Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 30 (1904)

Heft: 24

Artikel: Société technique suisse de l'industrie du gaz et des eaux: l'analyse des charbons

Autor: Weiss, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24157

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

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

30me Année. 25 décembre 1904. N° 24.

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef: M. P. HOFFET, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Secrétaire de la Rédaction : M. F. GILLIARD, ingénieur.

SOMMAIRE : *Société technique suisse de l'industrie du gaz et des eaux*: *L'analyse des charbons*. Communication de M. A. Weiss, chef du Service du gaz de Zurich. *L'alimentation d'eau par les barrages*. Communication de M. H. Peter, directeur du Service des eaux de Zurich. *Méthode pour déterminer et augmenter le rendement des fours à gazogènes*. Communication de M. le Dr E. Ott, chimiste du Service du gaz de Zurich. — **Divers** : *Nécrologie* : David Doret. — *Sociétés* : Association suisse pour la navigation sur le Rhin. Société vaudoise des ingénieurs et des architectes: 3me Séance ordinaire, le 17 décembre 1904. — *Concours*: Collège suburbain de Vauseyon, à Neuchâtel. Collège primaire pour garçons, à Vevey.

Société technique suisse de l'industrie du gaz et des eaux.

L'analyse des charbons.

Communication de M. ***A. Weiss****, chef du Service du gaz de Zurich, à la XXXIe assemblée générale, le 25 septembre 1904, à Lausanne*[1].

Le Comité de la Société a décidé de présenter à l'assemblée générale un rapport sur les essais de charbons à gaz qui ont été faits pendant l'année écoulée, et a établi à cet effet une table des résultats obtenus. Nous remercions très spécialement nos collègues des différentes usines à gaz pour le précieux concours qu'ils ont bien voulu nous prêter en cette affaire.

La station pour l'essai des charbons a été principalement utilisée par les usines à gaz de Bâle, Lausanne, Genève, Berne, et par quelques houillères étrangères ; les essais y ont été faits par le Dr Ott, chimiste du Service du gaz de Zurich.

Le 24 août 1879, il y a donc 25 ans de cela, notre collègue, M. Rothenbach, a pour la première fois rapporté sur des essais de houilles à l'assemblée des gaziers à Schaffhouse. Les résultats obtenus alors par M. Rothenbach, spécialement avec des houilles d'addition[2], ont contribué pour beaucoup à amener à cette époque une certaine uniformité dans les prix de ces houilles. Aujourd'hui, les conditions se sont considérablement modifiées ; nous n'avons cependant en aucune façon la prétention de considérer nos essais comme assez importants pour qu'ils puissent exercer une action très sensible sur les grands fournisseurs de houille.

Qu'il nous soit permis, avant d'aborder les résultats des essais, de présenter quelques considérations d'un ordre plus général : chacun sait que nous sommes réduits, en Suisse, à être complètement tributaires de l'étranger pour la fourniture des houilles, et que nous payons très cher la matière première pour la fabrication du gaz, par suite du coût élevé des transports ; mais ces frais de transport étant les mêmes pour la bonne et la mauvaise marchandise, il va de soi que chaque usine à gaz doit, autant que possible, n'utiliser que des houilles qui se prêtent très bien à la fabrication du gaz. Cette obligation n'est pas toujours réalisable en pratique, car si l'on consomme de grandes quantités de houilles à gaz, on ne dispose, sur le marché, que de peu de très bonne houille.

La position géographique des villes suisses par rapport aux bassins houillers donne la prépondérance à la consommation des houilles allemandes et françaises ; on utilise parfois aussi des houilles belges, mais, pendant ces dernières années, ce sont presque uniquement les houilles anglaises qui ont concurrencé avec quelque succès les houilles allemandes et françaises. La statistique montre que, dans le centre et dans le Nord-Est de la Suisse, on ne consomme, en fait de houilles allemandes, que celles de la Saar et de la Ruhr, tandis que les usines de l'Ouest emploient, à côté de quelques houilles allemandes, surtout des houilles françaises, provenant de presque tous les bassins (Pas-de-Calais, Loire, Courrière, etc.). Au total, on a transformé en gaz pendant l'année écoulée (1903) 262 714 t. de charbons, représentant une valeur de Fr. 8 734 751,60.

Ce sont :

Houilles allemandes		202 294 tonnes.
Dont : Houilles de la Saar	160 000 t.	
» de la Ruhr	44 000 t.	
Houilles françaises		57 912 »
» anglaises		2 508 »

La consommation de houille anglaise est beaucoup plus grande dans l'année courante (1904).

De plus, il a été employé 3227 t. de houilles d'addition.

La quantité totale de charbons importés se répartit, en résumé, comme suit entre les divers pays fournisseurs :

Houilles allemandes	77 %
» françaises.	22 %
» anglaises	1 %

Nos essais ont eu pour but, non de déterminer la valeur réelle absolue des divers charbons qui sont offerts sur le marché suisse, mais, au contraire, de fixer approximativement leur valeur commerciale réciproque. Il nous suffit de déterminer en principe la production de gaz par kg. de houille, les pouvoirs éclairant et calorifique de celui-ci, ainsi que la quantité et la qualité du principal sous-produit, le

[1] Traduit de l'allemand par la *Redaction*.

[2] Houilles que l'on mélange aux charbons de qualité courante pour améliorer, dans un sens déterminé, les produits de la distillation.

coke. Pour les usines de première et de moyenne grandeur, les autres sous-produits, tels que goudron, ammoniaque, soufre, cyanures, ont également une grande importance.

Nous espérons être, dans deux ans environ, en possession d'installations nous permettant d'analyser quantitativement et qualitativement, non seulement les produits principaux de la distillation des charbons, mais aussi les sous-produits. Pour nos analyses, il nous faut toujours au minimum 5 kg. de houille, afin de pouvoir prélever un bon échantillon moyen, avec lequel nous puissions faire au moins deux essais de distillation, dans le cas où l'un de ceux-ci n'aurait pas donné de résultat. Les houilles, comme on le sait, sont, avec notre appareil d'essai, distillées dans une cornue en fonte, dont la charge est de 1 kg. La cornue est chauffée au gaz, et nous attachons une grande importance à maintenir sa température constante pendant la période de distillation. La température atteint dans notre cornue 700-800° centigrades ; elle n'est pas la même que celle que l'on obtient en pratique, mais plus basse, car, dans une cornue, la température oscille ordinairement autour de 1000° ; il est donc évident que la distillation de la houille se fait différemment dans notre appareil et dans les gazogènes d'une usine. Le procédé de distillation suivi dans notre laboratoire a par suite quelques défauts, qui ne nous permettent pas toujours de tirer des conclusions directement applicables à l'exploitation et encore moins de vouloir conformer celle-ci à la marche de nos essais. Ces défauts, inévitables, sont du reste identiques pour toutes les analyses ; la base sur laquelle nous formulons notre jugement est donc toujours la même, en sorte que nous obtenons cependant des résultats comparables, d'après lesquels nous pouvons taxer chaque espèce de charbons.

Nous espérons, dans un avenir prochain, atteindre d'une façon ou d'une autre le but idéal d'une station d'essai, qui est d'obtenir des résultats ayant une valeur absolue et pratique pour les usines à gaz.

Dans les essais faits du 1er décembre 1903 à fin septembre 1904, nous avons considéré la provenance de la houille, la quantité de gaz produite par 1 kg. de celle-ci (le gaz étant mesuré à l'état sec, à 15° centigrades et sous 760 mm. de pression), les pouvoirs calorifique et éclairant du gaz (mesurés dans les mêmes conditions), la production de coke, l'aspect de celui-ci et enfin la nature de ses cendres; nous en avons déduit la valeur industrielle de l'échantillon, considérée soit au point de vue du pouvoir calorifique du gaz, soit à celui de son pouvoir éclairant, et avons apprécié les charbons d'après ces valeurs.

Nous avons aussi fait des analyses des gaz donnés par quelques espèces de houilles.

Depuis l'introduction du bec Auer et l'utilisation générale du gaz pour la cuisine, on ne donne plus une importance aussi grande au pouvoir éclairant du gaz; au contraire, on recherche actuellement surtout le pouvoir calorifique de celui-ci. La qualité du coke obtenu a pris aussi une grande importance. Une houille qui est, pour la production du gaz, de qualité un peu inférieure, mais qui donne par contre un beau coke, a pour nous la même valeur qu'une autre qui produit 1 à 2 % de gaz de plus, mais un coke défectueux.

Nous commencerons par examiner les houilles au point de vue de la *production du gaz*.

Les houilles françaises donnent autant de gaz que les allemandes ; les anglaises, en général, un peu moins. Ce qui frappe, c'est que l'on trouve de grandes variations dans des charbons sortant d'un même puits, comme le montrent les chiffres suivants :

Houilles	Gaz distillé par kg. (en litres, à 15° C. et 760 mm.)	Différence Litres	Variation. %
de Montrambert (France)	278-319	41	15
» Heinitz (Allemagne) .	294-329	35	12
» Nordfeld (Allemagne) .	285-323	38	13
» Tebruk (Angleterre) .	309-335	26	8,4

Nous n'avons pas constaté de variations sensibles dans les houilles de Frankenholz, de St-Ingbert et de la Ruhr.

