

CENTRE TECHNIQUE
DES INDUSTRIES
DE LA FONDERIE

LOI DU 22 JUILLET 1948

TÉL. : 504-72-50

ADR. TÉLÉGR. CENTRFONDERIE
TÉLEX : CETIF-PARIS N° 25825

12, AVENUE RAPHAËL - 75016 PARIS

le 17 mars 1975

19 MARS 1975

Société des Fonderies et Ateliers
de RANDONNIAI

RANDONNIAI

61190 TOUROUVRE

ADRESSEZ VOTRE RÉPONSE SANS MENTION PERSONNELLE EN
RAPPELANT LA RÉFÉRENCE CI-DESSOUS

Département d'études thermiques
et de moulage

A l'attention de M. MONNETON.

Objet : Analyse des gaz et poussières émis par les cubilots.

Messieurs,

Vous trouverez ci-joint, un rapport et un tableau donnant respectivement les résultats des analyses de gaz et des mesures de poussières effectuées les 21 et 22 janvier 1975, pour contrôler le fonctionnement de votre cubilot.

Les résultats des analyses de gaz permettent d'effectuer le bilan thermique du cubilot dans les deux conditions de marche que nous avons contrôlées : en vent chaud et en vent froid avec addition d'oxygène.

Dans le tableau donnant l'ensemble de ces résultats, que vous trouverez également ci-joint, nous avons fait figurer les caractéristiques de fonctionnement du cubilot contrôlées en avril 1972 par MM. SANZ et CHAZE.

Il apparaît que dans tous les cas la perte par chaleur latente est importante en raison d'une teneur élevée en CO dans les gaz de gueulard. Malheureusement les conditions de marche du cubilot ne sont pas très comparables, en particulier du fait d'une production réduite lors de la marche en vent chaud du 21 janvier 1975.

P.J. - Un rapport,
Deux tableaux.

L'addition d'oxygène dans l'air produit un effet semblable à celui du vent chaud mais les différences de production ne permettent pas de faire une comparaison valable. On peut noter cependant que le rendement diminue très sensiblement quand on s'écarte de la production optimale de 18,5 t/h; cela résulte sans doute de l'importance relative des pertes par les parois qui augmentent lorsque la production diminue.

De toute façon, la teneur en CO élevée des gaz de gueulard se retrouve dans tous les cas. Elle caractérise ce cubilot et résulte sans doute de la grande hauteur entre les tuyères et le gueulard. L'intérêt de l'étude de la post-combustion de ces gaz pour améliorer le rendement des cubilots se trouve ainsi confirmé.

Les résultats des mesures de poussières dans les fumées du cubilot vous sont donnés sous toutes réserves pour plusieurs raisons :

- les conditions de marche étaient assez variables et la production inférieure à la production optimale;
- des refoulements importants de fumée se produisaient au niveau du gueulard de chargement;
- le dispositif de dé poussiérage constitué d'un chapeau à voile d'eau ne donnait pas une veine gazeuse homogène avec une concentration régulière de poussières.

Les concentrations moyennes de poussières mesurées dans les fumées prélevées dans ces conditions sont donc peu significatives. Elles correspondent à des valeurs beaucoup trop élevées puisque pour les installations nouvelles de cubilots de 18 t/h la concentration en poussières dans les gaz de rejet ne doit pas dépasser 0,42 kg/t, soit environ 0,4 g/m³ dans les gaz bruts.

Les dépoussiéreurs simplifiés du type chapeau à voile d'eau ne permettent pas une épuration assez poussée pour respecter ce seuil, mais leur fonctionnement est très sensible à l'importance du débit d'eau et à la régularité du rideau d'eau. Nous vous conseillons donc de vérifier le débit d'eau actuel et l'état du chapeau.

CENTRE TECHNIQUE
DES INDUSTRIES DE LA FONDERIE

Dans le cadre du projet d'amélioration de votre installation de cubilot, nous pensons qu'il faudrait envisager un dispositif de lavage plus efficace, par exemple au moyen de plusieurs rideaux d'eau superposés.

