivalent à 200 kg de houille brûlés dans des fourneaux domestiques. Or, pour produire 50 m³ de gaz, il ne faut que 125 kg de houille, et il reste encore un disponible de 70 kg de coke, 7 kg de goudron, 1,2 kg de benzol, de l'ammoniaque, etc. On devrait donc suivre l'impulsion heureuse et féconde donnée par l'industrie gazière suisse pour développer les usages domestiques du gaz. Pour cela, il conviendrait de lui permettre de surmonter la crise de puissance qu'elle traversera sous peu, par suite des circonstances, en l'autorisant notamment à incorporer une plus forte proportion de gaz à l'eau dans son gaz de houille. Il ne saurait certes pas être question de transformer en gaz et en coke, pour la production de chaleur, la totalité de la houille importée ; mais, pour les foyers domestiques, le coke doit être incontestablement préféré à la houille. Une accentuation de la consommation du coke, en lieu et place de la houille brute, ne peut que contribuer à diminuer nos importations, au grand profit de l'économie du pays.

¹ Voir *Bulletin technique* du 26 août 1939, p. 228.

¹ Y compris les briquettes de houille et de lignite.

Deux facteurs sont prépondérants dans la conduite d'un foyer : le combustible et le chauffeur.

On ne saurait prétendre que chaque appareil de chauffe exige son combustible. Pourtant, l'état physique du charbon et sa composition chimique, en particulier sa teneur en matières volatiles et en cendres, la plus ou moins grande fusibilité de ces dernières ont une influence sur le rendement qui varie aussi avec la forme du foyer, avec celle de la grille et avec l'intensité du tirage. Mais, bientôt, on brûlera le charbon qu'on trouvera, sauf à l'employer le mieux possible. Cet emploi dépend du chauffeur dont le rôle ne saurait être trop apprécié. Son influence sur l'économie du combustible est énorme ; il peut contribuer à réaliser une grande réduction sur les pertes, inévitables, d'un foyer déterminé et faire gagner sur l'ensemble des foyers du pays quelque 100 000 à 200 000 t de charbon annuellement. Les écoles de chauffeurs, des cours d'instruction pour les chauffeurs de l'industrie et des gros immeubles locatifs, grands consommateurs de charbon, des conférences techniques faites à leur usage, des concours constituent des éléments de formation et de perfectionnement qu'on devra développer chez nous. Pour tirer de la corporation des chauffeurs tous les résultats qu'elle doit produire, il ne sera que juste de témoigner à ces modestes collaborateurs le cas que l'on fait de leurs services, en même temps que l'on pourra stimuler leur zèle et leur bonne volonté en les intéressant aux économies réalisées par eux. Cela se pratique déjà dans l'industrie. Rien ne s'oppose à ce qu'on étende ces mesures aux chauffeurs des foyers des grands chauffages centraux.

Les causes essentielles du mauvais rendement des foyers sont de trois sortes :

- la combustion imparfaite (pertes par les escarbilles) ;
- le mauvais réglage de la combustion donnant lieu à un excès d'air dans les fumées ;
- la température excessive des fumées à la sortie des foyers.

Les pertes par escarbilles peuvent atteindre, dans les foyers industriels 5 à 6 %, dans les foyers domestiques 8 à 10 % de la quantité de combustible employée. On les récupérera, en grande partie, par un tamisage des scories et des cendres et par un triage à la main des déchets encore combustibles en vue de leur réutilisation.

On remédie au mauvais réglage de la combustion en surveillant de près la dépression de l'air derrière l'autel, et en contrôlant de façon permanente, avec un économètre, la teneur en acide carbonique (CO₂) des gaz d'échappement.

On obvie à la perte par les fumées en intercalant entre le foyer et la cheminée des récupérateurs de chaleur, tels que les économiseurs-réchauffeurs d'eau ou les réchauffeurs d'air comburant. L'emploi d'air chaud peut avoir une répercussion très importante sur le combustible consommé, soit en qualité, soit en quantité : en qualité, en permettant d'obtenir un résultat déterminé par l'emploi de combustibles de moindre valeur ; en quantité, en utilisant plus complètement les calories dégagées. L'appareil nécessaire à ce contrôle est un pyromètre qui fera connaître la température des gaz brûlés au sortir des carneaux, à l'entrée de la cheminée.

Il s'agit donc de se procurer, dans toute chaufferie un peu importante, trois instruments dont l'achat ne sera pas ruineux, mais dont la valeur sera récupérée, très rapidement, par le bénéfice réalisé sur le charbon. Ce sont : un pyromètre, un déprimomètre et un doseur d'acide carbonique. Les chiffres qu'on lira sur ces appareils varieront avec la forme, la nature et la qualité du combustible, avec la perfection plus ou moins grande de l'installation, et leur valeur absolue peut donner lieu à discussion. Mais leur valeur relative constitue un critérium de la marche du feu et, par suite, du travail du chauffeur.