Le *pouvoir calorifique* du gaz distillé par les houilles allemandes, de la Saar en particulier, est plus élevé que celui des houilles anglaises, et surtout françaises, qui donnent 200-300 calories de moins. Les variations du pouvoir calorifique du gaz provenant de charbons de la même origine sont moindres que celles du volume de gaz distillé, et aussi que celles du pouvoir éclairant, comme nous le verrons plus loin.

Houilles	Pouv' calorifique du gaz sec (à 15° C. et 760 mm.) Calories.	Différence Calories	Variation. %
de St-Ingbert (Allemagne)	4951-5366	415	9
» Heinitz (Allemagne)	5179-5466	287	5
» Frankenholz (Allemagne)	4760-5318	558	12
» la Saar (Dechen, Allem.)	5388-5544	156	2,9

Les trois échantillons de houille de St-Ingbert ont distillé un volume égal de gaz, malgré la variation du pouvoir calorifique de celui-ci.

En moyenne, nous avons trouvé :

	Pouvoir calorifique du gaz sec (à 15° C. et 760 mm.). Calories.
Houilles françaises	4934
» allemandes.	5195
» allemandes de la Ruhr . .	5050
» anglaises . . , . . .	5240

Pouvoir éclairant :

Houilles.	Pouvoir éclairant du gaz sec. Bougies Hefner.	Différence Bougies Hefner.	Variation %
de St-Ingbert (Allemagne)	13,0 — 6,5	6,5	100
» Frankenholz »	12,3 — 8,7	3,6	41,4
» Heinitz »	—	3,7	—

En moyenne, nous avons trouvé :

	Pouvoir éclairant du gaz sec Bougies Hefner.
Houilles françaises	7,3
» allemandes et anglaises	10,4

Les houilles françaises sont donc inférieures aux autres en ce qui concerne leur pouvoir éclairant et leur pouvoir calorifique.

Production de coke :

Le rendement d'une houille en coke ne doit pas seul entrer en considération, mais bien aussi la qualité du coke obtenu; car les grandes usines, qui en produisent beaucoup plus qu'elles n'en peuvent consommer, sont obligées de le vendre en concurrence avec les charbons étrangers. La production de coke des usines suisses est assez importante pour un petit pays : pendant l'année 1903, elle a atteint au total 188 374 t.; déduction faite de 45 638 t. employées au chauffage des gazogènes, il reste 142 736 t. pour la consommation des usines et pour la vente. Nous insistons encore sur ce que la vente du coke dépend aujourd'hui en Suisse de l'importation étrangère et des variations de prix considérables qu'elle entraîne, tandis que le gaz est concurrencé uniquement par l'éclairage électrique et même pas encore dans toutes les villes. Nous sommes donc obligés, dans nos usines à gaz, de donner à la qualité du coke une importance beaucoup plus grande que précédemment.

On sait que les houilles françaises et anglaises, ou même celles de la Ruhr, donnent un coke de plus belle apparence que celles de la Saar; par contre, les charbons anglais et allemands donnent un produit de qualité meilleure. La belle apparence et la grande densité des premiers n'est souvent obtenue qu'aux dépens de la qualité réelle, car ils contiennent une quantité relativement grande de cendres. Cette remarque, faite depuis longtemps, a été confirmée en général par nos essais.

Le rendement en coke a été trouvé :

Pour les houilles	françaises .	69,8 %
» »	allemandes.	64,1 %
» »	anglaises .	64,2 %

Les charbons français ont donc un rendement en coke un peu plus élevé que les deux autres.

La proportion de cendres, dans des cokes provenant de différentes houilles, varie beaucoup, comme le montrent les chiffres suivants :

Houilles de	Montrambert	20,1 %	
»	Montmartre	5,7 »	— 6,04 %.
»	St-Ingbert	6,7 »	— 10,1 »
»	Heinitz	7,7 »	— 14,0 »
»	Nordfeld	10,4 »	— 22,9 »
»	Frankenholz	8,9 »	— 15,7 »

Avec les houilles anglaises et avec celles de la Ruhr, on n'observe pas des variations aussi considérables. La proportion des cendres dans le coke a une importance spéciale pour les grandes usines, qui livrent ce combustible à l'industrie métallurgique et à celle du carbure de calcium.

Pour établir la valeur marchande d'une houille à gaz, il faut donc tenir compte de différents facteurs : la production de gaz, le pouvoir éclairant et le pouvoir calorifique du gaz, la qualité du coke. A l'aide de ces divers facteurs, nous avons déterminé deux coefficients, d'après lesquels nous classons les houilles ; l'un dépend de la production de gaz et du pouvoir éclairant de celui-ci ; l'autre de la production de gaz et du pouvoir calorifique. Le premier, désigné par a, s'obtient en multipliant le volume de gaz (en litres, à 15° C. et sous 760 mm.), distillé par 1 kg. de houille par le pouvoir éclairant et en divisant ce produit par la consommation de gaz pour le chauffage de la cornue. Le second, désigné par b, se calcule en multipliant le même volume de gaz par le pouvoir calorifique et en divisant ce produit par 1000.

Les nombreux essais que nous avons faits, nous ont permis d'établir entre quelles limites ces deux coefficients devaient être compris pour qu'une houille à gaz puisse être considérée comme de qualité moyenne ; nous avons trouvé que :

a peut varier entre 1650 et 1750 ;
b » » 20 et 25.

Les houilles dont les coefficients sont inférieurs à ces limites doivent être considérées comme mauvaises houilles à gaz ; celles dont les coefficients sont supérieurs, comme bonnes. Pour classer définitivement une houille dont les coefficients sont voisins des limites, l'apparence et la qualité du coke doivent être prises en considération.

Nous indiquons ici, à titre de curiosité, une autre règle qui a été vérifiée non seulement par de nombreuses observations lors des essais, mais aussi par celles faites en déterminant le pouvoir calorifique réel du gaz à notre usine. Nous avons constaté en effet une certaine constance dans le rapport entre le pouvoir éclairant et le pouvoir calorifique du gaz, en ce sens qu'une diminution de 1 bougie Hefner dans le premier correspond, en chiffres ronds, à une réduction de 100 calories dans le second.

Indépendamment de l'analyse des gaz qui donne, dans certains cas, des résultats très précieux, indispensables quand il s'agit de déterminer la valeur absolue d'une houille, nous ferons encore remarquer que la conservation des houilles en dépôt dépend de leur teneur en soufre ; celui-ci a pour effet de provoquer la décomposition des charbons et d'augmenter les risques d'une inflammation spontanée. Cette remarque a son importance en Suisse, où nous sommes obligés d'accumuler de grandes provisions de houille pour l'hiver. A cet égard les houilles anglaises, françaises et belges sont très peu avantageuses, tandis qu'avec celles de la Saar ou de la Ruhr on n'a pas à craindre des accidents de cette nature.

Nous avons aussi examiné quelques espèces de houilles d'addition. Ce qui frappe, à côté de leur grande production de gaz et du pouvoir calorifique très élevé de celui-ci, ce sont le fort pouvoir éclairant du gaz et les variations considérables dans la production du coke, pour autant que l'on peut encore parler de coke à ce propos. Parmi les échantillons qui nous ont été envoyés, un seul (Météor) a donné un coke utilisable. C'est un charbon de la Ruhr, qui convient bien comme houille d'addition ; il donne un gaz assez bon, avec un pouvoir calorifique élevé, et un coke dont la teneur en cendres est relativement faible. Nous avons appris avec regret que l'exploitation de cette mine doit être suspendue dans un ou deux ans, car elle ne couvre pas ses frais. Cette houille aura donc le même sort que les houilles Wilhelmina, Victoria, Plesio, Consolidation, etc. Les autres

échantillons de houilles d'addition ont donné un coke absolument inutilisable, qui se compose surtout de cendres.

Ajoutons, à titre de curiosité, que nous avons aussi soumis aux essais un échantillon de tourbe comprimée. Il a donné 356 litres de gaz, avec un pouvoir calorifique de 3230 calories, et 31,5 % de coke, à l'état pulvérulent ; la valeur du coefficient a est 1150.

Un échantillon d'anthracite, envoyé par l'Ecole polytechnique fédérale, a permis de constater que ce combustible a presque le même aspect avant et après sa distillation. Il a donné 241 litres de gaz, avec un pouvoir éclairant de $^1/_7$ de bougie Hefner et un pouvoir calorifique de 3725 calories seulement. Les deux coefficients correspondants peuvent être considérés comme typiques :

$a = 897$ calories
$b = 2{,}3$ »

Nous avons ici l'exemple caractéristique d'une houille à gaz très mauvaise.

La durée de la distillation n'étant pas la même pour les houilles allemandes et anglaises, il y a des inconvénients à les distiller en même temps ; mais ces inconvénients disparaissent si l'on mélange, dans une même cornue, les deux espèces en proportion de leur durée de distillation. On obtient alors, non seulement une distillation complète même des houilles les plus difficiles à traiter, mais aussi un beau coke compact. Nous croyons pouvoir déduire de notre statistique que plusieurs de nos collègues procèdent déjà de cette façon.

