

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER
H A U T E A U T O R I T É

*Recherches sur l'injection d'hydrocarbures
dans les hauts fourneaux*

Essais d'injection de fuel liquide léger dans
le haut fourneau n° 3 de Pompey marchant
en minerai tout venant

Août 1960

S O M M A I R E

	<u>n° des pages</u>
- Introduction	5
- Historique	7
- Essais préliminaires	7
- Canule d'injection - figure 1	8
- Tableau I (Essais préliminaires)	9
- Tableau II (Description du haut-fourneau)	10
- Essais proprement dits	11
- Injecteur pulvérisateur - figure 2	12
- Installation d'ensemble - figure 3	13
- Les 3 périodes d'essais	15
- Enfournement - tableau 3	15
- Période de référence et période A	16
- Tableau 4	17
- Tableau 5 (prix de revient)	17
- Période B	18
- Tableau 6	18
- Tableau 7 (prix de revient)	19
- Période C	19
- Tableau 8	20
- Qualité de la fonte	20 à 22
- Incidents de marche	22
- Débit minimum et marche type	22
- Conclusion	23
- Figure 4	24
- Annexes	25 à 47

I N T R O D U C T I O N

par

M. Marc ALLARD

Président du Comité, Directeur de la Recherche

La Haute Autorité a participé, par l'octroi d'aides financières à des recherches d'économie de consommation de coke et d'augmentation de productivité dans les hauts-fourneaux. C'est ainsi qu'elle a contribué aux essais du Bas-Fourneau International de LIEGE, essais décrits par ailleurs, qui ont prouvé l'intérêt d'injections de fuel-oil dans les hauts-fourneaux et indiqué les dispositifs technologiques à utiliser.

En 1958, elle a accepté de financer un programme d'essais aux hauts-fourneaux de la Société des Aciéries de P O M P E Y, laquelle, avec un esprit d'entreprise qu'on doit largement apprécier, s'était proposé de poursuivre ainsi des recherches que M. DUFRAINE y avait déjà commencées en 1950 et 1952.

Le rapport ci-après relate les résultats des essais d'orientation exécutés en 1959 et des campagnes effectuées de janvier à fin avril 1960.

Ils ont été conduits par M. HAZARD, Chef du Service des Hauts-Fourneaux, sous la direction de M. DHENEIN, Président du Comité Exécutif. Nous les remercions, ainsi que le personnel sous leurs ordres, du dynamisme et de l'efficacité dont ils ont fait preuve. M.J. CORDIER, de l'IRSID, leur a apporté son concours le plus entier, notamment en ce qui concerne l'étude et la critique des phénomènes observés; nous l'en remercions également.

Marc ALLARD

HISTORIQUE

Des essais d'injection de fuel dans des hauts-fourneaux avaient été entrepris à Pompey, par Monsieur DUFRAINE, en mars 1950 puis repris en février, mars et mai 1952.

Ils ont été suspendus parce que des fuites de fuel encraissaient les égouts et polluaient la Moselle.

Ces essais ont été effectués sur les hauts-fourneaux 1 et 2 marchant en ferro-manganèse ou en fonte hématite.

Le fuel étant injecté à l'état liquide sans adjonction d'oxygène ni de vapeur d'eau par 4 canules à refroidissement par eau placées un mètre au dessus des tuyères normales.

En 1956, il fut décidé de reprendre ces essais, cette fois-ci dans un haut-fourneau produisant de la fonte Thomas.

Trois essais successifs étaient prévus :

- 1/ - Fuel liquide injecté au coeur du haut-fourneau, suivant les idées de Monsieur DUFRAINE, avec augmentation de la température du vent.
- 2/ - Avec vent suroxygéné.
- 3/ - Injection de gaz réducteurs à 1 400°, gaz réducteurs obtenus en crackant le fuel dans les gazéificateurs SHELL utilisant de la vapeur et de l'oxygène.

Les discussions conduisant au financement de ces essais par la C.E.C.A. ont retardé leur mise en route et ce n'est qu'en janvier 1959 que la première tuyère d'injection de fuel fut introduite dans le haut-fourneau n° 4.

Les essais ont été faits avec le concours de la C.E.C.A., de l'I.R.S.I.D. et de la SHELL.

ESSAIS PRELIMINAIRES

Commencés le 11 janvier 1959, les essais préliminaires se sont terminés le 5 septembre 1959.

Il s'agit, comme pour les essais proprement dits, d'une marche à 100 % de minerai lorrain tout-venant.

1) Le matériel d'injection :

Deux types de matériel avaient donné satisfaction :

- a) les injecteurs spéciaux, sortes de tuyères épaisses refroidies par circulation d'eau (figure 1 - page 6) d'une longueur totale de 1,45 mètre et pénétrant de 0,80 m à l'intérieur du haut-fourneau. Ces injecteurs étaient mis à la place des tuyères d'étales. Ils nous ont permis d'aller jusqu'à 70 kg de fuel à la tonne de fonte (soit 200 kg/heure par injecteur). Au delà nous avons constaté une saturation du haut-fourneau et un rejet de fuel par les joints des chapelles.

Un premier essai avec un injecteur de 2,25 m de long mis à la place d'une tuyère normale s'était soldé par un échec : le nez de l'injecteur s'était abaissé de 50 cm en 10 jours, une soudure ayant lâché.

- b) les cannes de pulvérisation, dérivées des cannes utilisées au Bas-Fourneau d'Ougrée, le refroidissement de la canne et la pulvérisation du fuel étant assurés par de l'air comprimé.

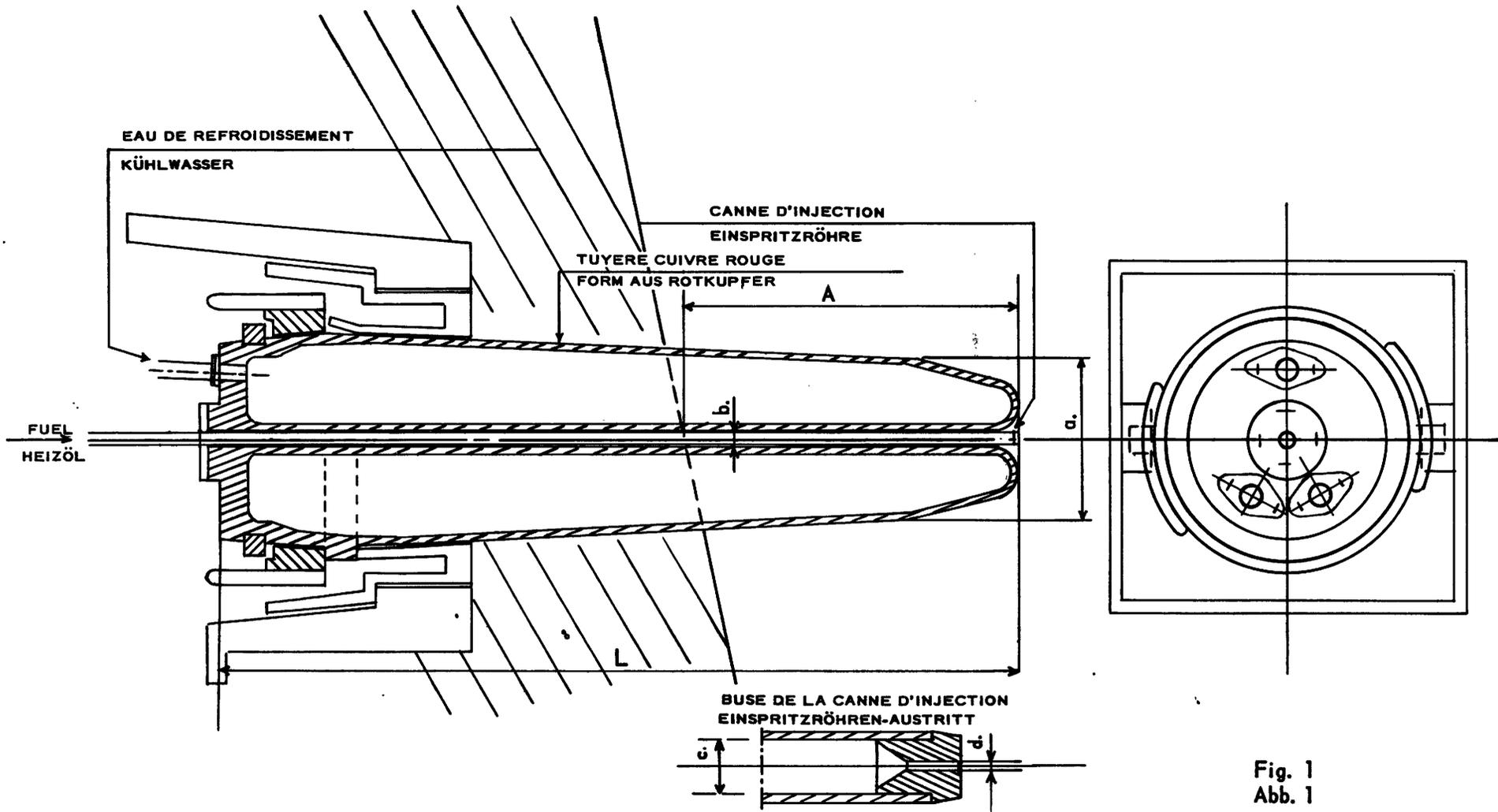


Fig. 1
Abb. 1

CANULE D'INJECTION DE FUEL / EINSPRITZROHR FÜR HEIZÖL

MASSTAB : 1/10 : 1/2
ECHELLE :

6906/60
POMPEY, LE DEN 10. 9. 1969.

2) Description des essais préliminaires :

7 essais préliminaires nous ont permis de dégrossir le problème de l'injection du fuel dans un haut-fourneau.

Nous avons comme variables :

- a) la quantité de fuel à injecter pour 100° d'augmentation de la température du vent.
- b) le lieu d'injection du fuel : dans les tuyères normales ou dans les étalages.
- c) le mode d'injection : pulvérisé ou non.
- d) les tuyères d'étalages : ouvertes ou fermées.

Le tableau I donne les renseignements essentiels

TABLEAU 1 - Essais préliminaires

n° de l'essai	Quantité de fuel kg/t fonte	Lieu d'injection	Mode d'injection	Tuyères d'étalages
1	61,3	étalages	canule	ouvertes
2	32	étalages	canule	ouvertes
3	46,7	étalages	canule	ouvertes
4	35,5	étalages	canule	fermées
5	70	tuyères normales	pulvérisation	fermées
6	44,4	tuyères normales	pulvérisation	fermées
7	40	tuyères normales	pulvérisation	ouvertes

TABLEAU 2

1	Société	Aciéries de Pompey
2	Usine de	Pompey
3	Haut-fourneau n°	3
4	Diamètre du creuset	4,800 m
5	Diamètre de soufflage	4,300 m
6	Diamètre du ventre	6,840 m
7	Diamètre du gueulard	5,200 m
7 a	Diamètre du gueulard	6,880 m
8	Diamètre de la cloche	2,300 m
9	Diamètre du cône répartiteur	3,550 m
10	Diamètre du cigare	2,000 m
11	Niveau du trou de coulée	0 m
12	Niveau du chiot	1,400 m
13	Niveau des tuyères normales	2,300 m
14	Niveau des tuyères auxiliaires	3,935 m
15	Niveau du haut du creuset	2,800 m
16	Niveau du haut des étalages	7,600 m
17	Niveau du haut du ventre	8,640 m
18	Niveau du haut de la cuve	20,440 m
19	Niveau du haut de la maçonnerie	22,600 m
20	Niveau de changement	21,800 m
21	Niveau des prises de gaz	25,750 m
22	Niveau du plancher du gueulard	27,100 m
23	Niveau bas de la cloche	25,850 m
24	Angle des étalages	78°
25	Angle de la cuve	86°16
26	Angle de la cloche	55°
27	Volume du creuset	50,6 m ³
28	Volume des étalages	129,- m ³
29	Volume du ventre	38,2 m ³
30	Volume de la cuve	337,8 m ³
31	Volume du gueulard	45,8 m ³
32	Volume utile	542,8 m ³
33	Hauteur utile	19,500 m
34	Nombre de tuyères normales	8
35	Diamètre tuyères normales	6 à 180 mm et 2 à 150 mm
36	Nombre de tuyères auxiliaires	8 emplacements dont 4 équipés
37	Diamètre tuyères auxiliaires	130 mm
38	Nombre de prises de gaz	2
39	Diamètre de prises de gaz	1,600 m
40	Nombre de pots	1
41	Nombre de laveurs	-
42	Epuration	4 caisses Halberg-Beth
43	Capacité	160.000 m ³ h (pour les 4 caisses)
44	Cowpers	3 dont 2 en service
45	Volume unitaire	Poids total des briques 1 590 t
46	Température du vent	780°
47	Régulation	oui
48	Soufflante	alternative à gaz
49	Débit	moyen : 38.000 m ³ h max. : 45.000 m ³ h.
50	Pression	de 0,53 à 0,60 kg/cm ²
51	Chargement	Bennes Stähler
52	Capacité de la benne	6 m ³
53	Coke par benne	3 t
54	Criblage du coke	supérieur à 20 mm
55	Charges par 24 h	86 charges de 3 t de coke

3) Résultats :

Chaque période d'essai n'avait pas duré plus de 10 jours, ce qui était trop peu pour pouvoir tirer de ces essais des conclusions très assurées.

