

posé homogène, un peu lamelleux et très-cassant, mais sans culot ni grenailles d'étain. Il résulte de ces essais que le fer, l'étain et le soufre forment entre eux une combinaison triple en toutes proportions, et que l'on ne peut par conséquent pas séparer les deux métaux l'un de l'autre par le moyen du soufre ou du persulfure de fer.

J'ai analysé trois étains d'Angleterre, qui m'ont été remis par des fabricans de fer-blanc : 1°. l'étain en larmes, dit *grain-tin*; 2°. l'étain ordinaire de bonne qualité, et 3°. un étain commun. J'y ai trouvé :

	Dans la 1 <sup>re</sup> .	Dans la 2 <sup>e</sup> .	Dans la 3 <sup>e</sup> .
Cuivre.	0,000	0,0024	0,0116
Fer . . .	trace.	trace.	0,0020
	trace.	0,0024	0,0136.

L'étain commun se laminait aussi bien que les autres et sans se déchirer; mais il était un peu plus dur et d'un blanc moins pur.

## EXPÉRIENCES GAZOMÉTRIQUES,

*A l'effet de déterminer la dépense réelle d'un orifice d'où sort un courant d'air;*

PAR M. D'AUBUISSON, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

Lorsqu'un fluide ordinaire, l'eau, par exemple, sort par un orifice pratiqué dans les parois d'un vase, la veine liquide, à sa sortie, se resserre, se contracte : cette contraction réduit, en quelque sorte, la grandeur de l'orifice, et elle diminue ainsi sa *dépense*, c'est-à-dire la quantité d'eau écoulée dans un temps déterminé. En est-il de même pour les fluides élastiques, par exemple pour l'air qui sort de la buse d'une machine soufflante? On le présume; mais on n'a, du moins que je sache, aucune notion précise à cet égard (1). Dubuat, Bossut, Eytelwein, nos prin-

Occasion et  
objet des  
expériences.

(1) Depuis la rédaction de ce mémoire, j'ai eu occasion de voir un rapport de M. Girard sur des expériences faites, en Suède, par M. Lagerhjelm, relativement à l'écoulement de l'air atmosphérique par des orifices; rapport lu à l'Académie des Sciences de Paris, et inséré, en octobre 1822, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, tome 21.

Le rapporteur nous apprend que déjà, en 1782, et dans le même pays, Gahu avait fait des expériences sur cet objet. Ce travail est entièrement inconnu en France.

M. Girard nous apprend encore qu'en Angleterre, et en 1802, M. Banks avait aussi fait des observations dont il concluait que l'air, en s'écoulant uniformément par un orifice en mince paroi, suit les mêmes lois de contraction que les fluides incompressibles, et que le débit peut être

cipaux auteurs sur le mouvement des fluides tant compressibles qu'incompressibles, ne font aucune mention d'une telle contraction ou diminution; cependant la connaissance d'un pareil fait est d'un bien grand intérêt sous le rapport de la science comme sous celui de l'art; sans elle, le maître de forge ne saurait apprécier la quantité d'air qui entre réellement dans ses fourneaux, bien qu'il connaisse et la grandeur des orifices et la pression ou force qui produit l'écoulement. Aujourd'hui que la science a porté ses lumières dans presque toutes les parties de la métallurgie, et que le métallurgiste doit chercher à se rendre raison de tous ses procédés, afin de parvenir plus directement et plus sûrement à leur perfectionnement, il ne saurait rester dé-

déterminé par les mêmes formules. Le dernier fait est admis depuis très-long-temps; mais pour ce qui est de la contraction et de sa grandeur, il n'en est rien parvenu à ma connaissance: il n'en est nullement fait mention dans la grande *Sidérotechnie* de M. Hassenfratz, publiée en 1822, ni dans la *Métallurgie du fer* de M. Karsten, écrite postérieurement, quoique ces ouvrages renferment chacun un long chapitre destiné à la mesure de l'air qui sort des machines soufflantes.

Enfin, le travail même de M. Lagerhjelm nous est encore inconnu. Les deux seuls faits précis, cités dans le rapport de M. Girard, sont que le volume d'air qui sort par un orifice sous une certaine pression est au volume d'eau qui sortirait par un même orifice et sous une même pression comme 28,75 est à 1, lorsque l'orifice est percé en mince paroi; et 28 à 1, si cet orifice est un tube cylindrique additionnel: c'est le rapport inverse des racines carrées des pesanteurs spécifiques des deux fluides, et l'on devra avoir un tel rapport, si l'écoulement était régi, pour l'un comme pour l'autre, par les mêmes lois: d'où l'on a conclu qu'il en était réellement ainsi, et

nué plus long-temps des connaissances que je viens de signaler et qui concernent un des principaux agens de ses opérations: c'est en partie pour les lui procurer que j'ai entrepris les expériences dont je vais rendre compte dans cet écrit. J'y ai été encore porté par un intérêt particulier: occupé de mettre en œuvre les nombreuses expériences que j'ai faites, d'après une décision de M. le Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines, sur la résistance que l'air éprouve en se mouvant dans des tuyaux de conduite, et cela à l'occasion de l'établissement d'un ventilateur aux mines de Rancié, il me fallait connaître la dépense absolue de cette machine et des divers ajutages qui y étaient adaptés: je ne le pouvais qu'après avoir vérifié et corrigé la

que la veine effluente se contractait de la même manière. Mes expériences ne me permettent pas d'admettre pleinement cette conclusion; elles prouvent incontestablement que la contraction est bien moins forte pour les fluides élastiques que pour les fluides incompressibles lorsque l'écoulement se fait par des tuyaux additionnels, et qu'elle est encore différente pour des ajutages coniques. J'ignore en outre si M. Lagerhjelm, qui a fait passer l'air, avant son arrivée à l'orifice, par un tuyau ayant en longueur au moins 5 pieds, et vraisemblablement de 8 à 9, a tenu compte de la résistance provenant de l'action des parois du tuyau, résistance que mes expériences ont montré être très-considérable.

Lorsque j'ai entrepris ces expériences, elles me semblaient d'un ordre nouveau, quoique d'ailleurs très-simple, et si elles n'ont pas ouvert un champ entièrement neuf dans la science, elles ajouteront peut-être quelques faits à ceux dont elle était redevable à des savans étrangers, et, dans tous les cas, elles porteront à la connaissance des ingénieurs et métallurgistes français des notions qui leur sont utiles.

théorie par l'expérience, c'est-à-dire qu'après avoir déterminé le rapport entre la dépense réelle et la dépense théorique; ou, pour employer l'expression consacrée en hydraulique, qu'après avoir déterminé le *coefficient de contraction de la veine fluide* dans l'écoulement de l'air. La détermination de ce rapport ou coefficient est l'objet spécial de ce travail.