Les résultats de nos essais ont, comme nous l'avons dit au début, une valeur non pas absolue, mais de comparaison. Les valeurs moyennes que nous obtiendrons avec notre appareil se rapprocheront d'autant plus des valeurs d'exploitation normale que le nombre des analyses sera plus considérable. A cet effet, nous souhaitons que nos collègues nous envoient de nombreux échantillons et nous aident par là, dans l'intérêt de toutes les usines, à atteindre le but de notre station d'essai.

L'alimentation d'eau par les barrages.

Communication de M. ***H. Peter****, directeur du Service des eaux de la ville de Zurich, à la XXXIe assemblée générale, le 24 septembre 1904, à Lausanne* [1].

L'alimentation des villes en eau de source devient toujours plus un sujet de préoccupation pour les services publics, qui cherchent aujourd'hui à remplacer les eaux de surface par des eaux profondes. Sans aucun doute, l'eau de source, dans laquelle nous comptons ici toutes les eaux coulant naturellement dans le sol, est bien préférable à l'eau de surface pour l'alimentation des agglomérations d'une certaine importance, à la condition toutefois que cette eau soit pure et en quantité suffisante. Pour les usages techniques, l'eau de surface, qui est plus douce, convient certainement mieux, comme nous l'ont déclaré dernièrement à Zurich des industriels qui ont employé notre nouvelle eau de source.

Dans les vallées du bas-plateau allemand, on trouve en général des eaux profondes, qui doivent être élevées à la surface avec des pompes, et, dans certaines régions, il y en a même en grande abondance. Dans nos vallées suisses, cependant, on n'en trouve que rarement ; ainsi, toute la grande vallée de la Thur, qui devrait contenir, semble-t-il à première vue, beaucoup d'eau de source, n'en possède presque pas. Le sous-sol de cette vallée, qui conduisait autrefois le Rhin de Romanshorn par Frauenfeld dans la plaine inférieure, est entièrement constitué par d'anciennes moraines ; il ne contient de l'eau de source que dans ses couches supérieures et encore en très petite quantité.

Nous trouvons des conditions analogues dans la vallée de la Glatt, où l'on est d'abord étonné de ne trouver presque pas de sources.

Dans la vallée de la Linth, les conditions sont autres : Sous la plaine de la Limmat coule un courant important d'eau de source en aval de Zurich. Ce courant est largement utilisé par diverses industries ; mais cette eau profonde, qui a passé sous la ville de Zurich, offre par trop peu de garanties, quant à sa pureté, pour que l'on puisse l'utiliser comme eau potable.

Le docteur Thomann a fait autrefois des études minutieuses sur les propriétés chimiques et bactériologiques des eaux profondes, et il en a publié les résultats. Nous avons également eu l'occasion, il y a quelques années, de faire à ce sujet des recherches près de Frauenfeld. Elles n'eurent pas de succès dans la vallée de la Thur et furent continuées dans celles de la Murg, où de l'eau souterraine, provenant des terrains glaciaires de la vallée du Thunbach, coule sous la plaine; elle y a été captée dans des puits et est maintenant employée pour l'alimentation de Frauenfeld.

Les emplacements les plus avantageux pour capter un courant d'eau profonde destinée à la consommation, se trouvent en général près du fleuve ; mais, si l'on puise de l'eau dans ces conditions, le niveau de la nappe souterraine peut s'abaisser et parfois descendre au-dessous de celui de l'eau superficielle. Il arrive alors que de l'eau du fleuve s'infiltre dans le courant souterrain et le contamine.

M. le professeur Intze, d'Aix-la-Chapelle, le célèbre constructeur de beaucoup de barrages pour alimentation d'eau potable, se base sur cette considération pour établir sa thèse que, dans certaines conditions, il faut préférer à l'eau profonde l'eau de surface bien purifiée. Pour ne pas nous arrêter davantage sur ce sujet, nous renvoyons à la communication de MM. les professeurs Intze et Frenckel à la XXVe assemblée de la Société allemande d'hygiène publique, à Trèves, en 1900, qui a été imprimée.

Tandis que la construction de barrages pour des usages industriels ou agricoles est connue depuis l'antiquité, leur emploi pour l'alimentation en eau potable est relativement récent ; ce n'est que l'insuffisance des autres moyens qui a nécessité ce procédé nouveau.

[1] Traduit de l'allemand par la *Rédaction*.

Les barrages sont aujourd'hui d'une importance capitale pour l'alimentation en eau potable, car ils permettent d'utiliser l'eau disponible de la façon la plus complète. Un rapide calcul le montrera facilement: On compte en général, dans notre contrée, sur une production d'eau de source ou sur un débit minimum d'eau courante de 5 litres par km² et par seconde, soit 300 litres par minute ou 150 000 m³ par km² et par année. Notre pays reçoit par contre en moyenne 1 m. de pluie par an, soit 1 000 000 m³ d'eau par km² et par année. En utilisant toute l'eau fournie par les sources, on ne recueille donc que le $^1/_7$ de la quantité tombée en pluie. Or, en construisant des barrages suffisamment grands, il est possible d'utiliser une beaucoup plus grande partie de l'eau de pluie. Pour le barrage de la ville d'Aix-la-Chapelle, on a compté sur une utilisation de 600 mm. de pluie par an, avec une chute annuelle de 850 mm., c'est-à-dire sur une utilisation de près du 80 % de la pluie tombée.

Les mêmes conditions se présentent quand il s'agit de captages d'eau pour forces motrices. Nous sommes également habitués à calculer la quantité d'eau courante utilisable à raison de 5 litres par km² et par seconde, tandis que, avec des barrages, on arrive à utiliser 40-50 litres, soit près de 10 fois plus.

Les villes américaines ont, dans ces dernières années, utilisé avec grand succès les barrages pour leur alimentation en eau potable. New-York, par exemple, est complètement alimenté de cette façon et, tout dernièrement, vient d'être terminé le nouveau barrage de Croton (hauteur 70 m.), qui retient 150 000 000 m³ d'eau. New-York emprunte journellement à ces divers réservoirs 1 500 000 m³ d'eau. Le coût de ces travaux est estimé à Fr. 225 000 000.

Sur le continent, nous trouvons des barrages à Vienne, Remscheid, Barmen, Solingen, etc. Qu'il nous soit permis de dire quelques mots de ces installations.

Lorsqu'on emploie l'eau de surface, il est avant tout important de la purifier; on ne pourrait jamais sans cela se hasarder à l'utiliser comme eau potable. Dans les installations nommées plus haut, différents modes de purification sont pratiqués. A Vienne, dans un barrage installé par une société il y a environ 15 ans, l'eau fut longtemps purifiée avec des filtres dits de Worms, formant une batterie d'environ 6000 éléments, d'une valeur de plus de Fr. 1 000 000. Ce mode de purification n'a absolument pas donné satisfaction et, il y a deux ans de cela, on a commencé à installer des filtres à sable, du type de ceux de Zurich. L'eau passe d'abord dans des filtres grossiers, susceptibles d'être nettoyés par simple lavage, puis elle est soumise, dans des filtres à sable, à une épuration bactériologique. D'après ce que nous avons entendu dire, cette installation donne maintenant pleine satisfaction et, depuis qu'elle fournit de la meilleure eau, elle rapporte aussi ses intérêts.

A Remscheid, on a établi en 1884 une distribution d'eau souterraine qui provenait de l'Eschtal et que l'on pompait dans de grands puits; mais, un barrage a été construit il y a 8 ans environ et la ville est aujourd'hui complètement alimentée par la réserve d'eau ainsi créée. Ces deux installations ont donné lieu à une expérience intéressante, au sujet de l'hygiène publique : En juillet 1900 se déclara, à Remscheid, une violente épidémie de typhus, à une époque où la ville était entièrement alimentée avec de l'eau souterraine de l'Eschtal. Les médecins accusèrent immédiatement l'eau d'avoir répandu la maladie; en conséquence, on élimina l'eau souterraine et l'on n'utilisa plus que celle du barrage; trois semaines après, l'épidémie se calmait, et l'on ne constatait aucun nouveau cas après cette période, qui correspond exactement à celle d'incubation du typhus. Il fut effectivement prouvé que la région où l'on puisait l'eau souterraine et qui était alimentée artificiellement avec de l'eau superficielle de la vallée du Tentebach avait été contaminée par celle-ci.

Aujourd'hui Remscheid filtre deux fois l'eau procurée par les barrages.

La ville de Solingen a récemment construit un barrage dans la vallée de l'Eschbach, sur l'initiative et d'après les plans de M. le professeur Intze; cet ouvrage mesure 43 m. de hauteur et 36m,5 d'épaisseur à sa base. La région qui alimente le réservoir ne mesure que 11,87 km² de superficie, une très petite surface, qui ne fournirait certainement pas plus de 3000 litres par minute d'eau de source, mais dont toutes les eaux, retenues par le barrage, suffisent à la consommation de la ville et, de plus, aux besoins de force motrice.

L'épuration de l'eau se fait, à Solingen, d'après un procédé spécial et elle a donné lieu à plusieurs expériences intéressantes. A l'origine, une première digue a été construite en amont du barrage lui-même, créant ainsi un réservoir supérieur de 300 000 m³ de capacité. En amont de ce réservoir, les prés ont été aménagés en prairies de filtration. Toute l'eau de la rivière s'infiltre dans ceux-ci et est ensuite recueillie dans le réservoir supérieur, qui contient des filtres artificiels à sable.