Il a été remarqué en particulier combien une variation de la qualité physique du minerai enfourné pouvait fausser les résultats.

Cependant il fut possible d'observer que les deux périodes les plus satisfaisantes, les périodes 2 et 7, avaient plusieurs points communs :

- a) pour 100° d'augmentation de la température du vent, la quantité de fuel injecté n'avait pas dépassé 45 kg à la tonne de fonte.
- b) il semblait préférable que les tuyères d'étagères soient ouvertes.
- c) gain de production de l'ordre de 10 %.
- d) descente facile avec du vent à 900°C.

ESSAIS PROPREMENT DITS

Ces essais ont eu lieu dans le haut-fourneau n° 3 (voir tableau 2).

Ce compte-rendu ne concerne que les essais d'injection de fuel pulvérisé par de l'air comprimé, soit dans les tuyères normales, soit dans les tuyères d'étagères. Le vent n'est pas suroxygéné.

Les figures 2 et 3 donnent les schémas d'installation et une coupe de la canne d'injection utilisée.

La canne et sa gaine de protection sont en acier inoxydable et l'orifice en bout de canne a 2 mm de diamètre.

C'est le service énergétique de Pompey, dirigé par Monsieur DEBRUILLE, qui a mis au point l'ensemble de l'installation d'injection.

La consommation journalière de fuel-oil a été comprise entre 13 et 13.5 t., ce qui représente une consommation horaire de fuel-oil par canne de :

135 à 140 kg dans la marche à 4 cannes.
67 à 70 kg dans la marche à 8 cannes.

La pression d'admission de l'air comprimé était de 0,800 kg/cm² et le débit par canne de 39 Nm³/h (50,5 kg/h).

Les consommations d'air au kilogramme de fuel-oil ressortent donc à :

- marche à 4 cannes : 0,36 à 0,37 kg ou 0,28 à 0,29 m³
- marche à 8 cannes : 0,72 à 0,74 kg ou 0,56 à 0,58 m³

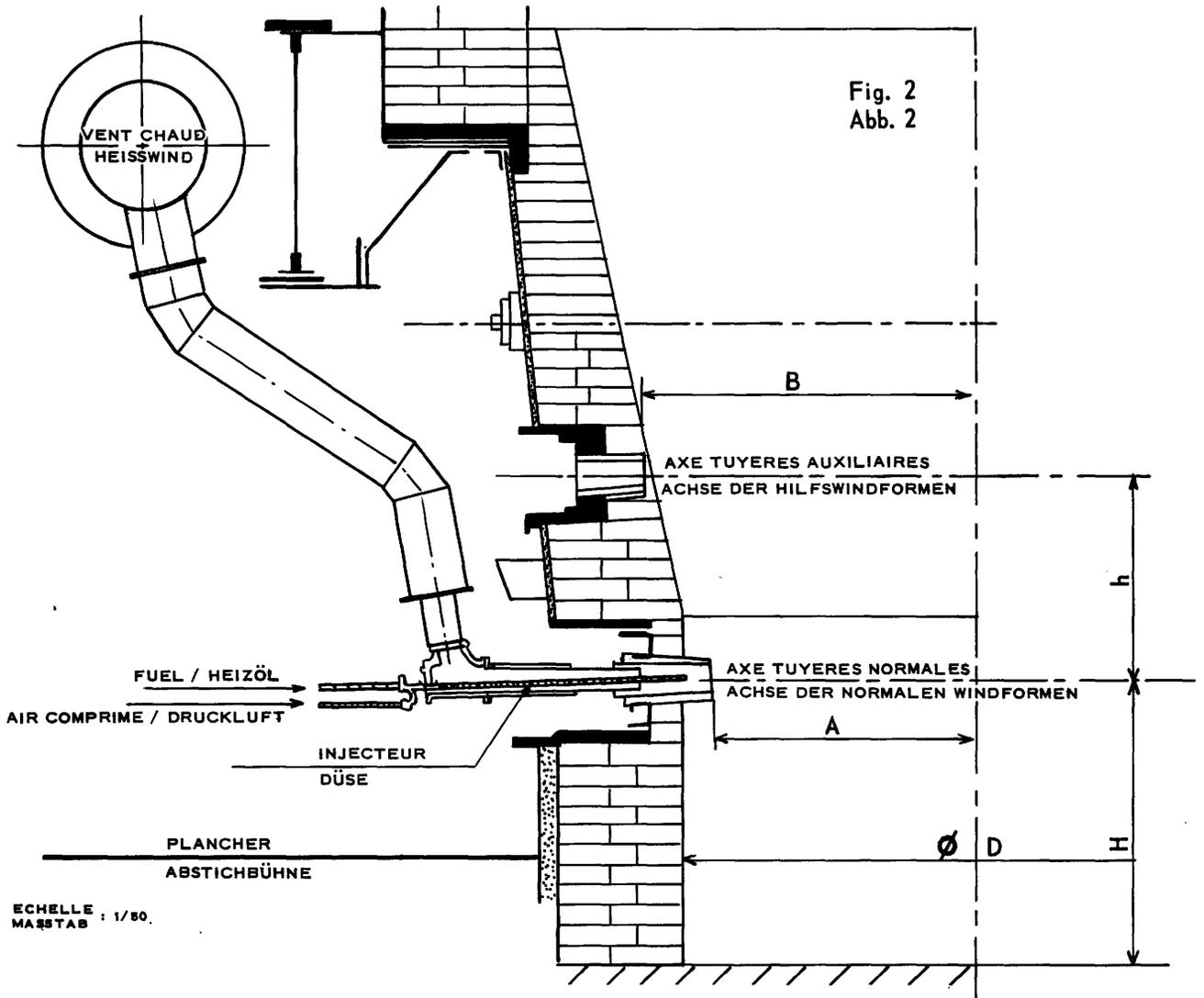
Effet refroidissant de l'air comprimé :

A) Marche à 4 cannes

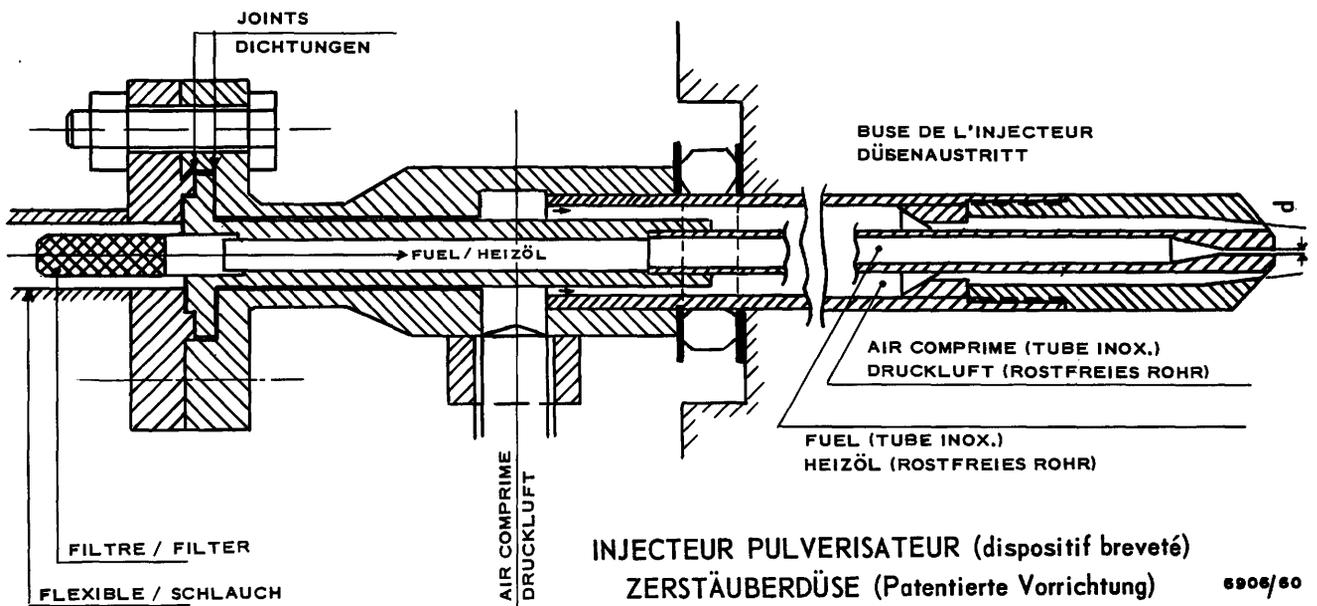
Débit total de vent chaud : 38 000 m³/h
Température du vent chaud : 900°C
Débit total d'air comprimé : 156 Nm³/h soit 0,4 %
Abaissement de température dû à l'air comprimé : 3.6°C