Restant à votre disposition, nous vous prions d'agréer, Messieurs, l'expression de nos sentiments distingués.

Le Chef du département


C. ULMER

COMBUSTION DU CUBILOT ACIDE A VENT CHAUD

Rapport des contrôles effectués aux Fonderies
et Ateliers de RANDOIRIAT du 21.01.75 au 22.01.75

1 - But du contrôle

Le contrôle a consisté à analyser les fumées au gueulard et à établir le pourcentage d'humidité de l'air à l'aspiration des surpresseurs.

2 - Caractéristiques principales du cubilot

Le cubilot est de type acide, à vent chaud, à ruissellement d'eau, sans garnissage.

Les charges sont introduites automatiquement au gueulard par une benne à fond ouvrant.

L'air nécessaire à la combustion, provenant de deux surpresseurs "Roots" qui peuvent atteindre un débit de 18 000 m³/h, est porté jusqu'aux environs de 500°C par un réchauffeur à mazout, puis soufflé dans le cubilot.

Les gaz de combustion sont évacués par une cheminée équipée d'un dépoussiéreur à voile d'eau.

La fonte, après être débarrassée du laitier par un séparateur sous pression à siphon, coule en continu dans une poche mélangeuse d'une capacité de 9 tonnes. Elle est ensuite distribuée dans des poches de coulée d'environ 500 kg.

Puissance nominale du cubilot : 20 t/h.

3 - Organisation des journées

La première journée le cubilot fonctionnait à vent chaud, la deuxième journée il fonctionnait à vent froid avec injection d'oxygène.

La mise en route du vent se faisait vers 3h30 et la première coulée de fonte vers 4h30.

4 - Analyse de gaz au gueulard

Les analyses de gaz de combustion ont été effectuées à l'aide d'un appareil d'Orsat.

Les prélèvements ont été faits à environ un mètre au-dessous du gueulard à l'aide d'un tube en acier inoxydable 18/10.

4.1 - Résultats obtenus :

Date	Heure	% CO ₂ (+)	% CO (+)	% O ₂ (++)	Observations
21.01.75	16.05	9,8	18	-	Après la 83ème charge Dernière remise du vent à 12h55
	18.25	9,6	18,5	-	Après la 94ème charge Dernière remise du vent à 17h55
22.01.75	9.05	12,8	18	3	Après la 40ème charge Dernière remise du vent à 8h05
	11.25	12,2	19,8	3,5	Après la 64ème charge Dernière remise du vent à 8h05
	16h05	15	15,8	4	Après la 95ème charge Dernière remise du vent à 14h55

5 - Contrôle d'humidité

Les contrôles d'humidité ont été effectués par passage d'un volume d'air déterminé à travers un tube en U, rempli de perchlorate de magnésium.

Il suffit de peser le tube en U avant et après passage de l'air prélevé pour connaître la quantité d'eau qui a été absorbée par le perchlorate de magnésium.

Les prélèvements ont été réalisés à l'extérieur des ateliers, à proximité de l'aspiration des surpresseurs.

5.1 - Résultats obtenus

Date	Heure	Teneur en eau mg/l d'air prélevé	Observations
22.01.75	10.45	8,5	Pluie et vent durant toute la journée
	15.40	8,5	Déplacement de charges métalliques, par terre, à deux mètres du prélèvement.

(+) dans les gaz de gueulard
(++) addition d'oxygène dans le vent

6 - Calcul du pourcentage d'humidité de l'air prélevé en volume

Sachant que 18 mg de vapeur d'eau occupent un volume de 22,4 cm³ et que suivant nos contrôles un litre d'air prélevé en contient 8,5 mg.

Il y a donc : $\frac{22,4 \times 8,5}{18} = 10,6 \text{ cm}^3$ de vapeur d'eau par litre d'air prélevé.