Les observations faites sur ces trois indicateurs sont plus ou moins liées entre elles, et elles se complètent l'une l'autre ; leurs écarts de la moyenne sont symptomatiques d'une perte qu'il faut restreindre le plus possible. Elles constituent, par la suite, la base d'une règle de conduite pour le chauffeur. Les enregistreurs conduisent à des résultats meilleurs encore par l'inscription des données successives ; les diagrammes relevés montrent les phénomènes dans leur continuité et facilitent leur interprétation, tout en fournissant la preuve matérielle des divers incidents du travail. Le chef d'industrie lira donc, sur ces tracés, l'histoire de sa chaufferie au jour le jour et n'aura pas de peine à estimer les pertes qu'ont pu lui faire subir, d'une part l'indolence ou l'incapacité des ouvriers, d'autre part les vices d'installation de ses générateurs de vapeur ou de son chauffage d'eau chaude, de leurs carneaux, de leurs foyers. L'ensemble de ces pertes atteint fréquemment 30 %, dans certains cas même 40 % alors qu'un contrôle soutenu des phénomènes de la combustion, une transformation de certaines installations anciennes permettraient de réduire ces pertes à 15-25 % en moyenne.

Mais, comme on l'a déjà dit, dans les circonstances présentes, le meilleur contrôle auquel on s'est habitué, l'installation la plus moderne ne suffisent pas toujours pour utiliser le plus rationnellement possible le charbon. La disette actuelle nous obligera sous peu :

- soit à brûler dans les foyers existants n'importe quel combustible, dans maintes installations industrielles du coke ;
- soit à utiliser des charbons de qualité inférieure, très cendrez, contenant beaucoup de menus et dont l'emploi s'avère difficile, dans certains cas impossible, dans les foyers ordinaires.

En ce qui a trait au premier point, il convient de retenir les procédés par mélange, utilisés surtout en Angleterre pendant l'avant-dernière guerre, à titre d'expédients, sous le nom de « sandwich-system » et « blending system », pour alimenter des installations condamnées à brûler des combustibles de fortune, variables selon les circonstances et en tous cas non appropriés au matériel de ces usines. Comme le nom l'indique, le principe de ces appareils repose sur l'alimentation simultanée du foyer par une trémie double, voire même triple, contenant dans chacune de ses parties un combustible différent. Les débits de chacune des trémies sont réglés séparément à l'aide de tiges agissant sur les parois de séparation. On peut donc, en les proportionnant automatiquement sur la grille, faire servir économiquement toutes les qualités de combustible presque sans discrimination. De cette façon, on brûlera de l'antracite ou du coke sans crainte d'endommager les grilles, entre deux couches de charbon bitumineux. Les fines de charbon ou le grésillon de coke seront utilisés sans crainte de les voir se perdre dans le cendrier à travers le grillage, en séparant de la grille les fines de charbon par une couche de combustible moins menue qui empêche la chute du combustible constituant la couche supérieure. Les rendements thermiques obtenus par l'emploi de cette méthode ont toujours été nettement supérieurs à ceux réalisés par l'emploi du combustible de qualité inférieure seul.

L'emploi du charbon pulvérisé est aussi en mesure de remédier à la crise du combustible et d'apporter une économie substantielle dans la production de chaleur. En Suisse, il nous permet d'utiliser les charbons de qualité inférieure que nous extrayons de nos mines et qu'on ne peut que difficilement brûler autrement. Les expériences faites à l'étranger ont montré que tout charbon une fois séché peut être consommé sous forme pulvérisée, depuis les anthracites les plus maigres jusqu'aux charbons ayant les plus fortes teneurs en matières

volatiles et jusqu'à des teneurs en cendres de 40 % ; mais il semble qu'en temps normal il y a, au-dessous de cette teneur, une limite à leur emploi du fait que la capacité d'utilisation de la chaufferie est diminuée et que l'encombrement des carneaux par les poussières augmente. Les pulvérisateurs qu'on rencontre sur le marché séchent complètement et broient des charbons contenant jusqu'à 20 % d'humidité. La principale des qualités requises pour un bon charbon pulvérisé est la finesse.

Les pertes par imbrûlés peuvent être ramenées à 2 % et la combustion se faisant avec un moindre excès d'air, on arrive à une teneur de 13 à 15 % de CO_2 dans les fumées ; il en résulte des améliorations de rendement thermique pouvant atteindre 10 à 15 % ce qui représente une économie de combustible encore supérieure.