B) Marche à 8 cannes

Abaissement de température dû à l'air comprimé : 7.2°C



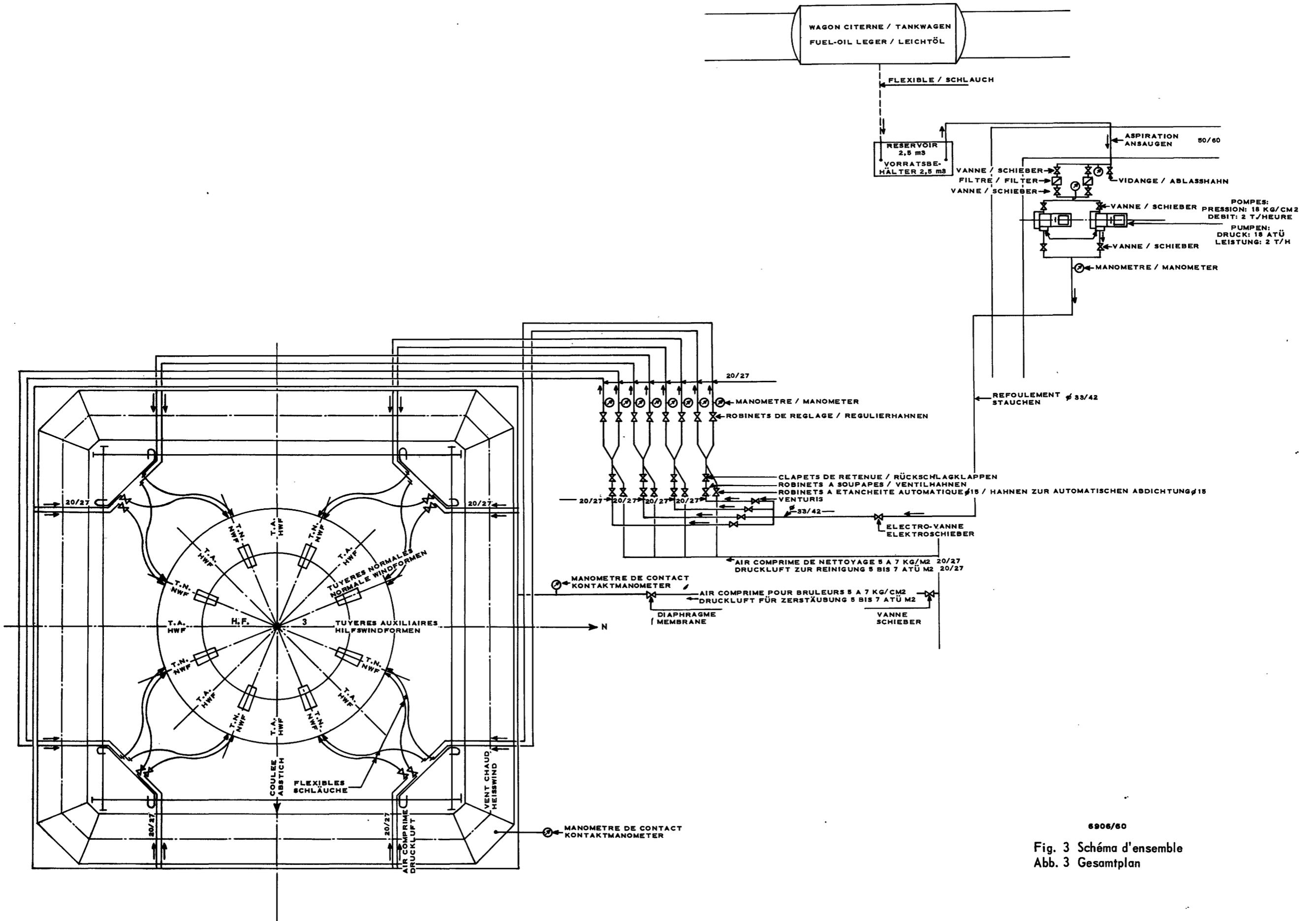
ECHELLE
MASSTAB : 1/50.



INJECTEUR PULVERISATEUR (dispositif breveté)
ZERSTÄUBERDÜSE (Patentierte Vorrichtung)

5906/60

ECHELLE : 1/2
MASSTAB



6906/60

Fig. 3 Schéma d'ensemble
Abb. 3 Gesamtplan

Note préliminaire :

Il convient de noter que l'injection de fuel n'a été rendue possible que parce que nous avons des cowpers nous permettant une augmentation importante de la température du vent.

L'injection de fuel sans augmentation corrélative de la température du vent est sans intérêt puisqu'elle ne ferait que refroidir la fonte et le laitier et que le gain de mise au mille coke correspondant serait peu intéressant, économiquement parlant, par rapport à la quantité de fuel injectée.

Soulignons, d'autre part, que les résultats obtenus ne sont valables que pour une marche en minerais tout-venant.

Trois périodes d'essai :

Période A (12 janvier - 12 février 1960)

Injection dans les 8 tuyères normales; les tuyères d'étalages sont fermées.

Période B (16 février - 11 mars 1960)

Injection dans les 8 tuyères normales, 2 tuyères d'étalages étant ouvertes.

Période C (15 mars - 23 avril 1960)

Injection dans 4 tuyères d'étalages. Les 8 tuyères normales ne reçoivent pas de fuel.

TABLEAU 3

Analyses

1960	H ₂ O	Fe	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Mn	S	P	CO ₂	Perte au feu	i
<u>Droitaumont</u>												
janvier	11.26	35.87	12.95	7.23	4.19	1.74	0.31	0.139	0.796	13.70	20.03	1.70
février	11.57	35.79	13.10	7.15	4.10	1.89	0.29	0.156	0.804	14.18	19.85	1.83
mars	11.47	35.77	13.19	7.15	4.19	1.46	0.31	0.165	0.801	13.83	19.97	1.84
<u>Saizerais</u>												
janvier	10.47	30.31	12.77	14.38	4.47	1.64	0.20	0.205	0.768	13.00	20.93	0.89
février	11.57	30.82	13.33	13.06	4.67	1.71	0.19	0.187	0.770	12.98	19.97	1.02
mars	10.78	31.14	13.19	13.09	4.35	1.79	0.20	0.171	0.751	12.99	20.47	1.01

<u>Granulométries</u>	<u>0-10 mm</u>	<u>10-25 mm</u>	<u>25-50 mm</u>	<u>≥ 50 mm</u>
Droitaumont 0-250 mm	17.5 %	13.5 %	15 %	54 %
Saizerais 0-250 mm	24	13.5	14	48.5

<u>Fuel</u>	<u>Viscosité Engler à 20° C</u>	<u>Densité</u>	<u>S</u>	<u>Eau</u>	<u>Cendres</u>	<u>P.C.S. K/cal</u>	<u>P.C.I. K/cal</u>
Léger n°1	4.79° E	0.885	1.24 %	néant	traces	10598	9905

Coke (après criblage)

	<u>M. I. C. U. M.</u>							
	<u>H₂O</u>	<u>Cendres</u>	<u>M.V.</u>	<u>S</u>	<u>Δ 40</u>	<u>20-40</u>	<u>10-20</u>	<u>0-10</u>
Drocourt-Aniche	1.97	9.10	0.44	0.89	85.20	7.29	1.20	6.31
	(1% au départ)							

PERIODE DE REFERENCE - LIT DE FUSION

La période de référence s'étend du 5 au 25 décembre 1959 et ses résultats concordent avec ceux de l'année 1959, périodes d'injection de fuel déduites.

En dehors de quelques additions métalliques (scraps, battitures et scories de four) à raison de 120 kg à la tonne de fonte, le lit de fusion est uniquement constitué de minerai tout-venant :

- Droitaumont 0-250 mm, 2 700 kg à la tonne de fonte
minerai calcaire et de bonne qualité physique à 35.8 % de fer
- Saizerais 0-250 mm, 500-700 kg à la tonne de fonte
minerai siliceux très fragile et pauvre : 30,8 % de fer
- 100 kg de Kiruna D et C₂

Le coke est criblé, le 0-20 mm étant éliminé.

Le rendement brut du lit de fusion est de 29.5 pour une production de poussières lourdes de 200 kg à la tonne de fonte.

Le tableau 3 donne les analyses et granulométries du Droitaumont et du Saizerais ainsi que l'analyse du fuel injecté.

PERIODE A (12 janvier - 12 février 1960)

Nous voyons sur le tableau 3 que le minerai de Droitaumont ainsi que le minerai de Saizerais sont devenus progressivement plus calcaires au cours de l'avancement des essais.

Ceci nous aurait conduit à passer de 500 kg de Saizerais à la tonne de fonte (période référence) à 1 000 kg à la fin des essais, d'où modification importante de la qualité de l'enfournement (en granulométrie et en richesse).

Nous nous sommes aperçus de l'importance de ce facteur au cours de notre premier mois d'essai : alors que nous avons commencé avec des gains de production supérieure à 10 %, nous voyons nos résultats s'amenuiser pour devenir nuls quand la quantité de Saizerais enfournée à la tonne de fonte arrive à 800 kg.

Le gain de production de 5 % obtenu pour l'ensemble de la période A n'est donc pas valable et nous avons coupé cette période en deux périodes A₁ et A₂ :

A₁ : 12 - 31 janvier, 669 kg de Saizerais à la tonne de fonte.

A₂ : 1er - 12 février, 800 kg de Saizerais à la tonne de fonte.

La période A₁, comparée à la période de référence donne les résultats suivants (tableau 4).

En injectant 53 kg de fuel à la tonne de fonte avec une augmentation de la température du vent de 88° on obtient :

- 1) 9 % de gain de production
- 2) une baisse de mise au mille coke criblé sec de 102 kg
(alors que le rendement net a diminué d'un demi point).

Le tableau 5 donne une idée de la variation du prix de revient de l'ensemble de la fonte produite (baisse de 1,70 NF à la tonne).

Ce tableau ne tient évidemment pas compte de plusieurs éléments qui s'ajoutent, économiquement parlant, à cette amélioration du prix de revient de la fonte, à savoir :

TABLEAU 4

Période	Unités	référence	A	A1	A2
Date		5 - 25 décembre 1959	12 janvier 12 février 1960	12 - 31 janvier 1960	1 - 12 février 1960
Mise au mille fuel	kg/tf	0	51	53	47
Production par jour normal	tf/j	258,2	271,3	281,5	256,9
" par heure de marche	tf/h	10,76	11,306	11,729	10,71
Gain de production	%	-	5,07	9,01	- 0,5
Mise au mille de Saizerais	kg/tf	494	720	669	800
Mise au mille de coke criblé sec	kg/tf	1007,9	920,1	905,9	944,4
Si de la fonte	%	0,60	0,59	0,60	0,58
Température de vent	°C	781	869	868	870
Rendement brut	%	29,53	28,8	29,35	28,09
Poussières lourdes	kg/tf	201,7	193,9	183,7	209,7
Rendement net	%	32,43	31,43	31,93	30,81
Indice du laitier	-	1,44	1,47	1,44	1,50
P.C.I. du gaz	kcal/Nm ³	916	949	959	934
H2 gaz	%	3,74	4,43	4,57	4,25
Température du gaz	°C	111	111	112	116

- 1) allure très régulière du haut-fourneau (production assurée sans à-coups pour l'Aciérie)
- 2) diminution de la consommation de carbonate de sodium (8 kg → 5 kg/t.)
- 3) diminution de certains amortissements, la production ayant augmenté.

Enfin l'utilisation de fuel lourd ferait encore baisser le prix de revient de la fonte.

TABLEAU 5

Prix de revient comparé Période A1 - Période de référence

Variation	Prix unitaire	+	-
+ 52 kg de fuel	0,20 NF	10,40 NF	
+ 38 kg d'air comprimé	0,76cent	0,30	
+ 157 calories gaz (cowper)	1,275 cent	2,00	
- 140 calories rist. gaz	1,275 cent	1,78	
- 102 kg coke criblé	0,1137 NF		11,60 NF
- Frais de fabrication			
prop. à 0/00 coke (- 10%)			2,60
prop. à 0/00 fuel (1e kg)	0,62 cent	0,32	
inv. prop. à prod. (+ 9%)			2,40
Personnel (1 h suppl. par jour)	1,000 NF par mois	0,11	
		14,90	16,60

PERIODE B (16 février - 11 mars 1960)

Au cours de la période A nous avons constaté que nous étions à la limite des soufflantes (comme au cours de la période de référence). La période B ne diffère de la période A que par le fait que nous avons ouvert deux tuyères d'étalages. Ajoutons que pour ne pas dépasser 500 kg de Saizerais à la tonne de fonte, nous avons ajouté un peu de cailloux.

Nous diviserons la période B en deux parties :

- période B₁ du 16 au 29 février
- période B₂ du 1er au 11 mars.

La période B₁ correspond à une allure du haut-fourneau semblable à celle de la période A₁ (donc de la période de référence).

Gain de production : 9.26 %

Nous avons introduit dans le tableau 6 une mise au mille coke corrigée (pour du vent à 900°, un rendement net de 32.43 et un % Si = 0.60) afin de pouvoir comparer facilement les périodes A, B et C.

La mise au mille coke corrigée est passée de 878 à 906. Cette augmentation peut être expliquée par le fait que deux tuyères de secours ont été ouvertes.

La période B₂ correspond à une allure plus poussée, le gain de production passe à 17,8 % mais la production de poussières lourdes augmente (250 kg à la tonne de fonte). Par contre, il convient de souligner que la mise au mille coke corrigée reste pratiquement inchangée (908 contre 906). Il semblerait donc que l'injection de fuel crée dans le haut-fourneau marchant en tout-venant une "zone de réserve" chère à Messieurs CORDIER et BONNAURE.