Cette installation ne donna pas satisfaction et fut abandonnée immédiatement après avoir été établie. Aujourd'hui, c'est dans des prés de 20 000 m² de superficie, situés en aval du grand barrage, que l'on filtre l'eau. Ces terrains ont été drainés, puis nivelés et partagés en lots de 2000 m² de surface, qui peuvent être utilisés chacun séparément. Le sol y est recouvert d'un gazon serré et uni; sur le côté le plus élevé de chaque lot, on amène l'eau et on la répartit également; après avoir filtré à travers le sol, elle est recueillie par des drains et amenée dans des conduites aux pompes.

M. le professeur Intze apprécie très haut ce mode de purification et estime qu'il est aussi parfait que celui avec filtres artificiels à sable, et de plus moins coûteux; malgré ce dernier avantage, nous ne le considérons pas comme très bon. Dans les filtres à sable, la vitesse de circulation de l'eau est dix fois supérieure, et la surveillance et les nettoyages sont beaucoup plus faciles qu'avec la filtration en prairies. Le contact de l'eau avec la végétation doit débarrasser la première des bactéries nuisibles, mais les végétaux ont peine à prospérer dans les conditions auxquelles

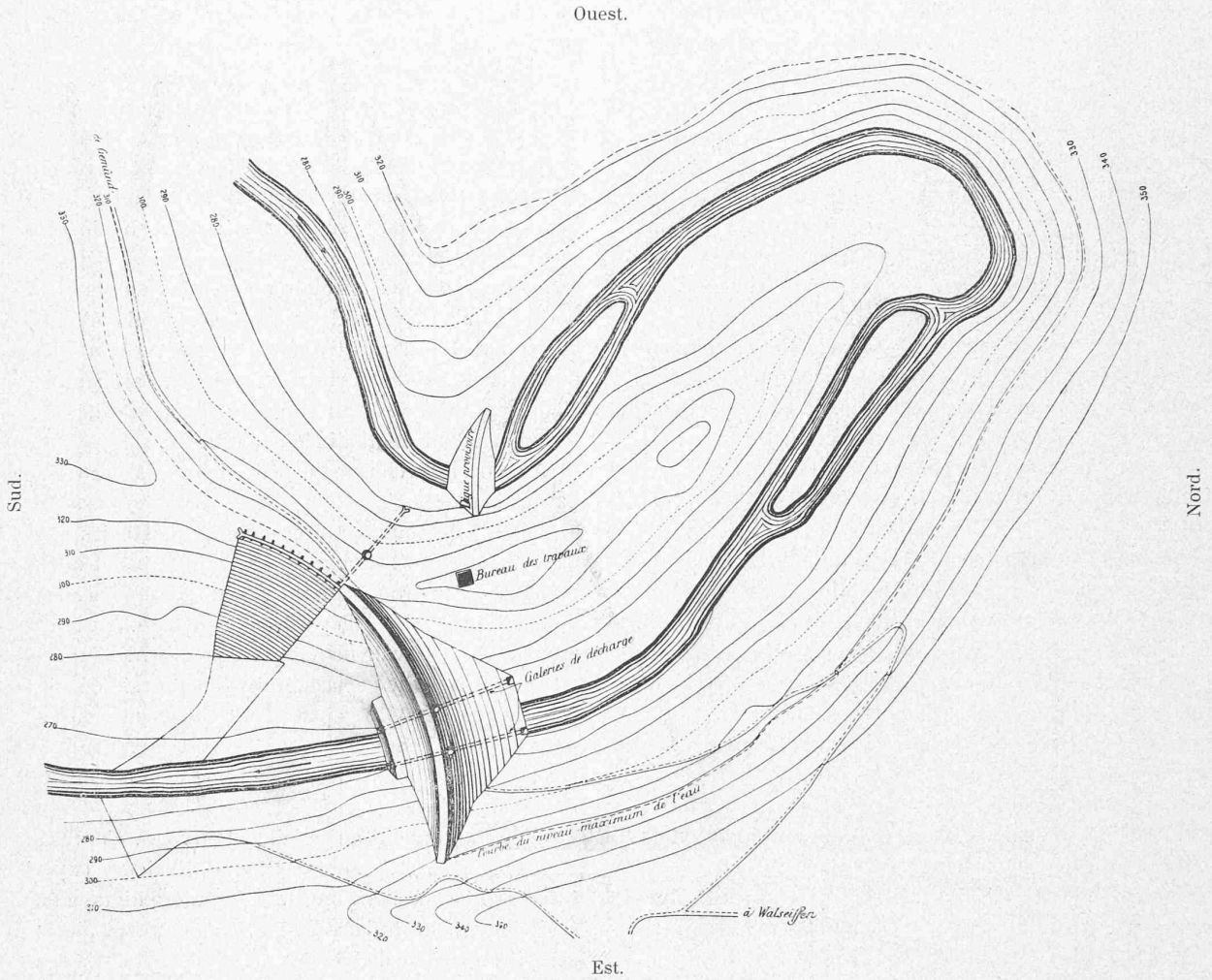


Fig. 1. — Plan de situation du barrage de la vallée de l'Urve, près d'Aix-la-Chapelle. Echelle 1 : 5000.

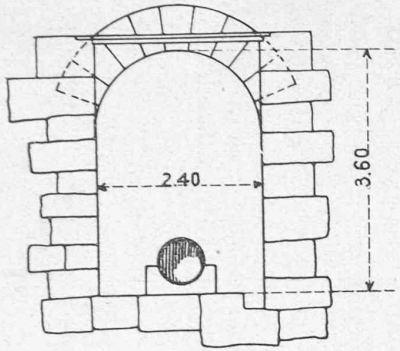
on les soumet. Le procédé du ruissellement sur prairies de filtration, comme on le pratique à Solingen, doit son origine au fait que l'on a voulu produire artificiellement de l'eau souterraine, et l'on a utilisé pour cela les résultats des expériences faites à ce sujet.

M. Imbeaux, à Nancy, a prouvé que lorsque l'eau a traversé une couche de sable pur de 6 m. d'épaisseur, elle est convenablement purifiée ; d'autres auteurs admettent des dimensions plus petites encore : Pfuhl indique qu'une couche d'argile sablonneuse de 1 m. est suffisante ; Intze que le drainage doit se trouver à 2 m. au-dessous du sol pour que l'épuration soit bonne. Le coût d'établissement d'une prairie de filtration n'est pas élevé ; à Solingen il atteint 6 fr. par m² de surface, tandis que pour des filtres à sable il faut compter jusqu'à 100 fr.

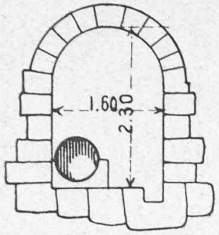
Certaines conditions sont indispensables à l'établissement d'un barrage pour la distribution d'eau potable. En premier lieu, il faut disposer d'une région d'alimentation suffisamment grande et si possible boisée ; elle ne doit pas contenir d'établissements industriels, d'où s'écoulent des eaux impures, ou de nombreuses habitations. Les terrains qui pourraient donner lieu à une contamination doivent être achetés et boisés. La ville de Solingen a acquis tout le territoire dans un rayon de 300 m. autour du lac artificiel ; on a cependant prétendu que cette zone était insuffisante pour prévenir la contamination. On ne construit plus guère de barrages d'une certaine hauteur formés d'une digue en terre, mais on les fait en solide maçonnerie, fondée sur une couche profonde de rocher.

Quand le barrage est terminé, il est nécessaire, avant de remplir le réservoir, d'enlever d'abord toute la végétation du terrain qui sera submergé ; car on a constaté que, si l'on s'en abstient, la qualité de l'eau est beaucoup moins bonne, et qu'il se développe même des germes de décomposition.

L'emplacement d'un barrage est souvent indiqué par la nature même du terrain. Si l'on considère le profil en long de n'importe quelle rivière un peu importante, on y trouvera certainement des parties à faible pente séparées par des rapides, souvent creusés dans la roche et qui se prêtent très bien à l'établissement d'un barrage. Toutefois, ce n'est qu'après une étude minutieuse que l'on fixera l'emplace-

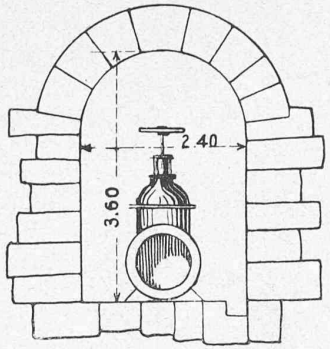


Coupe *a b*.



Coupe en travers de la galerie de décharge Ouest.

Coupe du barrage suivant la galerie de décharge Est.



Coupe *c d*.