Dans les expériences qui devaient m'y conduire, il fallait pouvoir jauger exactement les quantités d'air dépensées: ainsi ces expériences ne pouvaient être faites qu'à l'aide d'un *gazomètre*. La section de cet instrument, multipliée par la hauteur dont il descendait en un certain temps, faisait connaître la dépense réelle durant ce temps. Quant à la dépense théorique, c'est-à-dire au produit de la section de l'orifice par la vitesse due à la pression qui produit l'écoulement, elle est donnée par une formule que j'ai développée dans un précédent mémoire (1). La première de ces dépenses, divisée par la seconde, donne le rapport ou coefficient cherché.

(1) *Annales des Mines*, tom. 11, p. 191.

Je me bornerai ici à rappeler que si:

$h$  représente la hauteur d'un manomètre à mercure adapté au gazomètre,

$d$  le diamètre de l'orifice,

$T$  le nombre de secondes que dure l'écoulement,

$b$  l'indication du baromètre dans l'atmosphère ambiante,

$t$  l'indication du thermomètre,

La vitesse due à la pression sera donnée par la formule

$$395 \text{ mét. } \sqrt{\frac{h^2 + 0,004 t}{b + h}}$$

Si, comme dans mes expériences gazométriques, on se

Afin de rendre mon travail aussi complet qu'il était en moi, j'avais à faire varier, dans diverses séries d'expériences, non-seulement la vitesse du courant d'air et la grandeur de l'orifice, mais encore la forme de cet orifice; car on sait que, dans l'écoulement des fluides ordinaires, la contraction de la veine est toute autre lorsque l'orifice est percé dans une mince paroi ou lorsqu'il est garni d'un ajutage; qu'elle n'est pas pour un ajutage cylindrique la même que pour un ajutage conique, etc. Il fallait voir s'il en était de même dans les fluides élastiques.

Avant de rendre compte des différentes suites d'expériences, disons quelques mots de l'appareil et des procédés employés.

#### ART. I. APPAREIL.

Notre gazomètre consistait en une enveloppe Gazomètre. cylindrique en fer-blanc, fermée par le haut.

Son diamètre intérieur était de . . . 0<sup>m</sup>,650,  
et sa hauteur de . . . . . 0<sup>m</sup>,800.

Le fond supérieur était percé de deux ouvertures: à l'une était adapté le manomètre; c'était un tube de verre, doublement recourbé et fixé sur une planche divisée en centimètres et fractions de centimètre: on le garnissait d'eau lé-

sert d'un manomètre à eau, 13,6 étant la pesanteur spécifique du mercure, l'expression de la vitesse sera

$$395 \sqrt{h \frac{1 + 0,004 t}{13,6 b + h}} \text{ mét. ,}$$

et l'expression de la dépense théorique

$$310 d^2 T \sqrt{h \frac{1 + 0,004 t}{13,6 b + h}} \text{ mét. cub.}$$



gèrement colorée par un peu de vin. L'autre ouverture, qui avait  $0^m,08$  de diamètre, était entourée d'un rebord ou virole de  $0^m,027$  de hauteur, et qui recevait divers couvercles.

Ces couvercles, faits en fer-blanc et pareils à ceux d'une boîte ordinaire, étaient, les uns, percés d'orifices circulaires de différens diamètres, les autres, surmontés d'ajutages de diverses formes et grandeurs.

Lorsqu'un couvercle était placé, on entourait le joint d'une bande de peau, que l'on ficelait fortement dans toute sa largeur, afin de prévenir toute perte sensible d'air.

Le gazomètre était établi au-dessus d'un tonneau plein d'eau, et dans lequel il plongeait plus ou moins selon qu'il était moins ou plus élevé. Il montait et descendait entre quatre tringles de fer, qui le maintenaient dans une position verticale. Un *index*, fixé au fond supérieur et glissant le long d'une règle graduée, donnait la hauteur dont le gazomètre était descendu durant un certain temps; et ce temps était indiqué par un *compteur* à secondes en forme de montre.

On chargeait le gazomètre de différens poids, et on le faisait en conséquence descendre, à volonté, plus ou moins vite.

Ainsi que je l'ai dit, nous avions à faire varier: 1°. la grandeur des orifices; 2°. la forme des ajutages; 3°. la vitesse de sortie du courant ou la hauteur manométrique qui est en rapport avec cette vitesse.

Orifices et  
ajutages.

La petite capacité de notre gazomètre ne nous permettait pas de donner aux orifices plus de  $0^m,03$  de diamètre: avec des orifices de ce diamètre, le temps de la descente n'était, suivant la

charge, que de 20 à 10 secondes; et comme nous ne pouvions répondre de nos observations à une demie et même à une seconde près, la plus petite erreur dans l'estimation du temps en aurait produit une considérable dans le résultat. Nous ne pouvions non plus descendre au-dessous de  $0^m,01$ ; toute erreur dans le diamètre eût tiré à trop de conséquence; et puis on avait à supporter l'ennui de 3 et 4 minutes employées à remonter le gazomètre avec une extrême précaution, afin de ne pas faire tomber dans le tonneau la liqueur du manomètre par l'effet d'une trop forte aspiration: nous avons en conséquence adapté les quatre orifices  $0^m,01$ ,  $0^m,015$ ,  $0^m,02$  et  $0^m,03$ . Le second, donnant le moyen d'opérer avec le plus d'exactitude, est celui que nous avons le plus fréquemment employé et diversifié.

Quant à la forme, nous avions:

1°. Des orifices pratiqués en parois minces: c'étaient des couvercles de fer-blanc percés des quatre ouvertures adoptées.

2°. Des ajutages cylindriques, ou petits tuyaux additionnels: on en avait quatre, ayant chacun un des quatre diamètres susmentionnés et une hauteur environ triple; plus, trois de hauteurs différentes et de  $0^m,015$  de diamètre.

3°. Des ajutages coniques: quatre de mêmes hauteur et orifice que les quatre premiers tuyaux cylindriques, et ayant à la base inférieure un diamètre double du diamètre de l'orifice; plus, quatre autres ajutages de  $0^m,015$  d'orifice, mais de diverses bases et hauteurs.

En tout dix-neuf orifices différens par leur forme ou par leur grandeur.