Le tableau 7 donne une idée de la variation du prix de revient, pour l'ensemble de la période B, par rapport à la période de référence (prix de revient inchangé)*.

TABLEAU 6

Période	Unités	référence	A1	B1	B2	B
Date		5 - 25 décembre	12 - 31 janvier	16 - 29 février	1 - 11 mars	16 février 11 mars
Mise au mille de fuel	kg/tf	-	53	46	40	43
Production journalière	tf/j	258.2	281.1	282.1	304.2	292.0
" horaire	tf/h	10.76	11.729	11.753	12.674	12.166
Gain de production	%	-	9.01	9.23	17.79	13.07
Mise au mille de Saizerais	kg/tf	494	669	566	425	501
Mise au mille de coke criblé sec	kg/tf	1007.9	905.9	922.6	889.4	907.2
Silicium fonte	%	0.60	0.60	0.68	0.65	0.67
Température du vent	°C	781	868	902	904	903
Rendement brut	%	29.53	29.35	28.92	29.44	29.16
Poussières lourdes	kg/tf	201.7	183.7	220.6	250.6	234.5
Rendement net	%	32.43	31.93	31.98	33.10	32.49
Mise au mille coke corr.	kg/tf	-	878.1	905.9	908	908.2
Indice du laitier	-	1.44	1.44	1.52	1.52	1.52
P.C.I. gaz	kcal/Nm ³	916	959	947	949	948
H ₂ du gaz	%	3.74	4.57	4.52	4.11	4.33
Température du gaz	°C	111	112	139	131	136

TABLEAU 7

Prix de revient comparé Période B - Période de référence

Variation	Prix unitaire	+	-
+ 43.4 kg de fuel	0.20 NF	8.68 NF	
+ 31 kg d'air comprimé	0.76 cent	0.25	
+ 255 cal. gaz (cowper)	1,275 cent	3.25	
- 200 cal. ristourne gaz	1,275 cent	2.55	
+ 23 kg de fer (poussière)	8,- cent	1.84	
- 100 kg de coke criblé	0.1137 NF		11.37 NF
Frais de fabrication			
prop. à 0/00 coke (- 10 %)			2.60
prop. à 0/00 fuel	0.62 cent	0.26	
inv. prop. à prod. (+ 13 %)			3.00
Personnel supplémentaire			
1 homme par jour	1 000 NF par mois	0.11	
		16.94 NF	16.97 NF

PERIODE C

On passe de la période B à la période C en ouvrant deux nouvelles tuyères d'étagères et en injectant le fuel dans les 4 tuyères d'étagères ainsi ouvertes. On relève donc le niveau d'injection du fuel de 1,365 m.

Cette période C sera, comme les deux précédentes, coupée en deux périodes C1 et C2.

C1 : 15 - 21 mars

C2 : 22 mars - 23 avril

La période C1 est semblable à la période B2 à ceci près que la 0/00 coke corrigée est supérieure de 25 kg (933 contre 908) (voir tableau 8).

Il a donc fallu, pour obtenir un gain de production semblable (18 %), augmenter l'allure sans que nous ayons eu toutefois à constater une augmentation de la production de poussières.

On constate donc que le fait de passer de la marche A (injection par les tuyères normales, tuyères d'étagères fermées) à la marche C (injection par 4 tuyères d'étagères ouvertes au vent) entraîne une augmentation de la mise au mille de coke de 50 kg.

La période C2 correspond à une allure semblable à celle de la période de référence. On observe un gain de production de 11.60 % et une baisse de mise au mille de coke de 120 kg (mais avec un rendement net de 1.40 point supérieur, ceci étant dû en partie à la teneur en fer élevée du Droitaumont en avril : 36 %).

La production de poussières lourdes n'est pas revenue à 200 kg mais s'est stabilisée à 256 kg. La teneur en hydrogène des gaz est un peu plus élevée : 4.5 %.

Les résultats de la période C sont donc un peu moins bons que ceux de la période B.

Enfin, une des quatre tuyères d'étagères utilisées se trouvait juste dans

l'axe du trou de coulée; il nous a fallu une ou deux fois par semaine arrêter le haut-fourneau pour déboucher cette tuyère qui avait tendance à se fermer. Nous avons eu aussi un peu plus de difficultés pour maintenir un trou de coulée de longueur normale.

L'enregistrement de la température du gaz ayant fait défaut, celle-ci ne figure pas sur le tableau 8. Cette température s'est maintenue aux environs de 130 ° pendant la période C.

TABLEAU 8

Période	Unités	référence	B2	C1	C2	C
Date		6 - 25 décembre	1 - 11 mars	15 - 21 mars	22 mars 22 avril	15 mars 22 avril
Mise au mille de fuel	kg/tf	-	40	44.2	49.1	48.2
Production journalière	tf/j	258.2	304.2	304.9	288.24	291.29
" horaire	tf/h	10.76	12.674	12.704	12.010	12.137
Gain de production	%	-	17.79	18.07	11.62	12.80
Mise de mille de Saizerais	kg/tf	494	425	524	525	525
Mise au mille de coke criblé sec	kg/tf	1007.9	889.4	908.9	884.7	889.3
Si de la fonte	%	0.60	0.65	0.56	0.65	0.63
Température vent	°C	781	904	897	913	910
Rendement brut	%	29.53	29.44	29.47	29.91	29.83
Poussières lourdes	kg/tf	201.7	250.6	252.1	256.9	256.0
Rendement net	%	32.43	33.10	33.16	33.81	33.68
Mise au mille de coke corrigée	kg/tf	-	908	933	927	928
I laitier	-	1.44	1.52	1.45	1.47	1.46
P.C.I. gaz	kcal/Nm ³	916	949	946	939	940
H2 du gaz	%	3.74	4.11	4.13	4.54	4.46
Température du gaz	°C	111	131	-	-	-

QUALITE DE LA FONTE

L'injection de 45 kg de fuel à la tonne de fonte par les tuyères normales (périodes A et B) accompagnée d'une augmentation de la température du vent allant de 85 à 125° a eu une influence importante sur la qualité de la fonte.

1) Température de la fonte

Cette température prise par pyromètre à immersion dans le siphon, vers le milieu de la coulée, indique une augmentation de la température de la fonte de 20 à 30° pour un même silicium de la fonte et un même indice de basicité du laitier.

Température de la fonte en °C

I	sans fuel						avec fuel					
	1.30 1.39		1.40 1.49		1.50 1.59		1.30 1.39		1.40 1.49		1.50 1.59	
Si	n		n		n		n		n		n	
0.25 - 0.34	4	1 366	6	1 360	1	1 400	1	1 390	8	1 383	1	1 380
0.35 - 0.44	2	1 370	8	1 376	4	1 376	4	1 379	11	1 389	7	1 383
0.45 - 0.54	11	1 372	12	1 374	2	1 385	8	1 405	19	1 400	18	1 390
0.55 - 0.64	1	1 410	11	1 388	1	1 435	5	1 408	19	1 415	17	1 397
0.65 - 0.74	2	1 365	6	1 393	1	1 360	2	1 402	21	1 405	12	1 404
0.75 - 0.84	2	1 385	13	1 401	3	1 392	3	1 395	7	1 406	10	1 398
0.85 - 0.94			3	1 405					7	1 411	4	1 415

2) Soufre :

Corrélativement la teneur en soufre de la fonte est devenue relativement basse (il s'agit d'une marche en tout venant).

On constate ainsi que, pour un silicium donné de la fonte, le fuel permettrait d'abaisser l'indice de basicité du laitier de 1.50 à 1.30 sans augmenter la teneur en soufre de la fonte.

Teneur en [S] de la fonte

I	sans fuel						avec fuel					
	1.30 1.39		1.40 1.49		1.50 1.59		1.30 1.39		1.40 1.49		1.50 1.59	
Si	n		n		n		n		n		n	
0.25 - 0.34	5	.074	13	.087	3	.081	3	.043	10	.051	4	.061
0.35 - 0.44	3	.079	24	.065	8	.058	5	.047	15	.044	9	.037
0.45 - 0.54	13	.068	28	.056	5	.049	11	.037	27	.033	24	.037
0.55 - 0.64	1	.055	30	.053	3	.057	8	.032	34	.025	28	.028
0.65 - 0.74	2	.056	17	.057	9	.044	3	.034	30	.032	20	.029
0.75 - 0.84	3		17	.044	4	.034	5	.031	14	.031	16	.027
0.85 - 0.94			5	.050					6	.032	9	.020

Au cours de la période C, nous avons eu une fonte un peu moins bonne qu'au cours des périodes A et B, le haut-fourneau passant par des périodes alternées de garnissage et de dégarnissage.

L'augmentation de la température de la fonte par rapport à la période de référence a été de 15°C en moyenne.

La teneur en soufre [S] moyenne a été de 0,040 pour 0,63 % de silicium et un indice de basicité du laitier de 1,46.

La teneur en soufre des laitiers (S) a été respectivement de :

- 1,36 % en période de référence
- 1,35 % en période A₁
- 1,27 % en période B
- 1,18 % en période C

Cela conduit aux coefficients de partage suivants :

$$\frac{(S)}{[S]}$$

23.05 en période de référence
40.85 en période A
42.33 en période B
28.30 en période C

ou encore les $K_{Si,S}$: 18 en période de référence
31 en période A
35 en période B
22 en période C

INCIDENTS DE MARCHE

Nous avons eu quelques cannes bouchées quand nous marchions avec 8 cannes. Ceci ne perturbait pas la marche du haut-fourneau puisque les cannes étaient conçues pour pouvoir être changées en marche.

Ces ennuis étant dûs au fait que nous n'avions que quatre arrivées de fuel, deux cannes étant sur une même alimentation.

Si une des cannes prenait moins de fuel par suite, par exemple d'un bouchage de son filtre individuel, le fuel s'échauffait dans cette canne tandis que l'autre canne absorbait plus de fuel.

Le phénomène étant auto-accélérateur, très vite la canne était bouchée tandis que la voisine prenait deux fois plus de fuel.

Pour éviter cet incident, il faut avoir une régulation de débit de fuel sur chaque canne. Le système de régulation le plus économique semble être la pompe volumétrique.

A titre d'indication, l'installation sommaire du haut-fourneau 3 a coûté 78 500 NF. Une installation correcte demanderait pour 8 tuyères : 100 000 NF.

Quant à la marche du haut-fourneau lui-même, elle fut très agréable, avec descente régulière des charges, fonte et laitier toujours très fluides.

Il n'a plus été nécessaire de "balancer" le haut-fourneau, les accrochages ayant disparu.

Notons qu'on peut tolérer une panne de fuel de 10 ou 12 heures sans crainte, la fonte restant chaude et le haut-fourneau continuant d'accepter le vent à 900°C sans accrochage.

Débit minimum par canne

Dans le cas de nos cannes d'injection, qui ont deux mètres de longueur, nous avons remarqué que nous avions des ennuis si nous descendions en dessous de 60 kg/heure dans du vent à 870° (période A) et de 80 kg/heure dans du vent à 920° (périodes B et C).

Marche type

En mai 1960, nous avons adopté une marche qui nous a donné entière satisfaction.

Nous nous sommes contentés de 4 cannes d'injection dans 4 tuyères normales et nous avons ouvert 2 tuyères d'étalages. Ceci nous a permis une marche très souple sans aucun incident dû à la variation de la qualité de l'enfournement. Nous avons obtenu facilement les 10 % de gain de production et de mise au mille de coke avec du vent à 900° et 45 kg de fuel à la tonne de fonte.