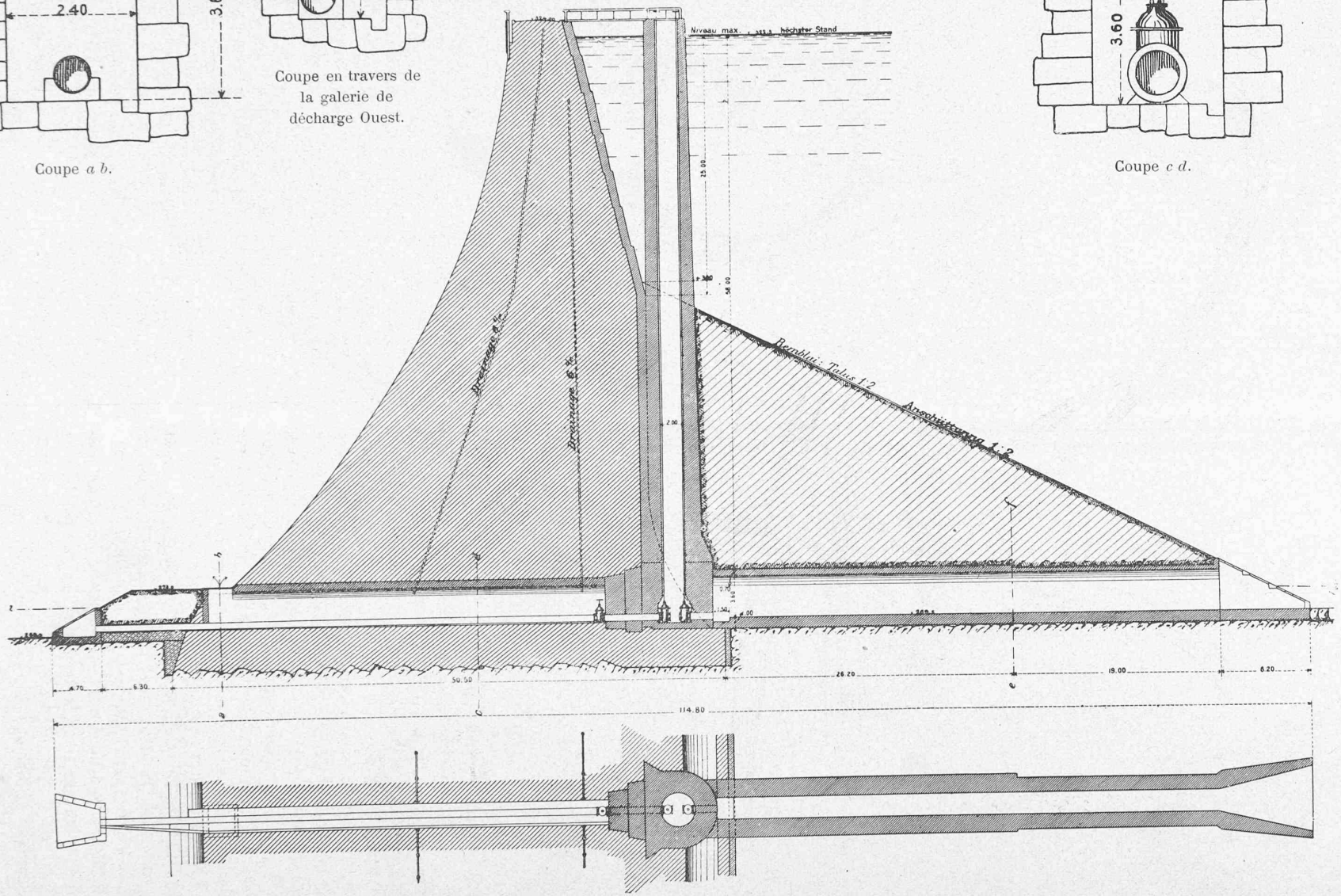


FIG. 2. — BARRAGE DE LA VALLÉE DE L'URVE, PRÈS D'AIX-LA-CHAPELLE

Echelle générale 1 : 500. — Echelle des détails 1 : 100.

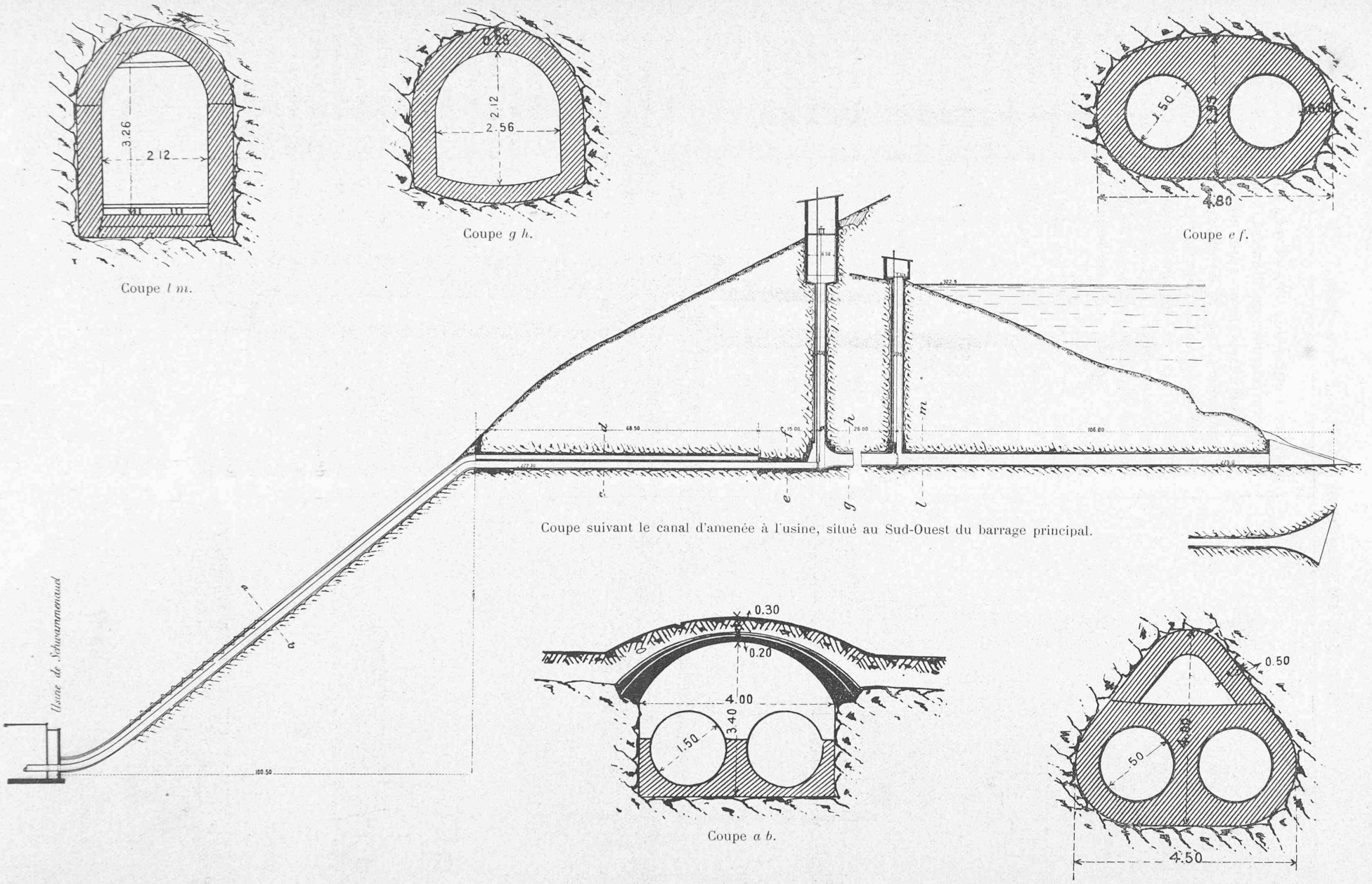
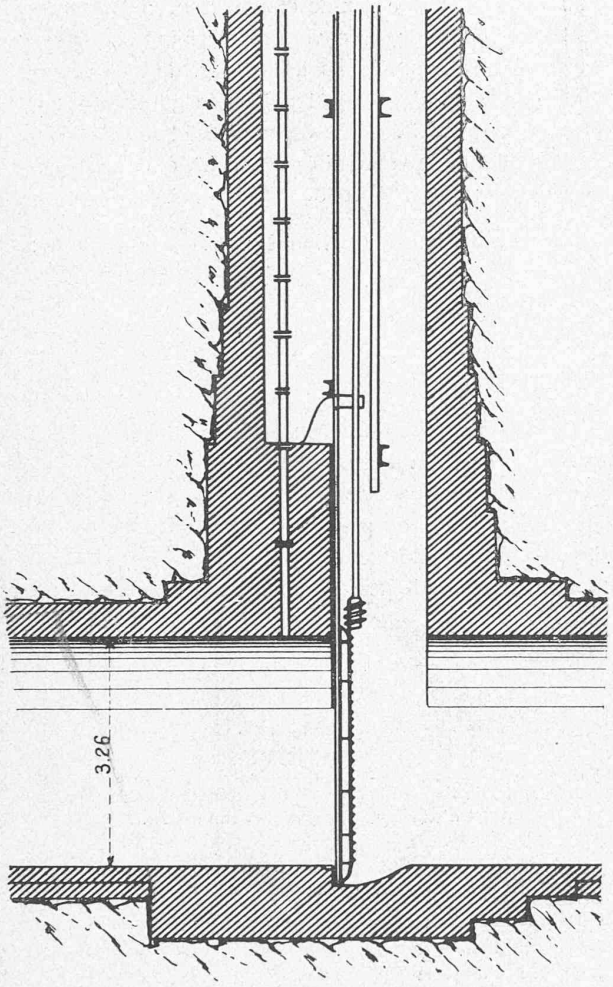
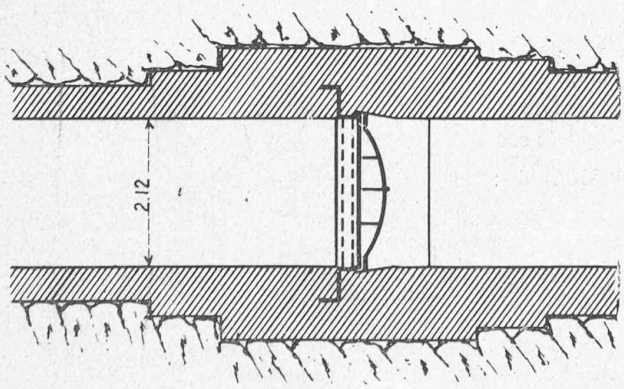