La variation dans la vitesse ou dans la pres-

Hauteurs  
manométri-  
ques.

sion manométrique était obtenue à l'aide des divers poids dont on chargeait le gazomètre. Le seul poids de cet instrument élevait la colonne d'eau dans le manomètre à  $0^m,028$  au-dessus du zéro. Les poids les plus ordinairement ajoutés étaient de 8, 16, 24, 32 et 40 kilogrammes : ils portaient respectivement le manomètre à  $0^m,050$ ,  $0^m,072$ ,  $0^m,096$ ,  $0^m,120$ ,  $0^m,144$ . On avait quelquefois 1 ou même 2 millimètres en plus ou en moins : ces petites différences provenaient vraisemblablement du plus ou moins de résistance que le frottement des tringles opposait à la descente du gazomètre : une légère déviation de la direction verticale pouvait y donner lieu (1).

En descendant, le gazomètre déplaçait un volume d'eau de plus en plus considérable ; il perdait ainsi de plus en plus de son poids, et, par suite, le manomètre tendait à baisser. On le maintenait exactement à la même hauteur en ajoutant successivement de petits poids à la charge ; si on eût négligé cette addition, l'abaissement eût été d'environ 1 millimètre.

Les vitesses du courant d'air sortant du gazomètre, correspondantes à nos six pressions manométriques ordinaires ( $0^m,028$ ,  $0^m,050$ ,  $0^m,072$ ,  $0^m,096$ ,  $0^m,120$ ,  $0^m,144$ ), sont  $21^m,4$ ,  $28^m,5$ ,  $34^m,2$ ,  $39^m,8$ ,  $44^m,0$ ,  $48^m,5$ .

Les variations que le baromètre et le thermomètre ont éprouvées durant nos expériences

(1) Le diamètre du gazomètre étant de  $0^m,65$  et un poids de 8 kilogrammes équivalant à celui d'une tranche d'eau d'un tel diamètre et de  $0^m,02411$  d'épaisseur, devait produire, dans la colonne manométrique, un accroissement de hauteur égale à cette dernière quantité, abstraction faite de tout obstacle au mouvement.

n'affectent guère que le dernier chiffre des expressions ci-dessus. Les expériences ont été faites les 10, 12, 13 et 15 juin.

Le premier de ces jours, le baromètre indiquait . . . . .  $0^m,747$ ,  
et les trois autres . . . . .  $0^m,755$ .

Le thermomètre centigrade a été, moyennement, le 10, à . . . . .  $19^{\circ}$ ,  
le 12 et le 13 à . . . . .  $18^{\circ}$ ,  
le 15 . . . . .  $20^{\circ}$ .

Bien que dans nos calculs nous ayons eu égard à l'état de ces instrumens lors de chaque expérience, on peut, sans erreur sensible, admettre une moyenne barométrique de .  $0^m,75$ , et une moyenne de température égale à  $19^{\circ}$ .

#### ART. II. EXPÉRIENCES.

Chaque sorte d'orifice ou d'ajutage a donné lieu à une série d'expériences : ainsi nous avons dix-neuf séries.

Exposons succinctement la manière dont elles ont été faites.

Lorsque le couvercle portant l'orifice était bien fixé au gazomètre, on mouillait l'entourage de ficelle, afin qu'il serrât plus fortement ; puis on décrochait le gazomètre, et on le laissait descendre sans le charger d'aucun poids. J'attendais, le compteur à la main, que l'*index* fût arrivé à un point de la règle graduée, tel que l'air eût acquis, dans l'intérieur de l'instrument, la densité correspondante à la charge, et par conséquent que le manomètre fût parvenu à une hauteur constante : alors je lâchais la détente du

compteur, et j'attendais, pour la serrer, que l'index fût à un autre point, pris à quelques centimètres au-dessus du terme de la descente. La distance entre les deux points était ordinairement de  $0^m,60$ , quelquefois de  $0^m,55$  et même de  $0^m,45$ : le temps employé à la parcourir était en quelque sorte écrit sur le compteur. Pendant toute la durée de la descente, j'avais l'œil et sur l'index et sur le manomètre; ils étaient près l'un de l'autre; de plus, un de mes assistans ne perdait pas un instant de vue le manomètre; c'est lui qui, à l'aide de petits poids additionnels, le maintenait à une hauteur constante.

La descente terminée, je prenais note de la hauteur du manomètre, de l'espace parcouru par l'index et du temps employé à le parcourir.

Cela fait, on remontait à bras et lentement le gazomètre; puis, on le laissait descendre de nouveau, pour répéter l'expérience et pour s'assurer qu'il ne s'était pas glissé d'erreur dans les premières annotations.

Cette double opération était ensuite faite successivement avec quatre ou cinq charges différentes; de sorte que chaque série consistait d'ordinaire en dix et douze expériences.

Quelques-unes des premières séries, faites lorsque nous n'avions pas encore assez d'habitude dans le maniement de nos instrumens, ou avec des orifices qui n'avaient pas assez exactement les dimensions requises, ont été répétées le dernier jour.

Il me semble, d'après cela, que nos expériences doivent inspirer quelque confiance. Voyons les erreurs que nous pouvons avoir commises en les faisant.

1°. Nous croyons pouvoir répondre de nos hauteurs manométriques à un millimètre près: une telle erreur, sur la moindre hauteur ( $0^m,027$ ), n'en donnerait pas une de  $0,02$  dans le résultat; sur de plus grandes hauteurs, l'erreur sera moindre, et je crois que presque jamais nous n'en aurons une de plus de  $0,01$ , due à cette cause.

2°. Rarement, dans l'estimation de la hauteur de la descente du gazomètre, aurons-nous commis une erreur d'un centimètre.

3°. Sur l'estimation du temps, il pourrait y avoir assez souvent une erreur d'une demi-seconde, et quelquefois même d'une seconde.

4°. Mais la plus grande cause d'erreur dans nos résultats doit provenir de l'estimation du diamètre des orifices. Nos ajutages étaient tous en fer-blanc; quelque soin qu'on eût mis à les bien faire, quelque habile qu'ait été le ferblantier dans son art, ils ne sauraient avoir cette perfection et cette exactitude que présenteraient des ajutages en laiton sortant des mains d'un des bons artistes de la capitale; mais nous n'étions pas à même d'en avoir de tels: toutefois, et à l'aide de moyens assez précis, nous avons, à diverses reprises, vérifié chaque diamètre, et lorsqu'il y a eu défectuosité nous avons ou fait réparer l'ajutage, ou admis dans le calcul le diamètre réel: mais, encore, il serait possible qu'il y eût eu, à notre insu, une erreur d'un ou deux dixièmes de millimètre, et l'erreur dans le résultat serait en raison doublée de celle de l'observation. Telle est vraisemblablement la cause des différences entre les résultats de deux séries faites avec des ajutages censés égaux, bien que les résultats des expériences de chaque série com-



parés entre eux présentent un accord vraiment remarquable.