CONCLUSION

Un haut-fourneau marchant avec une charge non préparée et ayant des cowpers lui permettant d'augmenter de 100° la température du vent chaud peut, en y injectant 45 à 50 kg de fuel à la tonne de fonte, voir sa production augmenter de 9 % avec une baisse de mise au mille de coke dépassant 100 kg.

En ouvrant deux tuyères de secours, si les soufflantes sont à la limite de leurs possibilités, il est possible d'augmenter la production de 18 % sans avoir d'augmentation excessive de la mise au mille de coke et de la production de poussières (255 kg au lieu de 200).

Du point de vue prix de revient, la marche à allure coke constante abaisse le prix de revient de la tonne de fonte de 1.70 NF. Une marche un peu plus poussée, permettant un gain de production de 13 %, laisse le prix de revient de base inchangé,

En ce qui concerne la qualité de la fonte, on observe une augmentation de sa température de 25° en moyenne, ce qui permet, en tout venant, d'obtenir une fonte correcte avec un laitier d'indice de basicité 1.30.

La figure n° 4 reproduit les courbes de Monsieur CORDIER extraites de son dernier rapport sur "les injections au haut-fourneau".

Le point R correspond à la marche normale du H.F. 3 de Pompey, sans injection du fuel.

Les points a_1 b_1 b_2 c_2 correspondent aux marches A_1 B_1 B_2 et C_2 .

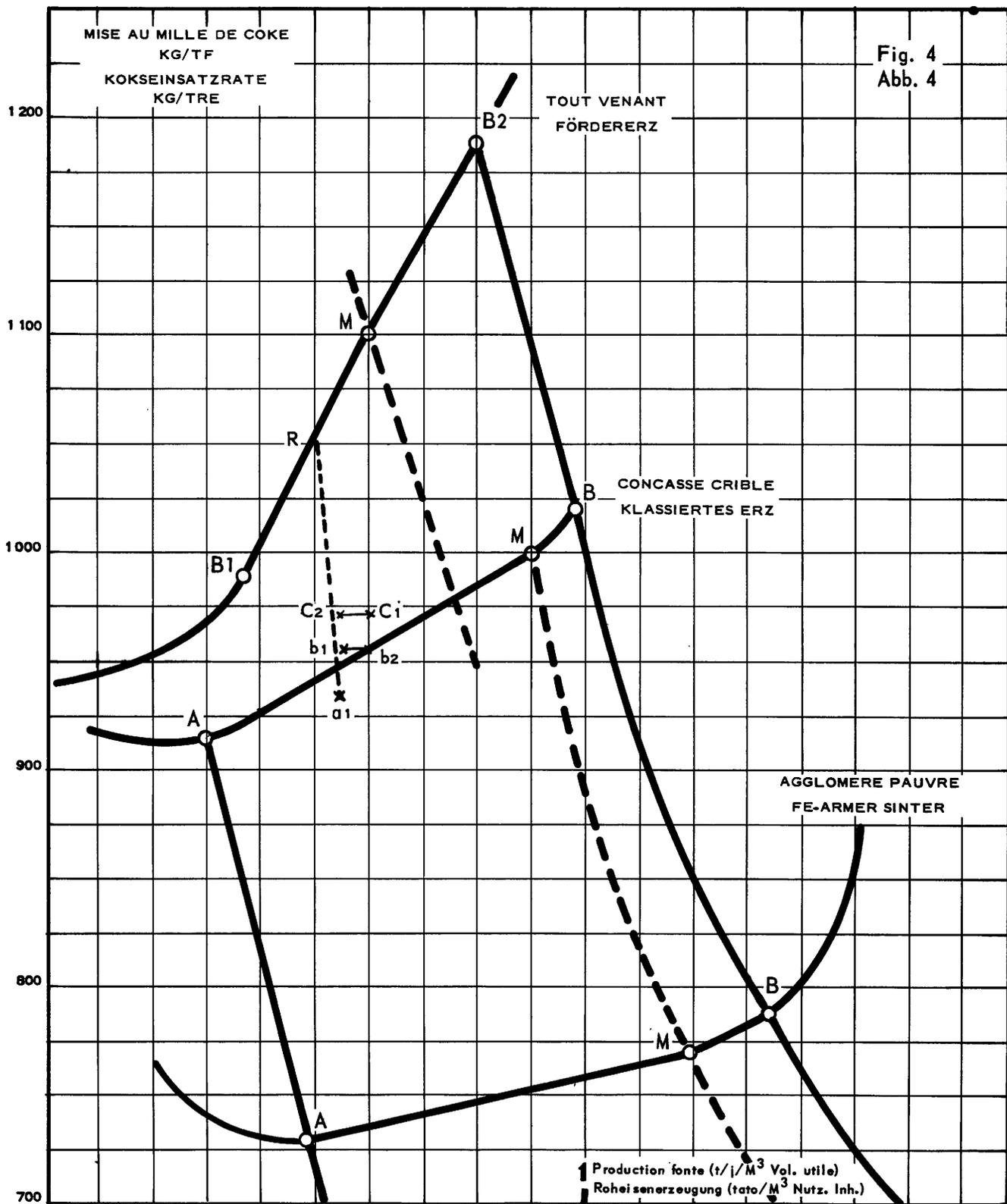


Fig. 4
Abb. 4

RELATION ENTRE LE TAUX DE PRODUCTION ET LA MISE AU MILLE DE COKE POUR
DIVERS ETATS DE PREPARATION DU LIT DE FUSION

VERHÄLTNIS ZWISCHEN PRODUKTIONS- UND KOKSEINSATZRATE FÜR
VERSCHIEDENE VORBEREITUNGSGRAD E DES MÖLLERS

A N N E X E S

	<u>n° des pages</u>
- Tableau général	: 26 et 27
- Période de référence	: 28 et 29
- Période A	: 30 et 31
- Période B	: 32 et 33
- Période C	: 34 et 35
- Détail journalier de la période de référence	: 36,37 et 38
- Détail journalier de la période A	: 39,40 et 41
- Détail journalier de la période B	: 42,43 et 44
- Détail journalier de la période C	: 45,46 et 47

+

+ +

Période	Unités	Référence	A	A1	A2
Date		5 au 25/12	12/1 - 12/2	12 au 31/1	1 au 12/2
O/OO Fuel	kg/tf	0	51	53	47
Production par jour normal	tf/j	258,20	271,30	281,50	256,90
" par heure de marche	tf/h	10,76	11,306	11,729	10,71
Gain de production	%	-	5,07	9,09	- 0,5
<u>Lit de fusion</u>					
O/OO Droitaumont	kg/tf	2.693	2.580	2.583	2.575
O/OO Saizerais	kg/tf	494	720	669	800
O/OO Kiruna	kg/tf	80	50	49	50
O/OO Additions métall.	kg/tf	119	122	119	128
O/OO Cailloux	kg/tf	-	-	-	-
O/OO Coke criblé	kg/tf	1.007,9	920,1	905,9	944,4
Rendement brut	%	29,53	28,80	29,35	28,09
Poussières lourdes	kg/tf	201,7	193,9	183,7	209,7
Rendement net	%	32,43	31,43	31,93	30,81
<u>Fonte</u>					
Si	%	0,60	0,59	0,60	0,58
S	%	0,059	0,035	0,031	0,040
C	%	3,53	3,49	3,52	3,44
<u>Laitier</u>					
Indice CaO/SiO ₂	-	1,44	1,47	1,44	1,50
S	%	1,36	1,43	1,35	1,53
(S)	-	23,05	40,85	43,55	38,25
[S]					
Température du vent	°C	781	869	868	870
" du gaz	°C	111	114	112	116
<u>Analyse du gaz</u>					
CO ₂	%	12,75	13,29	13,14	13,48
CO	%	26,73	26,99	27,16	26,75
H ₂	%	3,74	4,43	4,57	4,25
CH ₄	%	-	0,09	0,12	0,05
CO ₂ /CO	-	0,477	0,492	0,484	0,504
PCI	Kcal/Nm ³	916	949	961	934

B	B1	B2	C	C1	C2
16/2 - 11/3	16 au 29/2	1 au 11/3	15/3 - 22/4	15 au 21/3	22/3 - 22/4
43	46	40	48	44	49
292,00	282,10	304,20	291,29	304,90	288,24
12,166	11,753	12,674	12,137	12,704	12,01
13,07	9,23	17,79	12,80	18,07	11,62
2.699	2.725	2.669	2.609	2.620	2.606
501	566	425	525	524	525
85	298	94	93	95	93
128	287	191	121	135	117
17	56	19	6	19	2
907,2	922,6	889,4	889,3	908,9	884,7
29,16	28,92	29,44	29,83	29,47	29,91
234,5	220,6	250,6	256	252,1	256,90
32,49	31,98	33,10	33,68	33,16	33,81
0,67	0,68	0,65	0,63	0,56	0,65
0,030	0,031	0,028	0,041	0,043	0,040
3,46	3,47	3,46	3,44	3,52	3,43
1,52	1,52	1,50	1,46	1,45	1,47
1,27	1,35	1,22	1,16	1,18	1,16
42,33	43,55	43,57	28,30	27,44	29
903	902	904	910	897	913
136	139	131	-	-	-
13,13	13,08	13,21	13,85	13,40	13,95
27,25	27,04	27,56	26,89	27,38	26,77
4,33	4,52	4,05	4,46	4,13	4,54
0,01	0,02	0	0,01	0	0,01
0,482	0,484	0,479	0,515	0,489	0,521
948	947	949	940	946	939

HAUT-FOURNEAU N° 3 Essai d'injection de fuel-oil	Période R du 5/12/59 au 25/12/59	Mode d'injection : Points d'injection : Nombre d'injecteurs : Tuyères de secours : fermées
--------------------------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

Quantité de fuel-oil injectée par heure : -
 Quantité de fuel-oil injectée par tonne de fonte : -
 Production totale : 5 335,930 t
 Nombre d'heures de marche : 495 H 55 mn
 Nombre d'heures d'arrêt : 8 H 05 mn
 Production par heure de marche : 10,760 t

Lit de fusion et coke

Désignation	Tonnage	Kg par tonne de fonte			Fe	
		humide	eau %	sec	Teneur %	Kg/t fonte
Droitaumont	14 368,940	2 692,87	11,56	2 381,57	36,08	859,27
Saizerais	2 636,920	494,18	10,63	441,65	28,76	127,02
Rougé	-	-	-	-	-	-
Scraps	326,400	61,17	-	61,17	65	39,76
Bocages	10,800	2,02	-	2,02	90	1,82
Kiruna	426,890	80,00	1,18	79,06	62,22	49,19
Battitures	299,480	56,13	-	56,13	65	36,48
Total :	18 069,430	3 386,37		3 021,60		1 113,54
Poussières lourdes	1 076,710	201,78				
Total poussières légères (50 % des lourdes)	538,355	100,89				
Total poussières déduites	16 454,365	3 083,70				
Coke criblé	5 478,703	1 026,76	1,84	1 007,87		
Poussier récupéré	103	19,30		18,94		

Rendement brut : 29,53 %
 Rendement net : 32,43 %

COKE

Provenance

Drocourt : 89,3 %
 Courrières : 10,7 %

Analyses ORCIS - H₂O : 1 %
 (au départ) - cendres : %

Analyses POMPEY Réception Enfournement

- H₂O 1,84
 - Cendres 9,08
 - M.V. 0,46
 - S 0,88

MICUM > 40 : 85,03 %
 20 - 40 : 7,5 %
 10 - 20 : 1,2 %
 0 - 10 : 6,27 %

MINERAL

(Analyses POMPEY)