L'emploi du combustible pulvérisé n'est pas sans présenter quelque danger lorsque des précautions suffisantes n'ont pas été prises. Ces dangers proviennent du caractère explosif des mélanges d'air et de poussière de charbon, même à faible densité. Les premières installations ont donné lieu à certains mécomptes, la très haute température de la flamme produisant parfois la fusion et la vitrification des cendres et, dans le cas, soit un encrassement rapide des parois de la chambre de combustion par des dépôts vitrifiés extrêmement durs, soit la fusion et l'usure rapide de ces parois : toutes choses que la technique a perfectionnées. Jusqu'ici aussi, la dépense pour la pulvérisation et le coût des installations nécessaires à cet effet ont été, pour une bonne part, la cause du retard apporté à une application sur une plus grande échelle de ce mode de chauffage. Aujourd'hui, le prix des combustibles employés a atteint de telles proportions, leur disette devient si grande que ces installations deviendront, pour beaucoup, une nécessité économique et technique.

* * *

Dans un précédent article, nous avons signalé, en passant, l'intérêt que présenterait pour notre économie, le chauffage par l'électricité, la nuit du moins, des fours de distillation des usines à gaz. Il s'agirait d'une gazéification électrique de la houille en l'absence d'air. L'électricité servirait seulement comme source de chaleur ; elle porterait la houille à la température de dissociation et ferait l'appoint de chaleur nécessaire à la réaction. Ce serait une possibilité de coordination des efforts faits par l'industrie gazière et par l'industrie électrique pour assurer l'approvisionnement du pays en énergie, en même temps qu'un moyen économique de stocker de l'énergie électrique : le gaz fabriqué de cette manière, pendant les heures creuses du jour ou de la nuit, pouvant être emmagasiné facilement pour régulariser les écarts entre sa fabrication et sa consommation.

M. H. Stevens a décrit dans le « Scientific American » (novembre 1937) une cornue cylindrique et verticale, en acier, revêtue extérieurement de briques en schamotte où s'opère cette carbonisation. On met d'abord au milieu un tube métallique dans lequel on introduit du coke ; puis, on remplit la cornue autour du tube avec du charbon, on enlève le tube, on met en place l'électrode supérieure faisant contact avec le cylindre de coke et on ferme en haut la cornue. Une deuxième électrode, celle-ci non isolée, se trouve au bas de la cornue, ce qui permet de faire passer le courant à travers le cylindre de coke, bon conducteur de l'électricité, la houille non carbonisée étant par contre mauvaise conductrice. Le coke est ainsi porté rapidement à haute température, sa résistance électrique étant assez notable parce que les morceaux de coke se touchent seulement en de rares endroits. La houille placée autour

de ce noyau de coke se ramollit, devient plastique et se distille, donnant naissance à un nouveau cylindre creux de coke où le courant passe plus facilement. La distillation progresse donc, à l'inverse de ce qui se passe dans les cornues ordinaires, du centre vers la périphérie ; le gaz et le goudron s'échappent à travers le charbon encore froid. Au cours d'essais effectués en Amérique avec une cornue d'une capacité de 27 t construite par la Detroit Edison Co, on aurait obtenu par tonne de charbon humide de Pittsburgh : 312 m³ de gaz à 4640 kcal, 693 kg de coke et 63 l de goudron, chiffres légèrement supérieurs à ceux observés avec le même charbon dans des cokeries à récupération de sous-produits.

Les principaux avantages du nouveau procédé résident dans les faits suivants :

a) Les fours électriques actuels chauffés au coke nécessitent 140 à 150 kg de coke de chauffage par tonne de houille. Le procédé électrique demanderait 350 kWh environ d'énergie de déchet.

b) Le four électrique est beaucoup plus simple que le four ordinaire. Il exige une moins grande immobilisation de capitaux ; il n'exige pas de système compliqué de chauffage à travers des briques réfractaires, pas de gazogène, pas de récupérateur de chaleur, etc.

c) Les frais d'entretien sont minimes, le charbon seul étant porté à une température élevée ; de simples briques réfractaires suffisent donc amplement. Pour les fours ordinaires, il faut des briques silicieuses qui se dilatent beaucoup, mais qui sont les seules capables de résister à la très haute température des chambres. Il faut sécher lentement les fours et leur mise en route demande des semaines ; celle de la cornue électrique est pour ainsi dire instantanée.

d) Les briques silicieuses sont mauvaises conductrices de la chaleur ; la carbonisation ne progresse qu'avec une vitesse réduite. La grande masse de briqueterie portée à haute température ne permet pas de varier rapidement, en cas de nécessité, le régime du four. Dans le four électrique, les calories sont directement amenées au charbon non distillé, sans pertes. On peut faire varier la température à volonté et rapidement, en modifiant la tension dans le transformateur fournissant le courant électrique de chauffage. Le procédé devient alors très souple. Cette souplesse permet de s'adapter aux variations dans la demande de consommation du gaz, de réduire éventuellement le chauffage au moment des pointes dans la consommation de courant électrique.

e) Un inconvénient du chauffage indirect des chambres ordinaires est que le gaz fabriqué est souillé de fumées qui pénètrent par les fissures des chambres ; ce défaut est inhérent à l'emploi des briques en silice. La teneur en gaz inertes, acide carbonique et azote, augmente alors au détriment du pouvoir calorifique et en transportant des matières combustibles, les frais de distribution du gaz sont augmentés d'autant. Au contraire, les parois de la cornue électrique sont en acier brasé, imperméable au gaz ; rien de tel n'est donc à craindre à ce sujet.