Heureusement, nous avons un si grand nombre d'observations de chaque espèce, que les erreurs doivent se compenser, et que nos moyennes, si elles ne sont pas d'une entière exactitude, doivent en approcher beaucoup.

Ces observations ou expériences se rangent naturellement sous trois classes, relatives à chacune des trois classes d'orifices employés :

- 1°. Orifices à minces parois ;
- 2°. Ajutages cylindriques ;
- 3°. Ajutages coniques.

Dans chaque classe et pour chaque orifice, nous allons présenter, à l'aide de tableaux, les trois données de l'expérience et le coefficient de contraction que l'on en déduit. Nous ferons suivre chaque tableau des observations qui y sont relatives.

1°. *Orifices en minces parois.*

Nous avons ici quatre séries d'expériences, une pour chacune des quatre diamètres adoptés.

DIAMÈTRE de l'orifice.	HAUTEUR de manomé- trique.	DESCENTE du gazomètre.	TEMPS de la descente.	COEFFICIENT	
				conclu de l'expér.	moyen.
métr.	métr.	métr.			
0,01	0,0286	0,60	187"	0,623	0,630
Id.	0,050	0,60	141	0,629	
Id.	0,073	0,60	117	0,628	
Id.	0,098	0,60	102	0,623	
Id.	0,120	0,55	82	0,642	0,652
Id.	0,144	0,55	76	0,634	
0,015	0,028	0,60	82	0,643	
Id.	0,050	0,60	60	0,660	
Id.	0,072	0,60	51	0,647	0,646
Id.	0,098	0,45	32	0,664	
Id.	0,122	0,55	36	0,648	
0,03	0,027	0,60	46	0,665	
Id.	0,038	0,60	39	0,642	0,673
Id.	0,050	0,60	34	0,636	
Id.	0,060	0,60	31	0,641	
0,03	0,027	0,60	20	0,656	
Id.	0,032	0,60	18	0,686	0,673
Id.	0,038	0,60	16	0,683	
Id.	0,044	0,60	15	0,675	
Id.	0,050	0,60	14	0,664	
MOYENNE GÉNÉRALE.....					0,649

Il avait été fait une première série d'expériences avec une plaque de 0<sup>m</sup>,01 de diamètre ; elle avait donné pour coefficient moyen 0,707 : comme le diamètre était trop grand, j'en fis percer une autre, celle qui m'a donné la série portée au tableau, et 0<sup>m</sup>,630 pour coefficient ; mais celle-ci a péché par un excès contraire à la première ; le diamètre est trop petit ; il n'est guère que de 0<sup>m</sup>,0098 : ce nombre, admis dans le calcul, eût donné 0<sup>m</sup>,655. Toutefois, le diamètre de la plaque 0<sup>m</sup>,03 étant un peu au-dessus de ce nombre, nous pensons qu'il y a compensation, et qu'on doit adopter pour coefficient de contrac-

Remarques.

tion, dans les orifices en parois très-minces, la moyenne générale 0,65.

D'après les expériences de Bossut, Michelotti et Eytelwein, le coefficient de contraction pour l'eau, et dans de tels orifices, est de 0,62.

Je ne puis passer sous silence la seule observation dont on puisse déduire le coefficient de contraction pour l'air, qui me fût connue à l'époque où j'ai entrepris les miennes. En 1819, M. Girard ayant fait pratiquer un orifice de  $0^m,01579$  de diamètre dans les parois d'un gazomètre de  $0^m,68$  de diamètre, parois qui avaient de  $0^m,002$  d'épaisseur, vit le gazomètre descendre de  $0^m,5414$  en  $60''$ , la hauteur de la colonne manométrique étant de  $0^m,03383$  (1). Ainsi, la dépense réelle a été de 0,197 mètres cubes (elle est de 0,199 dans celles de nos expériences où le gazomètre descendait de  $0^m,60$ ), et la dépense théorique est de 0,275 mètres cubes. Le rapport entre les deux dépenses ou le coefficient est donc de 0,714 : il est de 0,08 plus grand que le nôtre (0,65). Peut-être cette différence provient-elle de l'épaisseur déjà sensible dans les parois du gazomètre de M. Girard, épaisseur qui rapprochait l'orifice d'un tuyau cylindrique.

### 2°. Ajustages cylindriques.

Ces ajustages ont même diamètre que les orifices mentionnés au tableau précédent, et leur hauteur est environ trois fois plus grande que le diamètre; ce rapport entre les deux dimensions semble le plus avantageux dans l'écoulement des fluides ordinaires : c'est ce qui m'a porté à l'adopter pour mes expériences.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 16, p. 142.

AJUTAGE.		HAUTEUR du ma- nomètre.	Descente du gazo- mètre.	TEMPS de la des- cente.	COEFFICIENT	
Lon- gueur.	Diamètre.				conclu de l'ex- périence	Moyen.
métr.	métr.	métr.	métr.	sec.		
0,04	0,01	0,027	0,60	132	0,910	0,981
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,050	0,60	97	0,912	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,072	0,60	79 $\frac{3}{4}$	0,925	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,095	0,60	68	0,947	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,120	0,55	61	0,920	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,141	0,55	51 $\frac{1}{2}$	0,940	0,924
0,045	0,015	0,027	0,60	59	0,923	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,050	0,60	43 $\frac{1}{2}$	0,922	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,072	0,60	36	0,930	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,096	0,55	29	0,917	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,120	0,55	26	0,916	0,916
0,06	0,02	0,028	0,60	33	0,896	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,050	0,60	24 $\frac{1}{4}$	0,915	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,072	0,60	19	0,934	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,096	0,55	16	0,919	
0,08	0,03	0,025	0,60	14	0,964	0,933
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,031	0,60	13 $\frac{1}{2}$	0,934	
<i>Id.</i>	<i>Id.</i>	0,039	0,60	12	0,902	
MOYENNE GÉNÉRALE.....						0,926

D'après nos mesures, les diamètres de  $0^m,015$  et  $0^m,03$  n'ont été admis dans les calculs que pour  $0^m,0149$  et  $0^m,0298$ . Comme nous ne pouvons répondre de nos observations sur le temps de la descente du gazomètre qu'à une demi-seconde et même à une seconde près, les résultats des trois dernières stations portées au tableau ne doivent être regardés que comme des approximations, on peut même se dispenser d'y avoir égard.