Analyses)- H₂O
)- Fe
 journa-)- CaO
 lières)- SiO₂

)- H₂O
)- Fe
)- CaO
)- SiO₂
 Analyses)- MgO
 complètes)- Mn
)- S
)- P
)- CO₂

Perte au feu

- Al₂O₃

i = $\frac{CaO}{SiO_2}$

	Kiruna	Droitau- mont	Saizerais
- H ₂ O	-	11,56	10,63
- Fe	-	36,08	28,76
- CaO	-	-	13,70
- SiO ₂	-	-	15,53
- H ₂ O	-	-	10,63
- Fe	62,22	36,17	28,76
- CaO	2,10	12,79	13,70
- SiO ₂	5,55	7,-	15,15
- MgO	0,10	1,62	2,03
- Mn	0,16	0,30	0,19
- S	0,030	0,124	0,221
- P	0,832	0,795	0,773
- CO ₂	0,55	13,87	12,92
Perte au feu	0,35	20,13	19,77
- Al ₂ O ₃	0,12	4,06	4,99
i = $\frac{CaO}{SiO_2}$	0,38	1,83	0,90

VENT

Pression moyenne : 32,57 cm Hg
 Température moyenne : 781 °C

FONTE

Si Mn S P C
 0,55 0,46 0,059 1,74 3,53

AIR

Température moyenne : 2,95 °C
 Hygrométrie : 88,1 %
 Teneur en eau : 5,35 g/m³

LAITIER

Analyses moyenne

CaO SiO₂ Al₂O₃ MgO
 42,59 29,58 17,72 7,12

GAZ

Pression moyenne : 209,3 mm eau
 Température moyenne : 110,55 °C

Mn S Fe i
 0,54 1,36 0,51 1,44

Analyse : CO₂ : 12,75 %
 CO : 26,73 %
 H₂ : 3,74 %
 N₂ : 56,79 %
 Pci : 916 cal.
 $\frac{CO_2}{CO}$: 0,477

POUSSIÈRES

Fe CaO SiO₂ Mn C
 40,45 10,61 9,60 0,34 5,10

HAUT-FOURNEAU N° 3 Essai d'injection de fuel-oil	Période A	Mode d'injection : Pulvérisation
	du 12/1 20/1 et du au 16/1 12/2	Points d'injection : tuyères normales Nombre d'injecteurs : 8 Tuyères de secours : fermées

Quantité de fuel-oil injectée par heure :	571,500	Kg
Quantité de fuel-oil injectée par tonne de fonte :	50,550	t
Production totale :	7 835,220	t
Nombre d'heures de marche :	693,00	H
Nombre d'heures d'arrêt :	3,00	H
Production par heure de marche :	11,306	t

Lit de fusion et coke

Désignation	Tonnage	Kg par tonne de fonte			Fe	
		humide	eau %	sec	Teneur %	Kg/t fonte
Droitaumont	20 215,155	2 580,04	11,44	2 284,88	35,82	818,44
Saizerais	5 643,305	720,25	11,03	640,81	30,72	196,86
Rougé	-	-	-	-	-	-
Scraps	484,565	61,84	-	-	65,00	40,20
Bocages	57,200	7,30	-	-	90,00	6,57
Kiruna	389,861	49,76	1,18	49,17	59,40	29,21
Battitures	417,171	53,24	-	-	65,00	34,61
Total	27 207,257	3 472,43				1 125,89
Poussières lourdes	1 519,030	193,87				
Total poussières légères (50% des lourdes)	759,515	96,94				
Total poussières déduites	24 928,712	3 181,62				
Coke criblé	7 368,072	940,38	2,16	920,07		
Poussier récupéré	232,536	29,68		29,03		
Fuel-oil	396,060	50,55				

Rendement brut : 28,8 %

Rendement net : 31,43 %

COKE

Provenance

Courrières : 15,84 %
Drocourt : 84,16 %

Analyses ORCIS - H₂O : 1,03 %
(au départ) - cendres :

Analyses POMPEY Réception Enfournement

	Réception	Enfournement
- H ₂ O	5,30	2,16
- Cendres	9,45	9,13
- M.V.	0,65	0,44
- S	0,93	0,90

MICUM	> 40	%	86,-
	20 - 40	7,6 %	6,40
	10 - 20	1,- %	1,20
	0 - 10	8,4 %	6,40

MINERAI

(Analyses POMPEY)

Analyses journalières)- H₂O
)- Fe
)- CaO
)- SiO₂

)- Fe
)- CaO
)- SiO₂
Analyses complètes)- MgO
)- Mn

)- S
)- P
)- CO₂

Perte au feu

- Al₂O₃

i = $\frac{CaO}{SiO_2}$

	Kiruna	Droitau- mont	Saizerais
- H ₂ O	-	11,44	11,03
- Fe	-	35,82	30,72
- CaO	-	-	12,86
- SiO ₂	-	-	13,81
- Fe	59,40	35,84	30,95
- CaO	5,0	13,00	12,69
- SiO ₂	6,27	7,25	13,74
- MgO	0,10	1,85	1,68
- Mn	0,13	0,30	0,19
- S	0,029	0,145	0,187
- P	1,20	0,801	0,773
- CO ₂	0,83	13,87	12,93
Perte au feu	-	20,-	20,87
- Al ₂ O ₃	0,13	4,11	4,48
i = $\frac{CaO}{SiO_2}$	0,80	1,79	0,92

VENT

Pression moyenne : 38,28 cmHg
Température moyenne : 868,6 °C

FONTE

Si	Mn	S	P	C
0,59	0,50	0,035	1,83	3,49

AIR

Température moyenne : 1,24 °C
Hygrométrie : 83,93 %
Teneur en eau : 4,46 g/m³

LAITIER

Analyse moyenne

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO
42,65	29,10	16,24	5,70

GAZ

Pression moyenne : 182,1 mm eau
Température moyenne : 113,6 °C

Mn	S	Fe	i
0,42	1,43	0,31	1,47

Analyse : CO₂ : 13,29 %
CO : 26,99 %
H₂ : 4,43 %
N₂ : 55,20 %
CH₄ : 0,09 %
Pci : 949 cal
 $\frac{CO_2}{CO}$: 0,492

POUSSIÈRES

Fe	CaO	SiO ₂	Mn	C
41,16	9,72	8,90	0,32	4,41

HAUT-FOURNEAU N° 3
Essai d'injection de fuel-oil

Période B
du 16 Février
au 11 Mars

Mode d'injection : Pulvérisation
Points d'injection : Tuyères normales
Nombre d'injecteurs : 8
Tuyères de secours : Ouvertes

Quantité de fuel-oil injectée par heure : 527,7 kg
Quantité de fuel-oil injectée par tonne de fonte : 43,400 t
Production totale : 7 171,210 t
Nombre d'heures de marche : 590 H 25 mn
Nombre d'heures d'arrêt : 9 H 35 mn
Production par heure de marche : 12,166 t

Lit de fusion et coke

Désignation	Tonnage	Kg par tonne de fonte			Fe	
		humide	eau %	sec	Teneur %	Kg/t fonte
Droitaumont	19 380,020	2 698,7	11,69	2 383,2	35,81	853,4
Saizerais	3 594,635	500,6	11,40	443,5	30,17	133,8
Cailloux	120,351	16,7				
Scraps	313,593	43,7			65	28,4
Bocages	94,600	13,2			90	11,9
Kiruna	612,291	85,3	1,18	84,3	60,48	51
Battitures	513,837	71,5			65	46,5
Total	24 629,327	3 429,7				1 125
Poussières lourdes	1 683,900	234,5				
Total poussières légères (50 % lourdes)	841,950	117,2				
Total poussières déduites	22 103,477	3 078				
Coke criblé	6 678,516	930	2,45	907,2		
Poussier récupéré	180,988	25,2		24,6		
Fuel-oil	311,480	43,4				

Rendement brut : 29,16 %

Rendement net : 32,49 %

COKE

Provenance

Drocourt : 99,3 %
 Courrières : 0,7 %

Analyses ORCIS - H₂O : 1,07 %
 (au départ)

Analyses POMPEY Réception Enfournement

- H ₂ O	5,30	2,45
- Cendres	9,45	9,17
M.V.	0,65	0,43
- S	0,93	0,95

MICUM \geq 40 : 83 %
 20 - 40 : 7,6 %
 10 - 20 : 1 %
 0 - 10 : 8,4 %

MINERAI

(Analyses POMPEY)

Analyses)- H₂O
 journa-)- FeO
 lières)- CaO
)- SiO₂

)- H₂O
)- Fe
)- CaO
)- SiO₂

Analyses)- MgO
 complètes)- Mn
)- S
)- P
)- CO₂

Perte au feu

- Al₂O₃

$$i = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$$

	Kiruna	Droitau- mont	Saizerais
		11,69	11,40
		35,81	30,17
			13,79
			12,96
		11,67	11,40
	60,48	35,70	30,54
	3,35	13,12	13,62
	5,50	7,20	12,95
		1,70	1,72
	0,13	0,30	0,19
	0,062	0,161	0,185
	0,97	0,805	0,761
	0,69	14,09	13,04
		19,87	20,57
		4,15	4,56
	0,61	1,82	1,05

VENT

Pression moyenne : 36,9 cmHg
 Température moyenne : 903 °C

FONTE

Si	Mn	S	P	C
0,67	0,52	0,030	1,80	3,46

AIR

Température moyenne : 5,98 °C
 Hygrométrie : 87,96 %
 Teneur en eau : 6,64 g/m³

LAITIER

Analyse moyenne

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO
43,50	28,70	16,80	5,52

GAZ

Pression moyenne : 191,2 mm eau
 Température moyenne : 135,6 °C

Mn	S	FeO	i
0,45	1,27	0,61	1,52

Analyse : CO₂ : 13,13 %
 CO : 27,25 %
 H₂ : 4,33 %
 N₂ : 55,28 %
 CH₄ : 0,01
 Pci : 948 cal
 $\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}}$: 0,482

POSSIÈRES

FeO	CaO	SiO ₂	Mn	C
41,92	10,32	9,39	0,35	4,34

HAUT-FOURNEAU N° 3	Période C du 15 Mars 1960 au 22 Avril 1960	Mode d'injection : Pulvérisation Points d'injection : Tuyères decours Nombre d'injecteurs : 4 Tuyères de secours : Ouvertes
--------------------	--------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Quantité de fuel-oil injectée par heure :	584,5	Kg
Quantité de fuel-oil injectée par tonne de fonte :	48 160	t
Production totale :	11 141,008	t
Nombre d'heures de marche :	917 H 58	mn
Nombre d'heures d'arrêt :	18 H 02	mn
Production par heure de marche :	12,137	t

Lit de fusion et coke

Désignation	Tonnage	Kg par tonne de fonte			Fe	
		humide	eau %	sec	Teneur %	Kg/t fonte
Droitaumont	29 061,570	2 608,5	11,67	2 304,1	35,79	824,64
Saizerais	5 850,010	525,1	10,66	469,1	31,27	146,69
Cailloux	62,820	5,6				
Scraps	592,171	53,2			65	34,58
Bocages	128,930	11,6			90	10,44
Kiruna	1 037,270	93,1	1,18	92	62,94	57,90
Battitures	620,757	55,7			65	36,21
Total	37 353,528	3 352,8				1 110,46
Poussières lourdes	2 852,090	256				
Total poussières légères (50 % des lourdes)	1 426,045	128				
Total poussières déduites	33 075,393	2 968,8				
Coke criblé	10 063,982	903,3	1,55	889,3		
Poussier récupéré	321,746	28,9				
Fuel-oil	536,570	48,16				

Rendement brut : 29,83 %

Rendement net : 33,68 %

COKE

Provenance

Courrières :	1,5 %	
Drocourt :	98,5 %	
Analyses ORCIS - H ₂ O :	1,07 %	
(au départ)		
Analyses POMPEY	Réception	Enfournement
- H ₂ O	2,02	1,55
- Cendres	9,65	9,39
- M.V.	0,50	0,53
- S	0,91	0,86
MICUM Δ 40 :	83,70 %	86,80 %
20 - 40 :	8,10	5,80
10 - 20 :	1,30	1,20
0 - 10 :	6,90	6,20

MINERAL

(Analyses POMPEY)