L'avenir de la gazéification électrique du charbon offre par conséquent un débouché intéressant à l'industrie électrique, un horizon nouveau à l'industrie de construction des appareils et une économie de coke qui n'est pas à dédaigner.

* * *

Toute la question est en effet de savoir utiliser, au mieux des intérêts généraux du pays, notre électricité.

L'emploi d'une vapeur telle que l'ammoniaque, l'anhydride sulfureux, etc., comme véhicule d'énergie dans les cycles fri-

gorifiques est courant. Les frigories sont produites soit sous forme de glace, soit sous forme d'eau alcoolisée ou d'une solution saline rafraîchie. L'application correspondante pour le chauffage est, non pas inédite, mais beaucoup plus récente. Dans ce cas, les calories puisées dans le réfrigérant (eau ou air) sont valorisées au moyen d'une dépense d'énergie mécanique et cédées à une température plus élevée dans le condenseur. Ce procédé déjà appliqué à la vapeur d'eau, plus spécialement dans la concentration des solutions, et à quelques installations de chauffage, présenterait un gros intérêt pour les distributeurs d'électricité par ce qu'il donne une solution économique pour le chauffage électrique.

1 kWh représente, dans son utilisation classique, 860 Kcal. Lorsqu'une source de chaleur inférieure existe sous forme d'eau de réfrigération, d'une température voisine de 10 C°, en quantité et à bas prix, ou sous forme d'air atmosphérique, plus de 2000 Kcal pourront être distribuées au moyen de ce même kWh à un potentiel de plus de 40° C.

On construit sur ce principe la pompe thermique à vapeur froide et la pompe thermique à air.

La pompe thermique à vapeur froide utilise pour la production de la chaleur un agent frigorifique qui s'évapore à la température du corps froid (eau) en absorbant une quantité de chaleur correspondant à sa propre chaleur de vaporisation. Cette vapeur est comprimée dans un compresseur et augmente de ce fait, de température. Elle se trouve ainsi apte à transmettre la chaleur absorbée du corps froid et celle que lui a procuré la compression au corps à chauffer, eau ou air du condenseur. Au contact de ce corps, la vapeur abandonne sa chaleur d'évaporation et retourne à l'état liquide.

La pompe thermique à air a l'avantage de pouvoir utiliser, à la place du liquide réfrigérant, l'air atmosphérique absolument inoffensif et partout gratuitement à disposition. C'est la raison pour laquelle la pompe thermique à air paraît plus spécialement destinée à favoriser l'électrification des installations de conditionnement d'air.

Les nombreuses études¹ publiées sur ce sujet capital de notre économie énergétique dans la presse technique nous dispensent d'en faire état ici. Qu'il suffise de rappeler que depuis 1938 une pompe thermique à vapeur froide (fréon CF₂ CL₂) est installée à l'Hôtel de Ville de Zurich². Cette pompe est destinée à utiliser la chaleur de faible potentiel contenue dans les eaux de la Limmat, et l'énergie électrique absorbée par le moteur du compresseur de cette vapeur, pour le chauffage de ce bâtiment (chauffage à eau chaude). Depuis juin 1939, une pompe thermique à air assure au Palais des Congrès à Zurich, suivant la saison, la fourniture d'air chaud ou d'air froid, pour le conditionnement d'un groupe de salles. Pendant la période de chauffage, la machine récupère la chaleur de faible potentiel contenue dans l'air vicié de la ventilation et dans l'air extérieur, énergie qui additionnée à celle absorbée par le moteur électrique du compresseur d'air fournit les calories nécessaires au chauffage de l'air neuf.

Ces installations sont des installations modèles. Leur coût d'érection élevé ne doit pas donner une idée préconçue des frais d'installations futures auxquelles s'appliquerait la construction en série des appareils nécessaires. Comparés au mode de chauffage ordinaire, les avantages procurés par le pompage thermique sont si nombreux et si grands que le plus grand capital investi dans ces installations ne saurait être un obstacle sérieux à leur diffusion, aujourd'hui moins que jamais.

* * *

Nous ne parlerons pas ici de nos mines de charbon, ni de nos tourbières. Les expériences faites avec l'emploi des combus-

tibles indigènes¹ ainsi que leur extraction² ont fait l'objet, en leur temps, de descriptions suffisamment détaillées pour que nous nous y arrêtons encore.