Soit le pourcentage en volume :

$$\frac{10,6 \times 100}{1\ 000} = 1,06 \%$$

7 - Calcul des pertes de chaleur par les gaz bruts

7.1 - Journée du 21.01.75 de 15h à 16h

Le cubilot fonctionnait à vent chaud.

7.1.1 - Débit de gaz brut

- Production horaire : 11 900 kg/h
- Pourcentage de coke : 18 %
- Pourcentage de carbone chargé : $\frac{18 \times 90}{100} = 16,2 \%$
- Teneur en carbone de la charge métallique : 2 %
- Teneur en carbone de la fonte : 3,32 %
- Pourcentage de carbone utilisé pour la carburation de la fonte : $3,32 - 2 = 1,32 \%$
- Carbone restant disponible :
 - rapporté à la charge métallique : 14,88 %
 - par heure : $\frac{11\ 900 \times 14,88}{100} = 1\ 770 \text{ kg/h}$
- Volume de (CO₂ + CO) dégagé par la combustion du carbone : $\frac{1\ 770 \times 22,4}{12} = 3\ 300 \text{ N m}^3/\text{h}$

Le débit des fumées est donné par :

$$V = \frac{V(\text{CO}_2 + \text{CO})}{\text{CO}_2 + \text{CO}} \times 100 \text{ avec CO}_2 \text{ et CO exprimé en pourcentage}$$

$$\text{Soit : } V = \frac{3\ 300 \times 100}{27,8} = 11\ 880 \text{ N m}^3/\text{h}$$

7.1.2 - Pertes par chaleur sensible

Elles sont calculées à partir de la formule suivante :

Ps = Q.C.p.ΔT avec : Q = débit volumique
 Cf = chaleur spécifique
 Δt = température fumée - température ambiante

- chaleur spécifique : $0,33 \text{ mth/N m}^3\text{°C}$
 - température moyenne des fumées : 430°C
 - température ambiante : 15°C
- Soit : $Ps = 11\ 830 \times 415 \times 0,33 \cdot 10^{-3} = 1620 \text{ th/h}$

7.1.3 - Pertes par chaleur latente

La teneur en CO est de : 18%

Ce qui donne un débit volumique de :

$$\frac{11\ 830 \times 18}{100} = 2\ 140 \text{ N m}^3/\text{h}$$

Le pouvoir calorifique du CO étant de 3 th/N m^3

On en déduit les pertes par chaleur latente :

$$Ps = 2\ 140 \times 3\ 000 = 6\ 420 \text{ th/h}$$

7.1.4 - Pertes totales par les gaz bruts

Le total des pertes par les gaz bruts est de :

$$1\ 620 + 6\ 420 = 8\ 040 \text{ th/h.}$$

7.2 - Journée du 22.01.75 de 11h à 12h

Le cubilot fonctionnait à vent froid avec injection d'oxygène.

7.2.1 - Débit de gaz brut

- Production horaire : $16\ 900 \text{ kg/h}$
- Pourcentage de coke : 17%
- Pourcentage de carbone chargé : $\frac{17 \times 90}{100} = 15,3\%$
- Teneur en carbone de la charge métallique : 2%
- Teneur en carbone de la fonte : $3,10\%$
- Pourcentage de carbone utilisé pour la carburation de la fonte : $3,10 - 2 = 1,1\%$
- Carbone restant disponible :
 - rapporté à la charge métallique : $15,3 - 1,1 = 14,2\%$
 - par heure : $\frac{16\ 900 \times 14,2}{100} = 2\ 400 \text{ kg/h}$
- Volume de ($\text{CO}_2 + \text{CO}$) dégagé par la combustion du carbone : $\frac{2\ 400 \times 22,4}{12} = 4\ 480 \text{ N m}^3/\text{h}$

Le débit des fumées est donné par :

$$V = \frac{V(\text{CO}_2 + \text{CO})}{\text{CO}_2 + \text{CO}} \times 100 \quad \text{avec } \text{CO}_2 \text{ et } \text{CO} \text{ exprimé en pourcentage}$$

$$\text{Soit : } V = \frac{4\,480 \times 100}{32} = 14\,000 \text{ N m}^3/\text{h}$$