	Kiruna	Droitaumont	Saizerais
Analyses journalières)- H ₂ O		11,67	10,66
)- Fe		35,79	31,27
)- CaO			13,09
)- SiO ₂			13,19
Analyses complètes)- Fe	62,94	35,76	31,26
)- CaO	2,45	13,17	13,10
)- SiO ₂	4,67	7,15	13,20
)- MgO	0,10	1,66	1,82
)- Mn	0,15	0,30	0,20
)- S	0,036	0,150	0,172
)- P	0,892	0,802	0,760
)- CO ₂	0,85	13,77	13,05
Perte au feu		19,93	20,43
- Al ₂ O ₃	0,11	4,16	4,37
$i = \frac{CaO}{SiO_2}$	0,525	1,84	0,99

VENT

Pression moyenne :	33,4	cm Hg
Température moyenne :	910	°C

FONTE

<u>Si</u>	<u>Mn</u>	<u>S</u>	<u>P</u>	<u>C</u>
0,63	0,47	0,041	1,77	3,44

AIR

Température moyenne :	9,35	°C
Hygrométrie :	71,62	%
Teneur en eau :	6,78	g/m ³

LAITIER

Analyse moyenne

<u>CaO</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>MgO</u>
42,91	29,33	16,18	0,63

GAZ

Pression moyenne :	201,4	mm eau
Température moyenne :	-	

<u>Mn</u>	<u>S</u>	<u>Fe</u>	<u>i</u>
0,49	1,16	0,48	1,46

Analyse : CO ₂ :	13,85	%
CO :	26,89	%
H ₂ :	4,46	%
N ₂ :	54,79	%
CH ₄ :	0,01	%
P.c.i. :	940,1	cal
<u>CO₂</u>	0,515	
<u>CO</u>		

POUSSIERES

<u>Fe</u>	<u>CaO</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Mn</u>	<u>C</u>
40,64	10,70	8,92	0,61	4,32

PERIODE DE REFERENCE du 5 au 25 DECEMBRE 1959

Dates	Enfournement en T.							Production	o/oo coke brut	Pous-sières en T.	o/oo pous-sières	Rende-ment net	o/oo fuel
	Droitau-mont	Saize-rais	Kiruna	Addit. métall.	Caill-loux	Coke criblé brut	Fuel						
5	661,69	127,76	22,05	31,06		265,44		257,94	1029,1	57,6	223,3	34,11	
6	715,29	128,13	23,00	32,49		283,65		276,29	1026,6	61	220,8	34,22	
7	704,92	123,85	22,31	31,42		265,67		261,94	1014,2	61,18	233,6	33,13	
8	704,27	123,25	22,05	31,06		267,18		261,26	1022,7	53	202,9	32,61	
9	715,41	138	22,81	32,14		278,82		270,62	1030,3	65,6	242,4	33,41	
10	651,20	135,50	21,29	29,99		262,57		247,91	1059,1	40,5	163,4	31,90	
11	697,78	138,99	22,31	31,42		271,57		265,05	1024,6	61,5	232	33,20	
12	659,93	123,86	20,09	29,28		262,57		241,96	1085,2	49,6	205	31,89	
13	453,09	84,95	14,20	19,99		167,50		166,50	1006	42	252,3	32,70	
14	632,64	118,62	20,03	28,20		241,58		235,40	1026,3	45,97	195,3	32,22	
15	727,00	145,20	23,31	31,42		266,64		259,38	1028,	50,7	195,5	30,48	
16	673,15	137,98	21,80	30,74		262,04		255,94	1023,8	65,8	257,1	33,46	
17	677,10	139,77	22,05	31,06		268,40		253,36	1059,4	41,85	165,2	31,39	
18	658,66	135,69	21,09	29,99		256,70		249,34	1029,5	64,95	260,5	33,33	
19	723,94	135,92	22,81	32,14		271,08		262,36	1033,2	54,39	207,3	31,49	
20	708,96	121,04	21,80	30,71		258,52		270,42	956	42	155,3	33	
21	718,81	121,89	22,05	31,06		263,44		260,73	1010,4	40,44	155,1	31,29	
22	700,50	110,63	21,04	29,63		255,61		270,86	943,7	44,30	163,6	34,06	
23	727,20	113,19	22,05	31,06		263,26		275,51	955,5	44,07	160	33,30	
24	742,20	117	7,60	32,60		273,15		242,07	1128,4	32,64	134,8	28,46	
25	715,20	115,70	11,15	29,22		273,31		251,09	1088,5	57,62	229,5	31,99	

PERIODE DE REFERENCE du 5 au 25/12/1959

Dates	Fontes					Laitiers			
	Si	Mn	S	P	C	CaO	SiO ₂	S	I
5	0,57	0,49	0,058	1,73	3,66	42,60	29,00	-	1,47
6	0,77	0,52	0,048	1,77	3,58	43,20	29,88	-	1,44
7	0,76	0,50	0,043	1,74	3,49	42,84	28,52	1,74	1,50
8	0,55	0,47	0,047	1,80	3,59	42,96	29,00	1,16	1,48
9	0,61	0,47	0,052	1,77	3,69	41,88	29,48	1,28	1,42
10	0,62	0,45	0,065	1,71	3,38	41,28	29,88	1,14	1,38
11	0,60	0,50	0,062	1,73	3,40	41,88	29,52	-	1,42
12	0,66	0,47	0,062	1,78	3,60	41,82	29,72	-	1,41
13	0,71	0,50	0,035	1,83	3,64	43,86	28,88	-	1,52
14	0,41	0,46	0,048	1,76	3,28	42,90	28,84	1,53	1,49
15	0,39	0,47	0,070	1,75	3,48	42,90	29,24	-	1,47
16	0,36	0,40	0,084	1,68	3,61	41,82	35,72	1,84	1,17
17	0,51	0,43	0,080	1,72	3,65	41,70	29,20	1,42	1,43
18	0,73	0,45	0,068	1,70	3,35	43,32	28,64	-	1,51
19	0,63	0,50	0,052	1,72	3,60	41,40	30,00	-	1,38
20	0,57	0,47	0,038	1,76	3,67	42,96	28,84	-	1,49
21	0,52	0,46	0,051	1,76	3,35	42,96	28,60	1,26	1,50
22	0,48	0,45	0,050	1,76	3,50	43,50	29,52	1,44	1,47
23	0,41	0,44	0,069	1,73	3,54	43,56	29,12	0,82	1,50
24	0,41	0,42	0,075	1,69	3,57	42,48	29,92	-	1,42
25	0,37	0,39	0,089	1,71	3,57	42,54	29,72	-	1,43

PERIODE DE REFERENCE du 5 au 25/12/1959

Dates	Air ambiant		V e n t		G a z						
	Temp. moyen.	Hygr. moyen.	Press. moyen.	Temp. moyen.	Press. moyen.	Temp. moyen.	CO ₂	CO	H ₂	CO ₂ /CO	PCI
5	3,0	80	33,5	820	230	-	13,13	26,53	4,20	0,495	921
6	1,0	90	32,5	800	210	-	-	-	-	-	-
7	0,5	100	31,5	775	200	-	12,30	27,15	3,45	0,453	921
8	3,5	95	31,5	755	225	-	12,30	27,10	3,50	0,454	921
9	3	80	31,5	780	230	-	11,15	27,30	4,00	0,408	940
10	1,5	90	31,5	755	230	-	11,35	26,85	3,85	0,423	922
11	1	90	32	745	210	-	9,47	27,20	3,53	0,348	924
12	0	95	32	775	220	-	14,00	27,00	4,00	0,519	931
13	0	80	36	740	220	-	-	-	-	-	-
14	0	90	36,5	745	180	-	12,85	26,60	2,50	0,483	879
15	2,5	85	34,5	745	145	-	13,65	25,85	3,50	0,528	882
16	1	90	30	820	180	-	13,20	25,47	4	0,518	884
17	5,5	85	32,5	-	240	120	13,70	27,00	3,60	0,507	920
18	6,5	90	32	815	210	110	13,53	25,80	3,60	0,524	883
19	4,5	90	33	760	165	120	13,35	26,75	4,40	0,499	933
20	8	90	33,5	765	230	110	-	-	-	-	-
21	4	90	32,5	795	245	105	13,40	26,05	4	0,514	902
22	3	80	33	785	200	105	13,20	26,90	3,80	0,491	922
23	6	90	31,5	825	235	110	13,30	27,30	3,95	0,487	938
24	5,5	85	33	810	245	105	12,80	27,53	3,67	0,465	938
25	7	85	30	805	145	110	-	-	-	-	-

PERIODE A
du 12 au 16 JANVIER et du 20 JANVIER au 12 FEVRIER

Dates	Enfournement en T.							Production	o/oo coke brut	Pous-sières en T.	o/oo pous-sières	Rende-ment net	o/oo fuel
	Droitau- mont	Saize- rais	Kiruna	Addit. métall.	Cail- loux	Coke criblé brut	Fuel						
12	712,79	154,14	2,59	33,27		255,35	12,88	274,90	928,9	30,50	110,9	32,08	46,9
13	660	150	-	30,03		229,55	6,34	250,64	915,9	51,77	206,5	32,88	25,3
14	819,90	193,14	-	36,53		273,06	12,63	342,14	798,1	41,05	120	34,63	36,9
15	829,16	191,49	-	26,75		271,44	14,88	284,74	953,3	52,96	186	29,42	52,3
16	795,58	189,51	-	36,12		277,23	18,69	267,65	1035,8	42,50	158,8	27,95	69,8
20	674,80	249,40	-	34,91		263,25	13,91	289,87	908,2	71,80	247,7	34,05	48
21	679,91	233,44	12,30	34,91		263,16	16,57	271,69	968,6	66,90	246,2	31,58	61
22	700,56	183,28	18,13	32,19		254,60	14,58	275,45	924,3	37,85	137,4	31,39	52,9
23	733,32	185,09	15,97	32,09		266,77	12	278,90	956,5	50,20	180	31,30	43
24	727,33	179,69	18,34	31,71		261,12	16,20	279,54	934,1	40,20	143,8	31,17	58
25	738,40	168,20	23,02	33,04		261,87	18,95	277,79	942,7	38,00	136,8	30,67	68,2
26	740,88	170,70	24,74	34,91		261,27	16,43	269,95	967,8	67,40	249,7	31,02	60,9
27	651,86	167,68	22,15	31,25		234,85	21,26	273,60	858,4	69,40	253,7	35,59	77,7
28	719,29	192,82	24,46	34,49		256,11	15,16	268,39	954,2	42,00	156,5	29,56	56,5
29	679,93	184,41	23,02	32,47		240,96	13,50	310,40	776,3	50,60	163	36,78	43,5
30	748,42	203,90	26,18	36,93		273,36	13,84	269	1016,2	69,87	259,7	29,54	51,4
31	698,20	189,47	24,74	34,90		263,59	13,85	280,88	938,4	52,37	186,4	32,33	49,3
1	691,59	189,80	24,74	34,90		262,64	15,84	264,64	912,4	65,35	246,9	31,39	59,9
2	642,35	182,79	23,88	33,69		250,99	11,94	244,21	1027,8	68,66	281,2	31,32	48,9
3	658,15	178,84	20,57	33,27		246,82	13,86	253,75	972,7	51,46	202,8	30,44	54,6
4	699,27	192,07	18,13	34,09		254,02	13,56	225,99	1124	48,84	216,1	25,97	60
5	677,17	182,50	17,05	32,06		242,45	11,20	253,69	955,7	65,31	257,4	31,29	44,1
6	618,33	164,57	15,32	28,81		215,27	9,81	232,46	926,1	37,24	160,2	30,14	42,2
7	611,31	168,64	15,11	28,41		214,55	10,16	276,06	777,2	50,10	181,5	36,89	36,8
8	656,71	223,06	6,04	32,47		246,96	9,53	246,60	1001,5	52,40	212,5	29,37	38,6
9	682,99	266,26	-	35,71		276,84	9,34	273,14	1013,5	43,00	157,4	29,67	34,2
10	639,25	243,83	-	32,47		246,56	11,88	271,56	907,9	48,80	179,7	32,24	43,7
11	676,98	253,87	-	34,09		258,47	13,47	261,09	990	62,00	237,5	29,94	51,6
12	650,72	210,72	13,38	32,47		244,96	13,80	266,50	919,2	50,50	189,5	32,05	51,8