L'examen de la question des carburants pour moteurs nous amène tout naturellement à celle du bois.

On a assez dit de mal des camions à gazogène, dans certains milieux, on a du moins, pendant longtemps, assez ignoré leurs qualités pour ne pas être trop surpris du revirement constaté à ce sujet depuis quelques mois ; ce revirement est fort réjouissant. Mais si l'on croit par le moyen du bois pouvoir résoudre très rapidement le problème actuel du carburant, force est de constater qu'on s'y prend un peu tard. On paie l'imprévoyance que cette revue a eu l'occasion de signaler à plusieurs reprises. Le proverbe : rien ne sert de courir, il faut partir à temps, est surtout vrai lorsqu'il s'agit du bois dont l'utilisation dans un gazogène demande qu'il ait été, au préalable, séché à l'air, au moins une année, si ce n'est deux. Sans doute, la forêt suisse est à même d'alimenter sans perturbation pour notre économie et sans gros inconvénients, en temps normal, au bas mot 5000 camions de 5 t³, en cas de nécessité absolue, un nombre double ou triple : mais, à la condition de disposer de réserves de bois sec suffisantes. Or, aux dires d'un expert en la matière (M. Aubert, *Touring*, 22 août 1940), ces réserves seraient inexistantes ; le bois-carburant n'ayant jamais été considéré par les pouvoirs publics comme intéressant nos réserves de guerre. La fabrication des gazogènes, la transformation des camions à essence en vue d'utiliser le nouveau carburant exigent aussi du temps et un développement de l'industrie des gazogènes que la situation antérieure ne laissait, malheureusement, guère prévoir.

Mais, l'approvisionnement convenable du marché du bois suisse, approvisionnement qu'aggrave à l'heure présente la crise des combustibles importés, est lié à deux autres problèmes qui touchent à l'économie et à la technique : celui de la main-d'œuvre disponible pour la préparation du bois et celui de l'accès de nos forêts. La mobilisation a enlevé des milliers de bûcherons à leurs occupations ; elle ne les rend que peu à peu à leur métier. Les transports sont déficients ; nous n'avons pas assez de camions et d'essence, pas assez de chevaux pour évacuer le bois des forêts. Dans les régions montagneuses fortement boisées, il n'y a pas encore la possibilité de tirer parti du bois à extraire de forêts reculées, faute de chemins d'accès suffisants mettant tout bois à la portée du consommateur au moyen de chars ou de traîneaux. La carbonisation sur place avec production de charbon de bois, qu'on transporterait dans la vallée à dos d'homme, serait à même de vaincre ces difficultés. Mais, la main-d'œuvre charbonnière ne s'improvise pas ; son recrutement n'est pas des plus faciles et pour la former, il faut du temps. Dès lors, il s'agit d'abord de se restreindre et d'organiser, pendant ce temps, la production de façon à pouvoir faire face aux besoins du pays le plus rapidement possible. Une coordination d'ensemble des efforts s'impose d'une façon absolue.

L'utilisation du bois-carburant autrement que dans un gazogène, sous sa forme brute, ne saurait présenter, du point de vue énergétique et économique, un grand intérêt : sauf, bien entendu, le bois des forêts d'un accès impossible aux véhicules, qui doit être carbonisé sur place.

Une tonne de bois traitée dans un gazogène est l'équivalent de 400 à 500 l de benzine à 7500 Kcal/l. Par saccharification, une tonne de bois séché à l'air fournit 250 à 300 l d'alcool méthylique absolu à 3700 Kcal/l et 300 kg de lignine à 5500 Kcal/kg. Le rendement énergétique du bois, sous forme d'alcool, est donc environ 20 % inférieur à celui du bois brut.

¹ Voir *Bulletin technique* 1918, p. 72, 82, 105 ; 1919, p. 29.

² Voir *Bulletin technique* 1918, p. 160 et 217 ainsi que « Der schweizerische Bergbau während des Weltkrieges » de H. FEHLMANN.

³ Voir *Bulletin technique* du 30 décembre 1939, p. 329.

¹ Voir *Bulletin technique* des 20 mai 1939, p. 125 et 3 juin 1939, p. 141.

² Voir *Schweiz.-Bauzeitung* des 10 et 17 août 1940.

L'alcool se présente évidemment sous une forme plus agréable que celle du bois brut, mais ses facilités d'emploi ne sauraient faire oublier que nous avons beaucoup plus besoin d'énergie que de commodités. L'hydrolyse du bois sous-entend aussi une assez grande immobilisation de capitaux et une concentration de la production, peu compatible avec notre diversité.