7.2.2 - Pertes par chaleur sensible

Elles sont calculées à partir de la formule suivante :

$$P_s = Q \cdot C_p \cdot \Delta t \quad \text{avec : } \begin{array}{l} Q = \text{débit volumique} \\ C_p = \text{chaleur spécifique} \\ \Delta t = \text{température fumée} - \text{température} \\ \text{ambiante} \end{array}$$

- Chaleur spécifique : 0,33 mth/Nm³°C
- Température moyenne des fumées 430°C
- Température ambiante : 15°C

$$\text{Soit : } P_s = 14\,000 \times 0,33 \cdot 10^{-3} \times 415 = 1\,920 \text{ th/h}$$

7.2.3 - Pertes par chaleur latente

La teneur en CO est de : 19,8 %

Ce qui donne un débit volumique de :

$$\frac{14\,000 \times 19,8}{100} = 2\,770 \text{ m}^3 \text{ N/h}$$

Le pouvoir calorifique du CO étant de : 3 th/Nm³

On en déduit les pertes par chaleur latente :

$$P_l = 2\,770 \times 3 = 8\,310 \text{ th/h}$$

7.2.4 - Pertes totales par les gaz bruts

Le total des pertes par les gaz bruts est de :

$$1\,920 + 8\,310 = 10\,230 \text{ th/h}$$

Conclusion

Il est à préciser, pour l'interprétation des résultats d'analyse de gaz, que le cubilot fonctionnait à la moitié de sa puissance nominale, avec une allure très instable due aux variations continuelles du débit d'air.

En effet :

- La première journée il y eut 8 arrêts du vent d'une durée s'étalant de 10 à 43 minutes soit au total : 4h09.
- La deuxième journée il y eut 6 arrêts du vent d'une durée s'étalant de 23 à 35 minutes soit au total : 2h53mn.

FONDERIES et ATELIERS de RANDONNAI - Usine de RANDONNAI

(21 - 22 janvier 1975)

	Heure	Température gaz (°C)	Pression dynamique (mm eau)	Volume prélevé (l/m ³) (*)	Masse de poussières (mg)	Concentration (g/lm ³)	Concentration moyenne (g/lm ³)
Vent chaud	17 h 55	80	0,5	0,080	545	5,5	4,5
	18 h 05	70	-	0,108	414	3,8	
	18 h 15	70	-	0,106	457	4,3	
Vent froid + O ₂	10 h 25	80	-	0,091	437	4,8	5,5
	10 h 35	90	-	0,077	471	6,1	
	10 h 45	90	-	0,079	469	5,9	

(*) Volume calculé en effectuant les corrections de pression et de température.

CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU CUBILOTT
(Fonderies de RANDONNAI)

Conditions de marche	Production : t/h	Coke consommé : %	Puisissance thermique dépensée		Pertes de chaleur par les fumées		Rendement en % (4)
			Carbone brûlé : th/h (1)	air : th/h(2)	latente : th/h	sensible : th/h	
			total : th/h	total : th/t	total : th/h	total : th/t	
Vent chaud (avril 1972)	18,5	13,8	16 600	1 020	8 000	1 800	52
Vent chaud (21 janvier 1975)	11,9	18	14 250	1 380	6 420	1 620	49
Oxygène (22 janvier 1975)	16,9	17	19 500	1 160	8 310	1 920	54

1 - En prenant 8,1 th par kg de carbone.

2 - Sur la base de $0,31 \cdot 10^{-3}$ th/m³ . °C, en admettant un rendement du réchauffeur de 70 %.

3 - Par rapport au total de la chaleur apportée par le coke consommé et le vent chaud.

4 - Rendement = $\frac{\text{chaleur absorbée par la fonte}}{\text{puissance thermique dépensée}}$

N.B. - Les pertes par chaleur sensible sont évaluées à partir de la température des gaz mesurée en avril 1972.