FIG. 3. — BARRAGE DE LA VALLÉE DE L'URVE, PRÈS D'AIX-LA-CHAPELLE

Echelle générale : 1 : 1200. — Echelle des détails : 1 : 100.



Coupe verticale par le puits d'accès de l'extrémité Sud du canal d'amenée.



Plan. — Echelle 1 : 100.

ment et la disposition d'un ouvrage de ce genre. Quant à la construction du mur lui-même, nous nous en rapportons à titre d'exemple aux plans ci-joints.

Cette construction a été exécutée par M. Intze ; elle a pour but de barrer la rivière Urve et de procurer de la force motrice à Aix-la-Chapelle et à ses environs. Le bassin d'alimentation de l'Urve est de 385 km² environ et fournit un débit minimum d'eau de 1,5 m³ par seconde à peu près. Grâce au barrage, on peut emprunter régulièrement à l'Urve 12 m³ d'eau par seconde. Ce barrage, situé près de Gemünd, à 50 km. d'Aix-la-Chapelle, est très facile à atteindre depuis Bonne ; il ferme une vallée de 10 km. de longueur environ, qui présente des conditions exceptionnellement favorables. Les deux versants de celle-ci et son talweg sont constitués par des calcaires feuilletés semblables à nos ardoises des Grisons (Bündner Schiefer). Le barrage lui-même est construit dans une coupure du rocher ; le mur a 58 m. de hauteur et 55 m. de largeur à sa base ; il retient 55 500 000 m³ d'eau.

Les installations pour la production de force motrice sont assez intéressantes ; l'usine, qui fournit environ 10 000 chevaux, est située près de Heimbach, au pied de l'épaulement de terrain sur lequel s'appuie le barrage sur la rive droite ; le canal d'amenée traverse cet épaulement dans un tunnel revêtu d'une maçonnerie étanche.

* * *

L'eau des barrages est quelquefois préférable à celle des lacs naturels, puisqu'il est plus facile de préserver de contamination une région d'alimentation limitée que le vaste bassin d'un lac ; avec des réservoirs de grande profondeur, l'eau prise au fond se trouve avoir une température convenable et une pureté suffisante.

Les industries que paralyse le manque de force motrice pendant l'étiage, pourront trouver des avantages très grands à de semblables installations, et que ne donnent pas les petits étangs qui sont souvent construits pour équilibrer uniquement la consommation journalière des usines.

La ville de Zurich étudie en ce moment la construction d'un barrage à l'Etzel. Il s'agit de former un bassin d'alimentation de 160 km² seulement, ce qui est une surface relativement petite. Les calculs montrent qu'il est possible de retirer de cette région une force motrice de 50 000 à 60 000 chevaux. Ce beau projet est malheureusement entravé par des difficultés d'expropriation presque insurmontables ; l'exécution n'en sera possible que si la législation fédérale intervient pour fournir les bases que nous attendons pour l'expropriation des terrains.

(Dans un article subséquent, nous comptons donner une description de l'usine de Heimbach, avec des dessins des installations. — *Réd.*)

Méthode pour déterminer et augmenter le rendement des fours à gazogènes.

Communication de M le Dr **E. Ott,** *chimiste du Service du gaz de Zurich, à la XXXIme assemblée générale, le 25 septembre 1904, à Lausanne*[1].

Dans l'étude du rendement des fours à gazogènes, on cherche en premier lieu à déterminer, non pas le nombre de calories que l'on utilise par kilogramme de coke employé à chauffer la cornue, mais bien la quantité de calories qui s'échappent avec chaque mètre cube de gaz de combustion. Nous obtiendrons un mauvais résultat si nous brûlons un combustible, même excellent, avec un trop grand excès d'air, car l'augmentation du volume des gaz entraîne une diminution de la température de la cornue, qui n'atteint plus les 1000° nécessaires à la distillation. L'admission dans le four d'un volume d'air trop petit est tout autant désavantageuse ; elle a pour conséquence une combustion incomplète, incapable de donner la température voulue. Dans ces deux cas, les gaz de combustion emportent un grand nombre de calories inutilisées, soit dans l'excès d'air, soit dans l'oxyde de carbone.

Théoriquement, les gaz de combustion devraient contenir 20,9 % d'acide carbonique ; cette proportion n'est pas réalisable en pratique, mais l'on doit chercher à s'en rapprocher, tout en maintenant la température des gaz quittant le four entre 500° et 600°, afin de conserver l'avantage que donne une grande teneur en acide carbonique.

Nous nous servons, pour l'étude de la combustion, du pyromètre de Le Chatelier, qui permet de mesurer les hautes températures d'après la tension du courant d'une pile thermo-électrique, et de l'appareil d'Orsat, qui donne le volume des gaz de combustion, leur teneur en acide carbonique, en oxyde de carbone, en azote et en oxygène. Les gaz de combustion contiennent en outre de la vapeur d'eau, qui provient de l'humidité du coke ou des injections de vapeur faites dans le foyer. Il est donc nécessaire, pour des analyses exactes des gaz, de déterminer aussi leur teneur en vapeur d'eau, qui est très forte.

Si l'on connaît le poids du coke brûlé, celui de son résidu en cendres et la quantité d'eau consommée par le générateur, on peut calculer facilement la proportion de vapeur d'eau dans les gaz de combustion.

Exemple :

Coke brûlé en 24 heures . .		3828 kg.
Eau contenue dans le coke	. 628 kg.	
Cendres	. 361 »	
Total à déduire :		989 »
Carbone brûlé.		2839 kg.

Or 12 kg. de carbone produisent 22,37 m³ d'acide carbonique, à 0° et sous 760 mm. ; 2839 kg. donneront donc 5292,4 m³ d'acide carbonique.

On trouve en moyenne, dans les analyses de gaz :

Acide carbonique 15,17 % (en volume).

Oxygène . 4,43 % } 84,83 % »
Azote . . 80,40 % }

Nous aurons par suite, dans notre exemple, un volume total de 34 887 m³ de gaz de combustion, mesurés secs, à 0° et sous 760 mm. ; à ce volume, il faut ajouter celui de la vapeur d'eau donnée par les 628 kg. de coke humide et par les 2300 kg. d'eau injectée dans le générateur ; 18 kg. d'eau donnant 22,37 m³ de vapeur à 0° et sous 760 mm., le volume total de la vapeur[1] est 3638 m³, et celui des gaz de combustion : 34 887 + 3638 = 38 525 m³.

En résumé, la composition des gaz est la suivante :

Acide carbonique . . .	13,73 %
Oxygène	4,01 %
Azote	72,81 %
Vapeur d'eau	9,45 %

Ces chiffres permettent de calculer le rendement. Sans appareil spécial, la mesure directe de l'eau contenue dans le coke est mal commode et peu exacte ; c'est pourquoi nous déterminons de préférence la proportion de vapeur d'eau dans les gaz de combustion, et cela au moyen d'un appareil très simple dessiné schématiquement ci-dessous:

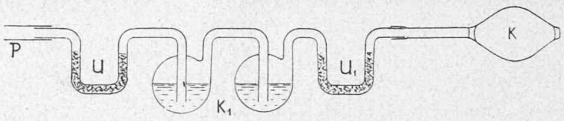


Schéma de l'appareil pour la détermination de la vapeur d'eau dans les gaz de combustion.

LÉGENDE :

P = Tuyau de porcelaine ;
U et U_1 = Tubes de verre en U contenant du chlorure de calcium ;
K_1 = Ballons de verre contenant une lessive de potasse ;
K = Pompe en caoutchouc.

Nous pesons d'abord U et $(K_1 + U_1)$, puis aspirons le gaz de combustion à travers l'appareil à l'aide de la pompe K ; U absorbe la vapeur d'eau, K_1 l'acide carbonique, U_1 l'eau qui peut s'être évaporée dans K_1. Nous aspirons ensuite de l'air exempt d'acide carbonique et de vapeur d'eau, et pesons de nouveau U et $(K + U_1)$.