L'alcool éthylique provient de la distillation des fruits, de la pomme de terre, de la betterave. C'est un carburant « politique » d'un prix très élevé, quoique de qualités techniques indéniables. Mais, sa production est insuffisante pour faire l'objet d'un mélange convenable, c'est-à-dire stable, avec l'essence. Il ne saurait donc retenir notre attention ; pas plus que la fabrication d'un carburant liquide de synthèse, basé sur les formes mineures de la houille : tourbe et lignite. Le procédé dit de méthylation, qui consiste à distiller ces combustibles après les avoir imprégnés d'une solution diluée d'acétate de chaux et de carbonate de soude, permettrait de produire près de 30 l d'essence légère par tonne de lignite. Nos lignites et nos tourbes trouveront toujours un meilleur emploi que celui que leur réserverait la méthylation.

On fait beaucoup état depuis quelque temps de carburants tirés du carbure de calcium.

L'un, l'acétylène, a déjà fait ses preuves. La Suisse comptait, en effet, en octobre 1918, 150 voitures automobiles marchant à l'acétylène.

Les autres, l'aldéhyde et la paraldehyde acétique, n'en sont qu'à un stade d'essais, tant pour ce qui concerne leur fabrication que pour leur utilisation nouvelle.

A cause de la grande quantité d'énergie endothermique de l'acétylène qui favorise la détonation, l'acétylène ne peut être employé autrement qu'en mélange, avec l'alcool, la benzine et le benzol, dans les moteurs à explosion modernes à forte compression.

On prétend que 1 kg de carbure de calcium dégage une quantité d'acétylène susceptible de remplacer 1 l d'essence. On compte, d'autre part, qu'avec un coke et une pierre à chaux ordinaire, et avec un rendement du lit de fusion de 60 %, on doit employer, pour produire une tonne de carbure commercial au titre de 280 à 300 l d'acétylène par kilogramme :

650 kg de coke à 80 % de carbone,
1000 kg de calcaire à 92 % de chaux,
3000 à 3500 kWh (pour des fours de 1500 à 5000 kW).

Pour couvrir le quart seulement (50 000 t) de la consommation normale d'essence, il faudrait mettre à disposition des fabriques de carbure : 45 000 t de coke et 210 à 250 millions de kWh. Comme, l'hiver prochain, les fortes demandes de courant auxquelles devront faire face probablement les usines électriques ne leur permettront pas de satisfaire à des consommations aussi massives, on ne voit pas comment le problème de l'acétylène-carburant pourra être résolu au cours des prochains mois. Là aussi, une période d'adaptation exigera de la patience et le refrènement de la consommation des carburants. Reste la question du coke, produit d'importation. On peut, à la rigueur, le substituer en partie par de l'antracite du Valais ; c'est ce que des essais pratiqués au cours de l'avant-dernière guerre ont déjà prouvé.

Une étude parue dans cette revue ¹ a montré l'importance que peut présenter l'électrolyse de l'eau pour la production d'hydrogène carburant. Ce procédé qui fournit de l'hydrogène d'un degré de pureté très élevé requiert, il est vrai, une consommation importante d'énergie électrique : 4,5 à 5 kWh/m³ à 2580 Kcal/m³ (pouvoir calorifique inférieur). Ce faible pouvoir calorifique de l'hydrogène comparé à celui des carburants

usuels n'a rien de péjoratif. En effet, la pratique a pleinement démontré la justesse de la loi suivante : un corps convient d'autant mieux à la combustion dans un moteur que la variation du nombre des molécules pendant la combustion est plus grande. Il est indifférent que ce changement soit une augmentation ou une diminution du nombre de molécules (ou du volume), à la condition que la réaction se produise sous une variation convenable de la pression totale. Des carburants qui subissent une diminution de volume, ce sont incontestablement l'hydrogène et l'oxyde de carbone qui conviennent le mieux. Aussi se posent-ils à l'attention des techniciens suisses. Par delà le bois, carburant national de l'heure, l'eau paraît bien devoir être la source du carburant national de l'avenir.

On connaît le projet d'utilisation des excédents d'énergie électrique pour la production de fonte brute et d'essence à partir des minerais de fer du Gonzen et du Fricktal ¹. Les gaz d'échappement des fours électriques, composés en majeure partie d'oxyde de carbone, permettraient, par réaction catalytique sur de l'hydrogène électrolytique, la fabrication annuelle de 25 000 t d'essence. A notre avis et pour diverses raisons ², l'utilisation rationnelle de nos excédents d'énergie électrique ne postule pas absolument la fabrication d'essence synthétique, mais bien celle d'hydrogène capable d'alimenter directement des moteurs à explosion. La fabrication d'hydrogène seulement, au lieu d'essence, réaliserait plusieurs gains qui porteraient :

- sur la suppression de l'usine de catalyse productrice d'essence ;
- sur la quantité de carburants obtenue : 100 à 110 millions de m³ d'hydrogène, soit l'équivalent pratique de 31 000 à 35 000 t d'essence contre 25 000 t prévues si l'on recourt à la catalyse ;
- sur la quantité de coke (35 000 à 40 000 t) nécessaire à la production de gaz à l'eau destiné à parfaire la quantité de gaz d'échappement insuffisante, à elle seule, pour permettre l'obtention des 25 000 t d'essence prévues ;
- sur l'énergie calorifique contenue dans les gaz d'échappement des fours électriques qui pourrait trouver emploi dans le traitement ultérieur de la fonte de fer brut.