Nous avons été surpris en voyant dans toutes nos expériences une si grande différence entre l'effet des tuyaux additionnels et celui des pla-



ques minces, différence ou rapport qui s'est constamment maintenu le même, quelles qu'aient été et la grandeur de l'orifice et la vitesse du courant d'air : ce rapport est de 100 à 70. Dans les fluides ordinaires, il n'est que de 100 à 75, le coefficient de contraction par les tuyaux additionnels y étant de 0,82.

Expériences  
avec des  
tuyaux de  
différentes  
longueurs.

Nous avons voulu savoir si le résultat fourni par nos petits tuyaux n'était pas affecté de leur longueur, en d'autres termes nous avons voulu connaître l'effet de la longueur sur les ajutages cylindriques : à cet effet, nous avons pris quatre tuyaux cylindriques de 0<sup>m</sup>,015 de diamètre, mais différens en longueur, et nous avons fait sur chacun d'eux la série d'expériences accoutumée : je me borne à donner le résultat moyen.

Pour le tuyau de 0 <sup>m</sup> ,022 de longueur, le coefficient a été de . . . . .	0,927
----- 0,045 -----	0,924
----- 0,160 -----	0,832
----- 0,325 -----	0,738.

De ces expériences, nous concluons que le coefficient de contraction pour les ajutages cylindriques, dégagé de l'effet de la longueur des ajutages, est d'environ 0,93.

La rapidité du décroissement du coefficient, à mesure que le tuyau augmente de longueur, est frappante ; une augmentation de 0<sup>m</sup>,30 seulement a réduit le coefficient de plus d'un cinquième.

Au reste, la théorie que j'ai conclue de mes expériences sur la résistance que les conduites opposent au mouvement de l'air indique un tel résultat.

D'après cette théorie, si

H représente la hauteur du manomètre à l'entrée d'une conduite ;

*h*, celle à la sortie (c'est-à-dire celle due à la vitesse de sortie de l'air) ;

*l*, la longueur de la conduite ;

*d*, son diamètre, on a

$$h = \frac{Hd}{0,024l + d}$$

Je l'applique à la dernière des expériences gazométriques, qui a donné les résultats ci-dessus. L'ajutage était le tuyau de 0<sup>m</sup>,325 de long et 0<sup>m</sup>,015 de diamètre ; la hauteur de la colonne manométrique de 0<sup>m</sup>,120 ; la longueur de la descente 0<sup>m</sup>,55 et le temps 32'' ; ce qui a donné 0,734 pour coefficient, et 0<sup>m</sup>,0057 mètres cubes pour dépense réelle en une seconde. La formule ci-dessus donnerait pour *h* 0<sup>m</sup>,079, et, par suite, pour dépense théorique, 0,0063 mètres cubes, laquelle, en y appliquant notre coefficient de contraction (0,93), se réduirait à 0,0058 ; quantité sensiblement égale à celle donnée par l'expérience.

### 3<sup>o</sup>. Ajutages coniques.

Afin de mieux comparer l'effet de ces ajutages à celui des ajutages cylindriques, je les ai fait faire de même hauteur et de même diamètre, et j'ai donné à la base (base inférieure du tronc de cône) un diamètre double de celui de l'orifice.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

AJUTAGE CONIQUE.			HAUTEUR du mano- mètre.	Descen- te du gazo- mètre.	TEMPS de lades- cente.	COEFFICIENT	
Lon- gueur.	Diamètre à					conclu de l'ex- périence	moyen.
métr.	métr.	métr.	métr.	m.	sec.		
0,04	0,02	0,01	0,050	0,60	96	0,928	0,927
Id.	Id.	Id.	0,072	0,60	81	0,917	
Id.	Id.	Id.	0,096	0,60	69	0,934	
Id.	Id.	Id.	0,120	0,60	62	0,930	0,917
0,045	0,03	0,015	0,028	0,60	57 $\frac{1}{2}$	0,913	
Id.	Id.	Id.	0,050	0,60	43	0,916	
Id.	Id.	Id.	0,072	0,60	36	0,915	0,936
Id.	Id.	Id.	0,096	0,55	28 $\frac{1}{2}$	0,927	
Id.	Id.	Id.	0,120	0,55	25	0,916	
0,06	0,04	0,02	0,027	0,60	32	0,945	0,933
Id.	Id.	Id.	0,037	0,60	27 $\frac{1}{2}$	0,951	
Id.	Id.	Id.	0,050	0,60	24	0,928	
Id.	Id.	Id.	0,060	0,60	22	0,924	0,933
0,08	0,06	0,03	0,040	0,60	12	0,924	
Id.	Id.	Id.	0,050	0,60	11 $\frac{1}{2}$	0,942	
MOYENNE GÉNÉRALE.....							0,928

Remarques.

La série des expériences sur l'orifice 0<sup>m</sup>,01, deux fois répétée, paraît bonne sous tous les rapports; peut-être le diamètre est-il un peu faible, et par suite le coefficient eût dû être un peu plus grand. La série sur l'orifice de 0<sup>m</sup>,015 est une moyenne entre deux séries avec deux ajutages différens, mais censés égaux: l'une a donné 0,905 pour coefficient, et l'autre 0,940; dans cette dernière, le diamètre paraissait être plutôt 0<sup>m</sup>,0151 que 0<sup>m</sup>,150; par suite, le coefficient eût dû être un peu plus faible. La série avec l'orifice 0<sup>m</sup>,02 est bonne. Quant à celle avec l'orifice de 0<sup>m</sup>,03, ainsi que nous l'avons dit pour l'ajutage cylindrique de ce diamètre, vu le peu de temps de la

descente du gazomètre, on peut se dispenser d'en tenir compte.

En résultat, le coefficient de contraction serait encore ici de 0,93, et il ne différerait pas sensiblement de celui relatif aux ajutages cylindriques.

Il paraît que, dans le choix de la forme conique donnée à nos ajutages, nous avons dépassé le degré d'évasement qui procure le plus grand produit. Afin de déterminer le degré convenable au *maximum* d'effet, nous avons essayé divers ajutages ayant tous même orifice, 0<sup>m</sup>,015, mais différens par leur hauteur et par leur base.

Nous nous bornerons à présenter le tableau des coefficients conclus.

*Coefficiens obtenus avec des ajutages coniques de 0<sup>m</sup>,015 d'orifice.*

AJUTAGE.	La hauteur du manomètre étant de	COEFFICIENT					
		Lon- gueur.	Diam. à la base.	0 <sup>m</sup> ,028	0 <sup>m</sup> ,050	0 <sup>m</sup> ,72	0 <sup>m</sup> ,096
0,045	0,02	0,939	0,939	0,940	0,933	.....	0,938
Id.	0,03	0,942	0,916	0,915	0,927	0,916	0,917
Id.	0,06	0,786	0,810	0,797	0,803	0,794	0,798
0,025	0,02	0,946	0,939	0,940	0,960	0,951	0,947
0,01	0,02	0,888	0,877	0,881	0,881	0,874	0,880

Ces faits semblent indiquer :

1<sup>o</sup>. Que tout ajutage conique dont le côté du

Expériences avec des ajutages différemment évasés.

cône ferait avec l'axe un angle de plus de 7 à 8°, donnerait une dépense moindre qu'un ajutage cylindrique. Un angle de 33°43', dans l'ajutage ci-dessus ayant 0<sup>m</sup>,06 de base, a réduit la dépense dans le rapport de 93 à 80.