Notre appareil donne ainsi les poids d'acide carbonique et d'eau, d'où nous pouvons déduire des proportions en volume, tandis que l'appareil d'Orsat donne la composition des gaz de combustion en pour cent du volume de ces gaz supposés secs.

Exemple :

L'appareil d'Orsat a donné :

Acide carbonique 12,7 % } A.
Azote et oxygène 87,3 % }

[1] Traduit de l'allemand par la *Rédaction*.

[1] Il peut sembler étrange de parler de vapeur d'eau à 0°, puisque à cette température l'eau est à l'état liquide, voire même solide, et l'on pourrait croire qu'il faut toujours considérer des températures supérieures à 100° ; cela compliquerait toutefois le calcul, car tous les gaz sont mesurés à 0° et sous 760 mm., et il est permis d'admettre que, s'il était réellement possible d'évaporer de l'eau à 0° et sous 760 mm., elle prendrait bien le volume indiqué. Ce raisonnement ne change donc rien au résultat du calcul.

Le second appareil a donné :

Vapeur d'eau 0,575 gr.
Acide carbonique 1,306 gr.

Comme 18 kg. d'eau produisent 22,37 m³ de vapeur à 0° et sous 760 mm., et que 44 kg. d'acide carbonique donnent aussi, dans les mêmes conditions, 22,37 m³ de vapeur, les poids correspondent aux volumes suivants :

$$\text{Vapeur d'eau} = \frac{0{,}575 \times 22{,}37}{18} = 0{,}714 \text{ m}^3$$

$$\text{Acide carbonique} = \frac{1{,}306 \times 22{,}37}{44} = 0{,}664 \text{ m}^3.$$

Le volume de vapeur d'eau, en pour cent du volume des gaz de combustion secs (A), sera :

$$\frac{12{,}7 \times 0{,}714}{0{,}664} = 13{,}6\ \%$$

Nous en déduisons les volumes des différents gaz, en pour cent du volume total :

	% du volume des gaz secs.	% du volume total des gaz.
Acide carbonique . . .	12,7 %	11,2
Azote et Oxygène . . .	87,3 %	76,9
Vapeur d'eau	13,6 %	11,9
	113,6 %	100 %

La composition des gaz de combustion est, d'après ce procédé, déterminée d'une façon très pratique, il reste à calculer le rendement à l'aide des valeurs ainsi obtenues et des températures des gaz quittant le four.

La combustion du charbon amorphe, donc aussi du coke, en produisant 1 m³ d'acide carbonique à 0° et sous 760 mm., fournit 4334 calories ; nous avons trouvé, dans l'exemple précédent, 0,112 m³ d'acide carbonique, soit 485 calories. La température des gaz au sortir du four est en moyenne de 576° ; les chaleurs spécifiques, près de 576°, étant :

pour l'acide carbonique 0,5
» la vapeur d'eau 0,463
» les autres gaz 0,31

les pertes se répartissent comme suit :

Par l'acide carbonique : $0{,}112 \times 0{,}5 \times 576 =$ 32 calories ;
» la vapeur d'eau : $0{,}119 \times 0{,}463 \times 576 =$ 32 »
» l'oxygène et l'azote : $0{,}769 \times 0{,}31 \times 576 =$ 137 »
201 calories.

Le nombre de calories utilisées dans le four est donc 485 — 201 = 284, et le rendement 58,5 %.

Tel est le procédé de calcul si l'on tient compte de ce que les chaleurs spécifiques de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau varient avec la température. Si l'on ne veut pas tenir compte de cette variation, relativement petite, on peut employer pour simplifier la formule suivante, généralement usitée pour cela :

Soient : T, la température des gaz pendant la combustion ;
t, » à leur sortie du four ;
p, le poids des gaz ;
c, la chaleur spécifique des gaz à pression constante.

En supposant c = constante, la chaleur fournie par la combustion est : Tpc ; la chaleur emporté par les gaz est : tpc ;

Le rendement sera :

$$\frac{Tpc - tpc}{Tpc} = \frac{T - t}{T}$$

En appliquant ce calcul à l'exemple précédent, nous avons :

$$TVc' = 485 \text{ calories},$$

c' étant la chaleur spécifique des gaz, rapportée à l'unité de volume, et V le volume de ces gaz.

Pour l'acide carbonique $c' = 0{,}427$;
Pour la vapeur d'eau $c' = 0{,}39$;

On a donc :

$$T(0{,}112 \times 0{,}427 + 0{,}119 \times 0{,}39 + 0{,}769 \times 0{,}31) = 485 \text{ cal.}$$

d'où :

$$T = 1460°,$$

et

$$\frac{T - t}{T} = \frac{1460 - 576}{1460} = 0{,}605, \text{ soit } 60{,}5\ \%.$$

Avec cette dernière méthode on trouve donc pour le rendement une valeur un peu plus grande qu'avec la précédente ; mais la différence a une petite importance, et, comme l'erreur est toujours la même, les valeurs relatives ainsi trouvées sont toujours comparables. Nous avons cependant employé la première méthode pour avoir, autant que possible, des valeurs absolues.

Avant de citer des résultats d'essais, il peut y avoir intérêt à dire quelle valeur maximum peut atteindre le rendement en pratique.

Pour éviter la production et l'échappement d'oxyde de carbone, il faut que les gaz emportent tout au plus 19 % d'acide carbonique, afin qu'il y ait encore un faible excès d'air ; de plus, le tirage exige de laisser sortir les gaz des carneaux à une température d'environ 550°. En supposant que les gaz de combustion contiennent 9 % de vapeur d'eau, le rendement est d'environ 77 %, chiffre qu'il est, dans la réalité, toujours difficile d'atteindre.

Les premiers essais ont duré de 2 à 4 jours, pour avoir un résultat moyen, et ont été faits avec le même four (système Hasse-Didier). Ensuite, on a cherché à augmenter le rendement en diminuant l'ouverture du registre d'air et en ralentissant l'allure de la combustion ; cette seconde série d'essais a porté aussi sur 2 à 4 jours. Nous allons maintenant présenter quelques exemples caractéristiques, relevés dans la pratique ; ajoutons toutefois auparavant que nous n'avons jamais pu constater d'oxyde de carbone dans les carneaux de fumée ; c'est pour cette raison qu'il n'en sera pas question dans les analyses suivantes.

Exemples :

Dans la première série d'essais d'un four, les analyses ont donné :

I a.	% du volume des gaz secs.	% du volume total des gaz.	
Acide carbonique	9,0	8,4	Température des gaz à la sortie du four 573° Rendement de la combustion 44,4 %
Oxygène	10,6	9,8	
Azote	80,4	74,2	
Vapeur d'eau	—	7,6	

L'excès d'air était beaucoup trop grand et le four, en conséquence, pas assez chaud à la hauteur de la cornue. On a donc diminué l'ouverture du registre d'air et ralenti la combustion ; ceci étant fait, on a trouvé :

I b.	% du volume des gaz secs.	% du volume total des gaz.	
Acide carbonique	14,9	12,9	Température 573°
Oxygène + azote	85,1	73,6	Rendement 63,7 %
Vapeur d'eau	—	13,5	

L'augmentation du rendement est considérable, de même celle de la température du four, qui peut être taxée de convenable.

Les essais **II** montrent aussi que le réglage du registre secondaire a pour effet une amélioration du rendement :

IIa.	% du volume des gaz secs.	% du volume total des gaz.	
Acide carbonique	12,8	11,8	Température 566°
Oxygène + azote	87,2	80,1	Rendement 62,0 %
Vapeur d'eau	—	8,1	
II b.			
Acide carbonique	14,3	12,9	Température 571°
Oxygène + azote	85,7	77,1	Rendement 64,2 %
Vapeur d'eau	—	10,0	

La température du four a augmenté, comme dans les essais **I**; le rendement aurait pu être supérieur si l'on avait chargé plus de houille dans la cornue, ce qui eût permis de mieux utiliser la chaleur et de laisser les gaz échapper à une température inférieure à 571°.

Les essais **III** et **IV** montrent précisément un résultat inverse du précédent :

IIIa	% du volume des gaz secs.	% du volume total des gaz.	
Acide carbonique	15,0	13,5	Température 641°
Oxygène + azote	85,0	76,6	Rendement 61,3 %
Vapeur d'eau	—	9,9	
III b.			
Acide carbonique	16,5	14,8	Température 739°
Oxygène + azote	83,5	75,2	Rendement 58,5 %
Vapeur d'eau	—	10,0	
IV a.			
Acide carbonique	14,9	13,5	Température 635°
Oxygène + azote	85,1	77,1	Rendement 61,7 %
Vapeur d'eau	—	9,4	
IV b.			
Acide carbonique	15,9	14,6	Température 733°
Oxygène + azote	84,1	77,0	Rendement 58,7 %
Vapeur d'eau	—	8,4	

Dans ces deux essais, la diminution de l'ouverture du registre a produit une augmentation de la teneur en acide carbonique, malgré laquelle le rendement a diminué; de plus, la température des gaz s'est élevée de 100°. Cette élévation de température a une tout autre cause que dans les essais **III** où elle affectait l'ensemble du four et où elle était due à une diminution de l'excès d'air et du volume total des gaz; dans les essais **III** et **IV**, au contraire, la température du four a très sensiblement diminué et l'on a pu constater au bas des carneaux de fumée une flamme d'oxyde de carbone, qui indique que le siège de la combustion s'est déplacé vers la cheminée, par suite du manque d'air à l'endroit où normalement a lieu la combustion.