Ce problème de l'utilisation directe de l'hydrogène comme carburant fait l'objet d'études approfondies à l'étranger où des moteurs ont déjà été construits dans ce but. Il n'est pas encore résolu, du moins d'une manière adéquate ; mais nulle impossibilité ne permet de prétendre qu'il ne le soit pas bientôt. Si l'on avait mis autant de sagacité, d'opiniâtreté et d'intelligence à chercher à le résoudre qu'on en a mis à étudier tels autres, notamment ceux de l'art de la guerre, il est fort probable que nous aurions déjà enregistré une solution définitive.

Pour conclure, nous pouvons donc dire que l'économie suisse dans le domaine de l'énergie est dominée par la question du combustible et du carburant. Leur consommation a pris, à l'heure actuelle, une ampleur disproportionnée à nos moyens et à nos possibilités d'importation. Il est donc du devoir de chacun de faire des efforts intenses pour améliorer l'utilisation de l'énergie. Ces efforts doivent porter sur une collaboration toujours plus rationnelle des installations produisant de l'énergie électrique avec les installations produisant de l'énergie de chauffage ; puis, pour autant que la chose soit possible, par la substitution de l'énergie provenant de nos cours d'eau, de nos forêts et de nos mines de charbon à celle de l'énergie thermique importée.

Des considérations économiques font que, dans un proche avenir, des projets qui ont paru longtemps appartenir plutôt

¹ Voir *Bulletin technique* 1927, p. 208.

¹ Voir *Bulletin ASE* 1938, n° 20, p. 568.

² Voir *Bulletin ASE* 1939, n° 8, p. 206.

au domaine de l'utopie s'imposeront d'eux-mêmes : tel celui de l'accumulation des excédents estivaux d'énergie hydro-électrique sous forme de chaleur en vue de leur utilisation en hiver.¹

Il est, en outre, une source d'énergie qu'il ne faut pas perdre de vue ; c'est celle de la main-d'œuvre et de ses cadres. C'est, peut-être, la plus importante parce qu'elle conditionne et dirige l'emploi de toutes les autres énergies. Un plan national d'utilisation de l'énergie qui négligerait ce facteur essentiel serait forcément incomplet. Le chômage représente le plus grave gaspillage d'énergie que puisse envisager un pays, aussi fait-on de grands efforts pour le résorber.

Dès lors, entre deux méthodes de production d'énergie équivalentes, on devra préférer celle qui utilise le mieux les ressources nationales sous toutes leurs formes. C'est pourquoi à la notion de restriction on substituera nécessairement la notion d'économie.

Fribourg, le 8 septembre 1940.

SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

Communiqué du Comité central.

M. le conseiller fédéral Stampfli, chef du Département de l'économie publique, a reçu le 30 août une délégation de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (MM. Neeser, président, Blattner, Grämiger, Soutter). La S. I. A. a présenté des propositions sur l'organisation de l'action pour la création de possibilités de travail visant à une coordination des mesures sur le plan fédéral. L'action pour les possibilités de travail doit s'appuyer avant tout sur les cantons mais la S. I. A. estime nécessaire de placer ces mesures sous l'autorité unique d'un délégué disposant des pouvoirs suffisants et dépendant directement du chef du Département. La S. I. A. a également présenté une série de propositions concernant la préparation et l'exécution technique des possibilités de travail.

Zurich, le 3 septembre 1940.

Le Comité central.

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES (SECTION SIA)

[Commission des occasions de travail.

La commission mandatée par la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes pour étudier la création d'occasions de travail pour les ingénieurs et les architectes est en mesure aujourd'hui de donner connaissance des premiers résultats acquis par elle.

Sur le plan cantonal, la commission a été mise au courant par M. Ch. Richard, chef de l'Office cantonal du travail, du mécanisme des subsides et des conditions dans lesquelles l'Etat et la Confédération pourront accorder des crédits destinés à parer au chômage dans les professions techniques. D'autre part, M. Edmond Virieux, architecte cantonal, présentera une série d'objets pouvant donner lieu à des études immédiates.