2°. Que lorsque l'ajutage est légèrement conique, que l'angle n'est que de 3 à 4°, comme dans l'ajutage à 0<sup>m</sup>,02 de base, et c'est celui dont l'évasement approche le plus de celui des bases en usage dans les usines métallurgiques, on peut espérer 0,94 pour coefficient de réduction.

3°. Qu'un ajutage court et peu évasé pourrait donner 0,95 pour ce coefficient.

Différences  
avec les fluides  
des incompressibles.

Nous remarquerons encore que, sous le rapport des ajutages, il n'en est pas des fluides élastiques comme des fluides incompressibles : dans ceux-ci, les ajutages coniques ont un grand avantage sur les tuyaux cylindriques ; le coefficient pour ces derniers est 0,82 ; celui pour les cônes va de 0,85 à 0,90. Pour les fluides élastiques, nous avons vu que la différence n'est que d'un à deux centièmes.

On peut même, dans les fluides ordinaires, en donnant à l'ajutage la forme de la veine contractée, prévenir presque entièrement toute perte dans la dépense ; Eytelwein est parvenu à en obtenir les 0,98 (1). J'ai voulu essayer cette forme dans mes expériences, c'est celle portée à la dernière ligne du tableau ci-dessus, et elle m'a donné 0,880. (Le vrai diamètre de l'ajutage essayé était 0<sup>m</sup>,0147 et non 0,0150 : le premier de ces nombres a été employé dans le calcul, le second eût donné 0,845.)

(1) *Handbuch der mechanik und der hydraulik*, § 98.

Nous avons encore une autre différence : dans l'écoulement de l'eau, le coefficient de contraction diminue jusqu'à un certain terme lorsque la charge ou pression en vertu de laquelle l'écoulement a lieu augmente ; tandis que, dans nos expériences, nous n'avons remarqué aucun rapport entre les contractions et les pressions ; les premières ont été sensiblement les mêmes, bien que les pressions aient varié dans le rapport de 1 à 5.

### Conclusions.

Résumant, et rappelant les principaux résultats de mes expériences, j'établirai que lorsque l'air sort d'un réservoir en vertu d'une pression quelconque, le coefficient de contraction de la veine fluide, ou le rapport entre la dépense réelle et la dépense théorique, sera

- 0,65 si l'écoulement a lieu par un orifice percé en très-mince paroi ;
- 0,93 pour un court ajutage cylindrique ;
- 0,95 pour un court ajutage conique peu évasé.

Me référant au cas qui intéresse le plus la pratique, j'ajouterai qu'en employant des ajutages ou buses légèrement coniques, la dépense réelle sera de 6 pour 100 (environ  $\frac{1}{15}$ ) moindre que la dépense théorique ; elle sera en conséquence donnée par l'expression algébrique suivante :

$$499 d^2 \sqrt{h \frac{b+h}{1+0,004 t}} \text{ kil.},$$

ou, en volume, et réduite à la densité de l'atmosphère ambiante,



mouillée convenablement ; ce qui se fait en l'étendant sur le sol et en la remuant avec un râble, après avoir jeté de l'eau dessus.

Il suit de ce que je viens de dire que je dois indiquer d'abord quelle est la disposition des tas ou fourneaux de carbonisation (pour me servir de la même expression que l'on emploie dans la fabrication du charbon de bois), et ensuite donner la conduite de l'opération elle-même. Je dirai enfin quelques mots sur les dépenses qui résultent de ce travail.

Formation  
des tas.

Ces tas sont ou des troncs de cône reposant sur la grande base, ou des prismes allongés : l'emploi des uns ou des autres dépend de l'emplacement.

Tas  
coniques.

La construction de ces tas, qui est la plus curieuse, se fait au moyen d'un moule en bois qui a la même forme que la surface extérieure. Il est composé de planches qui tiennent les unes aux autres par des crochets en fer : elles s'assemblent facilement, et laissent entre elles un vide intérieur en forme de tronc de cône (*fig. 1*, Pl. IV). Dans leur hauteur, elles sont percées de trois rangs de trous circulaires, chaque rang comprend douze trous : le premier est à fleur de terre.

Au centre, on place un piquet carré vertical ; puis, dans chaque trou du rang inférieur, on introduit un pieu circulaire de 3 à 4 pouces de diamètre, dont une des extrémités, garnie d'un anneau, sort de l'enveloppe. Ces pieux sont d'ailleurs disposés comme l'indique la *fig. 2*.

Les pieux ainsi arrangés, deux ouvriers entrent dans l'intérieur du moule : l'un étend et égalise avec une pelle la houille menue et mouillée que lui jette un troisième ouvrier du dehors ;

l'autre la tasse avec soin, au moyen d'un pilon en bois. Lorsqu'il y en a une couche de 3 à 4 pouces d'épaisseur au-dessus des pieux horizontaux, on introduit par la seconde rangée de trous autant de pieux que précédemment, et on les dispose de la même manière ; mais, de même que les trous, ils ne correspondent pas immédiatement au-dessus des premiers ; ils sont au tiers de l'intervalle qui sépare ceux-ci. Cela fait, l'ouvrier en place trois autres verticaux sur le milieu de la longueur des pieux de la 1<sup>re</sup>. rangée en *m*, *m'*, *m''*, afin d'établir la communication des canaux inférieurs avec la base supérieure : il a eu soin auparavant d'ôter le charbon qui s'y trouvait, et ensuite d'assujettir ces pieux en les entourant de houille. Le second ouvrier, qui était sorti de l'intérieur du cône, y rentre pour tasser celle qu'on lui jette, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à la troisième rangée de trous, que l'on dispose du reste comme la seconde.

Le tas conique étant rempli de houille menue et bien tassée, on retire les divers pieux au moyen des anneaux dont leurs extrémités sont pourvues. Cet arrachement se fait sans peine ; on a eu soin pour cela de donner à chaque pieu une forme un peu conique. Si les ouvriers éprouvaient quelque difficulté, ils pourraient se servir d'un levier, qu'ils passeraient dans l'anneau et qu'ils enfonceraient en terre, comme ils sont obligés de le faire pour les grands tas prismatiques.