Le rendement réel des essais **III** et **IV** est encore inférieur à celui calculé, car nous avons constaté un refroidissement général du four, correspondant à une distillation défectueuse. En rouvrant le registre, le four a rapidement repris sa température initiale.

Les essais **V** ont donné des résultats tout à fait analogues :

V a.	% du volume des gaz secs.	% du volume total des gaz.	
Acide carbonique	15,6	13,9	Température 742°
Oxygène + azote	84,4	75,2	Rendement 55,6 %
Vapeur d'eau	—	10,9	
Vb. Après augmentation de l'ouverture du registre			
Acide carbonique	13,9	12,5	Température 681°
Oxygène + azote	86,1	77,1	Rendement 55,6 %
Vapeur d'eau	—	10,4	

Il semble que théoriquement le rendement soit le même dans ces deux cas, en réalité il a beaucoup augmenté, car le siège de la combustion s'est rapproché de la cornue et la flamme d'oxyde de carbone a disparu du carneau; la température de la cornue s'est élevée et l'on a pu le constater à la coloration de celle-ci. (En même temps que l'on analyse les gaz, il faut toujours examiner l'état du four à travers les regards).

Il résulte de tous ces essais que, avec une combustion normale, l'on n'a pas pu obtenir plus de 14 à 15 % d'acide carbonique dans les gaz des carneaux. Si le four était absolument imperméable, c'est-à-dire s'il ne laissait pénétrer que l'air strictement nécessaire, on pourrait avoir une proportion plus grande d'acide carbonique. Mais cette condition ne peut guère être réalisée dans la pratique, car les trépidations des chargeurs mécaniques finissent toujours par produire, dans la maçonnerie des fours, des fissures, très minces il est vrai. Il faudrait continuellement rejointoyer ces fentes, ce qui est un travail coûteux et mal commode; nous avons toutefois l'intention de faire encore des essais à ce sujet.

En supposant que la teneur en acide carbonique soit 19 % dans les gaz immédiatement après la combustion, les venues d'air par les fissures peuvent la ramener à 14 ou 15 % dans les carneaux où l'on prend les échantillons de gaz pour l'analyse. Si l'on voulait, dans ces conditions, diminuer l'ouverture du registre d'air pour augmenter la proportion d'acide carbonique, la combustion ne pourrait s'achever complètement sous la cornue, par défaut d'oxygène, et elle se prolongerait jusque dans les carneaux de fumée; les gaz s'échapperaient alors à haute température, comme nous l'avons constaté, et l'on aurait même à craindre des pertes en oxyde de carbone.

La moyenne des essais donne pour la composition des gaz les valeurs suivantes, que l'on peut considérer comme normales :

	% du volume des gaz secs.	% du volume total des gaz.	
Acide carbonique	14,6	13,0	Température 610°
Oxygène + azote	85,4	77,0	Rendement 61,7 %
Vapeur d'eau	—	10	

Les résultats ci-dessous ont été obtenus dans une grande usine à gaz allemande :

	% du volume des gaz secs.	
Acide carbonique	17,9	
Oxygène	1,6	Température 764°
Oxyde de carbone	1,5	Rendement 60,6°
Azote	79,0	
Vapeur d'eau	10,0	

Le rendement n'est pas supérieur à celui de la moyenne de nos essais, malgré la plus grande teneur en acide carbonique. Il est évident que le siège de la combustion était trop bas et que le rendement réel est encore plus mauvais que celui donné par le calcul théorique, car le four ne pouvait pas, dans ces conditions, être très chaud ; de plus, les pertes par échappement de l'oxyde de carbone ne sont pas comptées dans ce calcul de rendement.

Pour terminer, disons encore comment il est possible d'abréger la méthode d'analyse que nous venons d'exposer : Le surveillant du four peut très bien se passer de mesurer la proportion de vapeur d'eau et les températures des gaz qui s'échappent, et se faire cependant une idée assez exacte de la marche de la combustion. Il peut fixer la température avec une précision suffisante en ayant soin de maintenir légèrement rouge la partie postérieure du carneau de fumée et d'éviter la formation d'une flamme d'oxyde de carbone. La teneur en vapeur d'eau n'est pas indispensable à connaître, par contre bien celle en acide carbonique ; mais celle-ci se détermine d'une façon simple et peu coûteuse, qui peut être pratiquée dans toute usine à gaz, d'autant plus que le résultat compense largement la peine. Il suffit donc, pour obtenir un bon rendement, d'avoir 14 à 15 % d'acide carbonique, et plus si possible, la partie postérieure du carneau étant légèrement rouge.

Divers.

NÉCROLOGIE

† David Doret,

marbrier-sculpteur, à Vevey, décédé le 5 décembre 1904.

Le canton de Vaud et notre Société viennent de perdre, en la personne de M. David Doret, un homme ayant occupé une place éminente dans l'activité artistique et technique de notre pays. Aussi pensons-nous que quelques détails biographiques relatifs à la carrière du défunt doivent avoir leur place dans nos annales.

Né en 1821, M. Doret fut appelé encore jeune à prendre la succession des ateliers de marbrerie et de sculpture dirigés par son père et fondés par son grand-père, dans le courant du 18me siècle. Les installations mécaniques nécessaires pour débiter les blocs de marbre étaient dès l'origine actionnées par le bief industriel de la rive droite de la Veveyse, à proximité de son embouchure dans le lac. L'usine avait ainsi été établie sur les graviers autrefois exposés aux crues du torrent, emplacement qui était déjà à cette époque désigné sous le nom local *A l'Arabie.* La nécessité de mettre l'établissement à l'abri des inondations de la Veveyse, conduisit de bonne heure ses propriétaires à exécuter des ouvrages de défense sur la rive droite du torrent, dès le bord du lac en amont. Le succès de leurs travaux d'endiguement permit de transformer successivement une vaste étendue de terrain en un parc magnifique, verdoyant et fleuri.

Sous l'habile et infatigable direction de leur chef, les ateliers de l'Arabie acquirent d'année en année une importance et une réputation bien méritées. Ils devinrent l'un des premiers établissements de ce genre en Suisse et furent appelés à livrer des ouvrages d'une grande valeur artistique, destinés à des édifices, publics et privés, tant dans le pays qu'à l'étranger.

Aussi, lors de l'exposition universelle de Paris de 1867, vit-on figurer, au nombre des exposants suisses récompensés, le nom de M. David Doret sur la liste de ceux qui furent, à cette occasion, nommés chevaliers de la Légion d'honneur.

Nous ne sommes pas en mesure d'énumérer ici tous les ouvrages dignes de mention sortis des ateliers de l'Arabie ou de leur succursale, fondée à Genève il y a déjà nombre d'années. Une semblable énumération dépasserait d'ailleurs de beaucoup le cadre étroit de cette notice.

Disons seulement que l'un des derniers travaux livrés par M. Doret fut la plaque commémorative érigée à Rolle tout récemment, à la mémoire du général Amédée de la Harpe.

C'est ici le lieu de mentionner un fait, digne de remarque au temps actuel et témoignant de l'attachement respectueux qu'inspirait à ses ouvriers le regretté défunt. Sur la dizaine d'ouvriers travaillant à ses ateliers lors de son décès, la moyenne des années de service se trouve être de 22 ans, et l'un d'entre eux y travaille depuis 33 ans.

Par le fait des travaux spéciaux de sa belle vocation artistique, l'on comprend que David Doret ait toujours voué un vif intérêt aux Beaux-Arts, dans les domaines de l'architecture et de la sculpture comme dans celui de la peinture, goût que les voyages faits dans sa jeunesse en Italie et en Orient ne purent que développer fortement. Il y a une quinzaine d'années que notre regretté collègue fit encore un voyage en Orient, où son âme d'artiste éprouva en Egypte, en Palestine et en Grèce, de vives jouissances et des impressions profondes, dont il aimait souvent à entretenir ses visiteurs et amis, lorsqu'ils admiraient, dans son cabinet de travail, les vues et les objets d'art qu'il en avait rapportés.

Avec des goûts aussi cultivés, l'on comprend que le défunt ait également manifesté une prédilection bien marquée pour les œuvres diverses du domaine de la littérature, dans la mesure où ses rares loisirs lui permettaient de s'en occuper.

Comme riverain de la Veveyse dès son enfance, M. Doret était fort au courant des allures de ce torrent redoutable, qui menaçait parfois la ville de Vevey de débordements désastreux. L'un d'eux, survenu vers la fin du 18me siècle, coûta la vie à plus d'une personne, à ce que rapporte un récit de l'époque. Le propriétaire du domaine de l'Arabie porta donc un intérêt tout spécial, et de bonne heure, à tout ce qui fut entrepris, il y a plus de quarante ans, pour endiguer ce cours d'eau entre la voie ferrée et le lac. Aussi, lorsqu'en 1880 fut rendu le premier décret relatif à cette correction fluviale, le gouvernement vaudois