A Lausanne, grâce à la part très grande que M. le Directeur des travaux Jean Peitrequin a prise aux délibérations de la commission, les données du problème ont d'emblée été fixées très exactement. Un rapport vient d'être envoyé par la commission à la Municipalité et tout porte à croire qu'il sera tenu compte des conclusions de ce rapport dans le préavis que la Municipalité présentera à la rentrée au Conseil communal. Ce rapport prévoit une série d'objets (bâtiments et urbanisme) dont l'étude pourrait se faire cet hiver et qui, tout en donnant une occupation des plus intéressantes aux architectes de la place, permettra à la Ville d'obtenir à moindres frais (l'Etat et la Confédération accordant leurs subventions) des études qui seront à leur tour des occasions de travail pour toutes les branches du bâtiment et des travaux publics.

¹ Voir Bulletin ASE du 26 juillet 1940, p. 317.

Dans les autres régions du canton, sur l'initiative de la commission, des conférences réunissant les autorités locales et nos collègues architectes et ingénieurs de la région ont été organisées. M. A. Pilet, président de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes s'y est rendu pour donner connaissance des principes de notre action. Des comités locaux se sont constitués sous la direction de nos délégués. Ils étudient de leur côté les programmes d'études et leurs rapports sont en préparation. Ces études porteront vraisemblablement sur de nombreux plans d'extension, sur des corrections de routes, de rivières, sur l'établissement de réseaux d'égouts ainsi que sur un certain nombre de bâtiments scolaires. D'autres conférences sont prévues dans de nouvelles localités et la commission pense avoir en main tous les rapports dans le courant du mois d'octobre.

Partout les autorités se sont montrées fort compréhensives et l'action engagée paraît s'acheminer vers d'heureuses solutions.

Conférences relatives à la corrosion.

C'est devant un auditoire de plus de cent cinquante personnes représentant les milieux les plus divers de la technique et de notre industrie suisse que furent données, le samedi 14 septembre écoulé, à l'Université de Lausanne, sous la présidence de M. le professeur A. Dumas, directeur du Laboratoire d'essai des matériaux de l'Ecole d'ingénieurs, sept conférences relatives aux problèmes de la corrosion. Ces exposés feront l'objet de publications ultérieures dans le *Bulletin technique*. Nous tenons à relever dans ce numéro le brillant succès remporté par cette manifestation dont il y a lieu de féliciter grandement les organisateurs et conférenciers.

Cette rencontre avait lieu sous le patronage de l'Office fédéral de guerre pour l'industrie et le travail, (Service de M. Vogel, ingénieur).



ZURICH, Tiefenhöfe 11 - Tél. 35426. - Télégramme: INGÉNIEUR ZURICH.

Emplois vacants :

Section mécanique :

529. *Ingénieur ou technicien.* Fabrication d'articles en bois et métal. Commerce et calcul. Suisse orientale.

531. *Jeune ingénieur mécanicien.* Essais de rentabilité, calculs statiques, etc. Suisse orientale.

535. *Ingénieur électricien diplômé.* Langue maternelle française avec connaissance solides de l'allemand. Zurich.

545. *Chimiste* pouvant se charger des travaux de laboratoire et diriger l'exploitation d'une fabrique d'amidon. Le propriétaire est de nationalité suisse. Pérou (Amérique du Sud).

Sont pourvus les numéros : 1939 : 1035, 1045, — 1940 : 173, 177, 185, 193, 295, 373, 385, 431, 479, 487, 493, 511.

Section bâtiment et génie civil :

602. *Technicien.* Construction de routes. Piquetage et direction des chantiers. Entreprise de la Suisse centrale.

604. *Technicien.* Béton armé et technique municipale. Ingénieur communal, proximité de Zurich.

606. *Jeune ingénieur.* Constructions en béton armé. Bureau d'ingénieur de Suisse orientale.

612. *Architecte ou technicien diplômé,* bon dessinateur, projets, perspectives, devis, etc. Edifices d'une certaine importance. Bureau d'architecte de la Suisse centrale.

616. *Ingénieur civil.* Essais des matériaux de construction (ciment, béton, bois, roche, sable, gravier, argile, chaux, acier). Détermination des caractéristiques du sol quant à son utilisation pour les fondations de bâtiments d'une certaine importance. Organisation de laboratoires. Connaissance des machines et appareils nécessaires. Interprétation scientifique des résultats des essais.

618. *Ingénieur civil.* Capable de créer et d'assumer la direction d'un service hydrologique. Observations devant servir de bases à l'élaboration de projets pour la réalisation de constructions hydrauliques.

Concerne : Place n^{os} 616 et 618. Durée du contrat 3 ans. Voyage d'aller payé, et à l'expiration du contrat également voyage du retour payé. Paiement en dollars U.S.A. plus augmentation en monnaie du pays pour frais de logement. Gouvernement d'un Etat de l'Asie centrale.

Sont pourvus les numéros : 1940 : 418, 200, 412, 416, 582, 584.