Les dimensions des tas coniques sont 3 pieds et demi de hauteur, 12 pieds de diamètre à la base inférieure et 7 pieds à la base supérieure ; leur

contenu est à-peu-près de 75 bennes de 100 kilogrammes environ chacune.

Six ouvriers sont employés à leur formation : le premier arrange la houille, dans l'intérieur, avec la pelle ; le second la tasse ; le troisième la jette dans la forme ; le quatrième l'apporte, dans des brouettes à bras, de l'endroit où on la mouille ; le cinquième remplit les brouettes, et le sixième mouille la houille et la mêle. On peut ajouter encore un manœuvre, qui crible et porte aux chaudières tout ce qui ne passe pas à la claie.

La journée des six premiers ouvriers est remplie lorsqu'ils ont fait trois de ces tas. Tous ne font pas constamment le même ouvrage ; ils alternent à volonté, et reçoivent chacun 2 francs pour ce travail.

Tas prismatiques.

Leur construction est analogue à la précédente ; on ne l'emploie, comme je l'ai dit, que pour plus de commodité dans les emplacements, lorsqu'on peut disposer d'un terrain plus étendu.

Six ouvriers sont de même occupés et ont chacun un travail semblable. Il me suffira donc d'indiquer la forme et les dimensions des tas.

Ces tas ont une forme prismatique, à peu-près celle des piles de boulets, si ce n'est qu'ils sont tronqués au sommet. Ils ont 50 à 60 pieds de longueur et même davantage suivant les localités, 3 pieds et demi de hauteur, 4 de largeur à la base inférieure et 2 à la partie supérieure.

Pour les construire, on commence par poser la planche qui doit former une des extrémités : cette planche (*fig. 3*) a la forme d'un trapèze ayant 2 pieds de largeur et 4 en bas ; on l'incline légèrement pour que la houille se main-

tienne d'elle-même lorsqu'on ôte l'entourage, et on la fixe dans cette position au moyen de deux leviers en fer, que l'on enfonce en terre intérieurement ; puis, contre elle et latéralement, on appuie celles qui doivent garnir les longs côtés du prisme : toutes ces planches (*fig. 3*) sont liées les unes aux autres par des crochets en fer, et reposent de même, de distance en distance, contre des leviers en fer, qui les soutiennent. Lorsqu'on a construit ainsi des côtés de 10 à 12 pieds de longueur, on ferme le prisme par une planche semblable à la première que l'on a posée ; mais cette dernière planche n'est que provisoire, on l'ôte dès que la première portion de prisme est remplie de houille, et l'on allonge de nouveau les côtés de 10 à 12 pieds.

Pour pratiquer des canaux dans l'intérieur, on a percé dans l'entourage en planches trois rangs de trous servant à introduire autant de pieux en bois légèrement coniques. Le rang supérieur correspond au premier, et les trous du second rang sont placés au milieu des intervalles qui séparent les autres.

La planche (*fig. 3*), fermant une des extrémités, est percée de quatre trous ; celle qui lui correspond à l'autre bout n'en a qu'un en *a* : c'est par là que l'on introduit un pieu circulaire, parallèle aux longs côtés du prisme, et qui doit avoir un peu plus de 10 à 12 pieds ; il est terminé, comme tous les autres, par un anneau, et doit être, en raison de sa longueur, un peu plus fortement conique.

Ce premier pieu étant placé convenablement, les autres, que l'on passe par les trous *a'* viennent s'y appuyer perpendiculairement et de

chaque côté (*fig. 4*). Deux ouvriers entrent alors dans l'enceinte, arrangent et tassent la houille jusqu'à leur niveau, et dès qu'ils y sont parvenus, ils placent en *b* d'autres pieux verticaux, qui arrivent un peu au-dessus de la base supérieure. Ils les assujettissent, et continuent à remplir jusqu'aux trous *a'*, par lesquels on introduit une seconde rangée de piquets horizontaux, qui, d'après leur position, vont rejoindre obliquement les pieux verticaux (*fig. 5*). La troisième rangée est directe comme la première; les trous *m* de la planche (*fig. 3*) sont de même remplis par des piquets, mais se terminant en *a''* — *a'''*.

La cavité prismatique étant remplie de houille bien tassée, on désassemble le tout, après avoir retiré tous les piquets avec un levier en fer. Un ouvrier seul peut enlever les pieux latéraux; quant à celui qui a 12 pieds de longueur, il faut beaucoup plus de force; les six ouvriers sont quelquefois obligés de le tirer ensemble. A mesure que l'on défait une des extrémités, on allonge l'autre d'autant, et l'on forme ainsi une seconde enceinte égale à la première. On continue de la même manière tant que la place le permet.

D'après cette disposition des tas, soit coniques, soit prismatiques, on voit que l'air circulant avec facilité dans leur intérieur, le feu pourra s'y propager sans peine, et que l'on pourra faire ainsi, avec de la houille menue et mouillée, du coak, dont la qualité ne dépendra que de la nature de la houille, puisque la carbonisation pourra s'effectuer facilement et également dans toutes les parties.

Six ouvriers sont chargés de carboniser les tas préparés par les autres. Cet ouvrage est pénible, à cause des fumées épaisses et de la grande chaleur qu'ils éprouvent au milieu de vingt à vingt-cinq tas coniques et de cinq à six tas allongés, tous très-rapprochés les uns des autres. Ils reçoivent aussi une paie plus forte, 2 fr. 50 c. par jour; ils doivent d'ailleurs être plus exercés que les premiers ouvriers, avoir acquis une certaine habitude pour diriger l'opération, et, comme le charbonnier, avoir une connaissance assez exacte de ses diverses périodes, quoique cependant la fabrication du coak soit bien loin d'être aussi difficile que celle du charbon de bois.

Des six ouvriers, trois travaillent douze heures pendant le jour, les trois autres la nuit. Avant d'allumer, ils placent sur la partie supérieure, et au-dessus des trous, des morceaux moyens de houille sur une hauteur d'un demi-pied, non pas dans toute la longueur du tas, mais de manière seulement à ce qu'ils se communiquent de trou en trou: on a soin de les placer la pointe en bas pour laisser plus d'ouverture, et de ne point en jeter dans les canaux verticaux; sans cela, on risquerait d'obstruer ceux-ci. Cela fait, de distance en distance, les ouvriers mettent quelques charbons embrasés au milieu des morceaux de houille, ce qui suffit pour enflammer successivement toute la masse. Peut-être conviendrait-il de n'allumer les tas prismatiques qu'à une extrémité; le feu se propagerait toujours par le haut, et l'on éviterait une chaleur trop grande.

La houille que l'on ajoute ainsi est complètement perdue pour le coak; mais sans elle le feu prendrait difficilement, et, en commen-



çant à allumer par le haut, on a l'avantage de conserver le plus long-temps possible la forme des tas ; ce qui n'aurait pas lieu si le feu était mis par le bas, puisque la houille, augmentant de volume en se transformant en coak, et pouvant le faire inégalement, boucherait les canaux supérieurs, et empêcherait inévitablement une carbonisation parfaite de la partie supérieure.

Les tas étant allumés et la flamme paraissant dans les différens trous, les ouvriers veillent à ce qu'ils ne s'obstruent pas. Si cela arrive, ils les rétablissent, autant que possible, avec des ringards, jusqu'à ce que la houille leur paraisse assez carbonisée, ce dont ils s'aperçoivent lorsqu'il n'y a plus de flamme et que la masse est seulement en feu ; ils couvrent alors cette place de terre ou de cendres, ou bien encore de débris de coak, et continuent ensuite les mêmes opérations jusqu'à ce que chaque partie d'un tas ait passé par ces différens états. A cette époque, ils recouvrent de terre la masse entière : elle s'éteint facilement, mais conserve long-temps une chaleur assez forte pour incommoder vivement les ouvriers qui sont chargés de défaire les tas et de casser le coak en morceaux de la grandeur nécessaire pour un haut-fourneau.

On n'emploie aucune précaution pour préserver la houille enflammée d'une action trop vive du vent, qui est souvent assez fort à l'Établissement du Janon (situé entre deux petites collines), comme on a grand soin de le faire dans la carbonisation du bois. Il est probable cependant qu'il y aurait quelque avantage à le faire, quoique la houille, brûlant moins facilement, demande moins d'attention.

Souvent, avant d'éteindre un tas de coak, et pendant qu'il est encore en plein feu, mais sans flamme, on fait arriver de l'eau dans sa partie inférieure, et on l'introduit, autant que possible, dans le centre. Le feu, d'abord ralenti, reprend bientôt avec une nouvelle force, et il se dégage alors le plus souvent une odeur d'ail très-prononcée, que l'on sent fortement lorsqu'on se met sous le vent. On ne peut se rendre raison de ce phénomène qu'en supposant qu'il y ait des phosphates dans la houille, qui, réduits à l'état de phosphures, produisent de l'hydrogène phosphoré par la décomposition de l'eau, ou bien que les pyrites de la houille renferment des arsénifères qui dégagent de l'hydrogène arsénié.

La houille perd 50 pour 100 dans cette opération ; mais le coak que l'on obtient paraît de très-bonne qualité, la forme de chou-fleur qu'il prend en est un indice. Sa couleur est gris d'acier, métallique : il ne présente pas à sa surface trop de boursoufflures ; les morceaux sont assez gros pour qu'on soit obligé de les casser avant de les jeter dans le fourneau ; cela tient à ce que la houille cassante est en général de très-bonne qualité, quoique menue ; elle renferme cependant des parties sulfureuses, ce qu'on aperçoit facilement, après la carbonisation, aux taches noires qui se trouvent aux endroits qui étaient imprégnés de pyrites.

La carbonisation d'un tas, tel que ceux que j'ai décrits, est plus ou moins longue, selon le temps et le vent, qui est très-inégal dans la vallée : elle dure ordinairement de sept à huit jours, quelquefois elle en exige dix à douze, rarement moins de six.

Cinq ouvriers sont employés à défaire les tas et à casser le coak ; ils reçoivent chacun 2 francs 50 centimes ; ils se servent de pelles et de crochets, et ils sont souvent obligés de s'éloigner, incommodés par la grande chaleur : ils n'ont pas comme les autres de travail déterminé ; leur ouvrage est réglé d'après les besoins du haut-fourneau. Quatre ouvriers, en outre, transportent le coak au hangar.

Dépenses.

Le haut-fourneau auquel le coak devait servir donnait, en 1825, 5,000 kilogrammes de fonte, et la consommation en coak était de 2 et demi à 3 parties pour une de fonte. Il fallait donc par jour 25 à 30 tonnes de houille menue, le déchet étant de la moitié : la houille coûte moyennement 0<sup>f</sup>,35 les 100 kilogram. ou la benne. A cette dépense, on doit ajouter la dépense provenant des morceaux moyens employés pour allumer les tas, qui est assez considérable, puisqu'il en faut 2 bennes pour 75 de houille menue dans les tas coniques et 4 dans les tas prismatiques, seul désavantage qu'ont ces derniers : la benne revient à 0<sup>f</sup>,60.

Enfin, il faut encore compter la dépense journalière en main-d'œuvre, qui est de 61 francs 50 centimes ; car l'on a

14 ouvriers pour la formation des tas....	28 fr. 50 c.
6 ouvriers pour la carbonisation.....	15
5 ouvriers pour défaire les tas.....	12 50
4 ouvriers occupés au transport.....	6
	61 fr. 50 c.

En réunissant ces diverses sommes, l'on voit que la tonne de coak ou les 1000 kilogrammes reviennent approximativement à 11 francs 87 centimes.

## DESCRIPTION

*D'une nouvelle construction de hauts-fourneaux avec de la fonte de fer;*

PAR M. ALTHANS, Inspecteur des constructions à Saynahütte près d'Ehrenbreistein.

(Archives de M. Karsten, t. 12, p. 249.)

Le haut-fourneau dont il s'agit se distingue de ceux que l'on connaît, principalement en ce que l'on a employé un assemblage de plaques de fontes pour envelopper la cuve, au lieu d'un massif très-épais de maçonnerie. Lorsqu'on établit un fourneau de cette espèce dans le voisinage d'une fonderie de fer, on y trouve l'avantage d'une construction plus prompte et plus économique que par l'ancienne méthode, parce que le massif qui environne la cuve étant beaucoup moindre, on peut diminuer considérablement les fondations en profondeur comme en surface, et épargner ainsi beaucoup sur les frais de construction.

Dans le cas d'un grand éloignement d'usines capables de fournir les plaques de fer fondu, il peut arriver que les dépenses de l'établissement d'un haut-fourneau suivant la nouvelle méthode soient plus élevées que dans l'ancienne ; mais encore alors trouvera-t-on un avantage réel dans la grande valeur que conservera la fonte employée, et aussi relativement au renouvellement de la chemise, puisque, pour la partie supérieure de la cuve, du moins lorsqu'on n'y brûle que du charbon de bois, on peut se dispenser de toute maçonnerie intérieure, la fonte