PERIODE A
 du 12 au 16 JANVIER et du 20 JANVIER au 12 FEVRIER

Dates	Fontes					Laitiers			
	Si	Mn	S	P	C	CaO	SiO ₂	S	I
12	0,55	0,54	0,026	1,78	3,40	43,26	29,48	1,23	1,47
13	0,54	0,52	0,028	1,83	3,40	41,88	29,40	1,32	1,42
14	0,46	0,50	0,024	1,79	3,68	41,52	30,60	1,30	1,36
15	0,59	0,49	0,025	1,87	3,70	42,90	28,84		1,49
16	0,54	0,48	0,026	1,79	3,50	43,56	27,72		1,57
20	0,62	0,45	0,038	1,91	3,34	42,44	28,88	1,50	1,46
21	0,48	0,48	0,038	1,90	3,60	41,40	30,20	1,42	1,37
22	0,54	0,45	0,051	1,89	3,48	40,86	29,40		1,39
23	0,82	0,60	0,038	1,84	3,46	42,66	29,08		1,47
24	0,64	0,52	0,028	1,87	3,51	42,36	30,44		1,39
25	0,69	0,56	0,025	1,77	3,53	43,38	29,32	1,31	1,48
26	0,74	0,56	0,022	1,88	3,53	44,04	28,76	1,38	1,53
27	0,66	0,49	0,025	1,81	3,51	42,42	29,52	1,16	1,44
28	0,69	0,52	0,022	1,81	3,64	43,32	30,24	1,52	1,43
29	0,71	0,50	0,029	1,77	3,51	38,76	28,20		1,37
30	0,43	0,49	0,044	1,86	3,46	43,26	29,56		1,46
31	0,52	0,51	0,046	1,79	3,56	42,66	29,44		1,45
1	0,29	0,43	0,060	1,84	3,54	41,40	29,64	1,19	1,40
2	0,49	0,46	0,052	1,88	3,52	42,84	28,80	1,20	1,49
3	0,53	0,48	0,054	1,84	3,44	43,02	28,60	1,20	1,50
4	0,90	0,52	0,027	1,93	3,55	43,44	28,72	1,15	1,51
5	0,96	0,54	0,023	1,83	3,41	43,50	28,08		1,55
6	0,76	0,55	0,020	1,81	3,45	43,20	29,20		1,48
7	0,45	0,57	0,025	1,80	3,72	42,48	28,64		1,48
8	0,34	0,50	0,049	1,78	2,81	43,32	28	1,95	1,55
9	0,48	0,44	0,066	1,85	3,30	43,08	28,64	1,78	1,50
10	0,62	0,48	0,043	1,81	3,47	42,90	29,20	1,83	1,47
11	0,62	0,50	0,034	1,73	3,54	43,20	28,52	1,91	1,51
12	0,57	0,50	0,031	1,84	3,51	43,80	28,72		1,52

PERIODE A
du 12 au 16 JANVIER et du 20 JANVIER au 12 FEVRIER

Dates	Air ambiant		V e n t		G a z							
	Temp. moyen.	Hygr. moyen.	Press. moyen.	Temp. moyen.	Press. moyen.	Temp. moyen.	CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	CO ₂ /CO	PCI
12	- 8	92	36,5	785	220	110	13,60	26,10	5,10	0	0,521	932
13	- 9	98	37	845	140	100	13,40	26,20	4,20	0	0,511	911
14	-11	94	37,5	-	135	100	12,90	28,10	3,70	0	0,459	956
15	-10	82	40	915	-	170	11,80	28,80	4,20	0	0,410	991
16	- 6,5	86	34	910	-	145	12,60	28,40	5,40	0	0,444	1010
20	1,5	75	37	870	160	90	13,95	26,40	6	0,25	0,528	964
21	2	100	36,5	830	135	95	13	27,20	4,73	0,33	0,478	985
22	5	95	36,5	905	180	105	13,15	25,40	6,30	0,50	0,518	985
23	9	84	41	880	220	100	12,87	27,33	3,53	0	0,471	928
24	10	86	42	870	175	105	13,60	26,80	5,40	0,13	0,507	972
25	8,5	92	38	865	180	110	-	-	-	-	-	-
26	8	96	36	870	170	115	12,87	27,60	4,73	0,20	0,466	985
27	7	96	38	890	170	115	13,40	27,20	4	0,20	0,493	954
28	9	86	38	880	170	115	13,20	26,80	3,35	0,05	0,493	912
29	4	80	40	830	180	110	13,60	27	3,05	-	0,504	906
30	4	76	36	870	230	115	13,20	28	4,80	0,20	0,471	1000
31	4,5	80	39	870	200	105	-	-	-	-	-	-
1	2	97	38	840	200	110	13	27,80	4,40	0,20	0,468	983
2	4	96	33	840	200	115	13	27,40	3,40	-	0,474	927
3	6	78	35,5	865	220	120	13	27,20	3,90	-	0,478	934
4	5	93	37,5	865	220	120	13	27,46	3,40	-	0,473	929
5	4	95	43	875	170	115	13,45	26,55	3,95	-	0,507	915
6	2	92	41,5	860	140	95	14	26	4,80	-	0,538	921
7	-4	50	42	865	170	95	13,87	27	4,13	-	0,514	934
8	-5	35	41	865	180	85	-	-	-	-	-	-
9	-5	54	37,5	890	160	95	14,40	25,80	4,90	-	0,558	917
10	-5	66	39	885	-	140	13,40	26,68	3,92	-	0,502	919
11	1	88	40	885	200	155	13,40	26,40	5	0,13	0,508	950
12	3	92	39	900	210	145	13,75	26	4,90	0,25	0,529	944

PERIODE B - du 16 FEVRIER au 11 MARS

Dates	Enfournement en T.							Production	o/oo coke brut	Pous-sières en T.	o/oo pous-sières	Rende-ment net	o/oo fuel
	Droitau-mont	Saize-raïis	Kiruna	Addit. métall.	Cail-loux	Coke criblé brut	Fuel						
16	650,05	233,66	21,65	30,56	-	264,45	12,91	280,58	942,5	53,40	190,3	32,78	46,-
17	652,97	231,92	20,89	29,49	-	252,32	12,51	262,60	960,9	57,30	218,2	30,92	47,6
18	557,69	154,66	16,87	37,53	1,91	199,06	12,61	205,26	969,8	54,60	266,-	29,89	61,4
19	685,82	161,37	20,14	52,03	3,39	258,38	11,38	246,64	1047,5	54,08	219,3	29,30	46,1
20	704,61	163,70	20,14	36,71	4,30	247,20	12,32	276,74	893,3	58,20	210,3	32,86	44,5
21	791,80	185,79	22,15	8,49	5,23	268,54	12,21	315,98	849,9	50,70	160,5	33,71	38,6
22	792,36	186,75	22,15	8,49	4,56	270,42	11,92	284,97	948,9	58,01	203,6	30,73	41,8
23	730,34	180,06	21,40	8,20	4,06	262,90	12,92	270,48	972,-	59,78	221,-	31,66	47,8
24	871,01	109,71	22,91	12,40	5,77	275,46	13,58	276,43	996,5	71,01	256,9	30,20	49,1
25	873,72	89,15	22,40	12,89	6,04	270,96	13,20	309,07	876,7	59,79	193,5	33,80	42,7
26	903,72	92,22	23,16	13,32	6,24	280,97	12,60	308,76	910,-	78,36	253,8	33,52	40,8
27	711,86	103,28	19,10	11,15	5,16	237,55	11,82	278,24	853,8	73,27	263,3	37,57	42,5
28	777,33	132,64	22,15	12,74	4,92	272,27	12,73	271,21	1003,9	60,49	223	31,57	46,9
29	791,96	156,03	23,16	13,32	4,89	282,72	13,62	264,99	1066,9	60,65	228,9	29,50	51,4
1	803,-	180,-	22,66	13,03	4,58	277,47	13,67	287,93	963,7	58,91	204,6	30,80	47,5
2	782,98	225,07	22,66	17,13	0,81	269,82	14,04	304,93	884,9	93,20	305,6	33,55	46,-
3	784,53	230,28	29,37	46,89	-	296,45	12,70	319,72	927,2	88,00	275,2	33,34	39,7
4	789,21	121,89	29,87	63,86	5,52	272,61	12,92	308,90	882,5	86,20	279,3	35,06	41,8
5	834,53	93,09	30,21	59,50	7,64	273,08	11,46	299,40	912,1	87,30	291,6	33,49	38,3
6	787,-	88,09	29,54	67,51	7,47	272,36	10,91	287,57	947,1	72,10	250,7	33,00	37,9
7	812,53	89,98	30,21	78,23	7,64	277,83	10,54	291,60	952,8	59,90	205,4	31,40	36,1
8	828,57	91,56	30,21	72,95	7,64	277,11	12,24	296,87	933,4	74,00	249,3	32,27	41,2
9	835,45	99,52	30,21	72,95	7,64	277,83	11,60	316,68	877,3	67,40	212,8	33,52	36,6
10	790,95	94,82	28,87	69,71	7,30	264,19	13,04	316,91	833,6	70,85	223,6	35,79	41,1
11	836,03	99,40	30,21	72,95	7,64	276,57	12,03	298,75	925,8	76,40	255,7	32,07	40,3

PERIODE B - du 16 FEVRIER au 11 MARS

Dates	Fontes					Laitiers			
	Si	Mn	S	P	C	CaO	SiO ₂	S	I
16	0,83	0,49	0,035	1,79	3,49	44,22	27,04	1,54	1,63
17	0,81	0,50	0,021	1,84	3,35	43,26	28,04	1,50	1,54
18	0,88	0,49	0,023	1,86	3,43	44,28	28,36	-	1,56
19	0,80	0,51	0,025	1,85	3,57	44,22	28,80	-	1,54
20	0,90	0,68	0,029	1,76	3,44	43,26	28,96	-	1,49
21	0,64	0,76	0,033	1,77	3,40	43,86	28,84	-	1,52
22	0,55	0,61	0,029	1,80	3,62	43,08	29,40	1,28	1,46
23	0,37	0,43	0,038	1,87	3,54	42,84	28,92	1,16	1,48
24	0,84	0,47	0,026	1,91	3,46	44,28	28,00	-	1,58
25	0,60	0,63	0,027	1,89	3,48	43,98	28,40	-	1,30
26	0,60	0,48	0,026	1,84	3,48	44,40	28,04	-	1,58
27	0,42	0,46	0,045	1,80	3,55	44,10	28,04	-	1,57
28	0,57	0,40	0,049	1,86	3,36	41,70	30,40	-	1,37
29	0,68	0,44	0,031	1,90	3,42	43,08	29,20	1,30	1,47
1	0,72	0,48	0,029	1,88	3,37	42,84	29,20	1,23	1,47
2	0,61	0,47	0,033	1,79	3,47	43,26	28,68	1,30	1,51
3	0,52	0,52	0,028	1,84	3,54	42,48	28,48	1,02	1,49
4	0,72	0,59	0,024	1,88	3,40	42,90	29,08	-	1,48
5	0,62	0,50	0,024	1,73	3,48	43,80	28,64	-	1,53
6	0,60	0,51	0,027	1,75	3,40	43,14	29,12	-	1,48
7	0,67	0,49	0,032	1,68	3,46	42,48	29,08	1,23	1,46
8	0,75	0,57	0,029	1,72	3,57	44,04	28,78	1,26	1,43
9	0,67	0,52	0,026	1,74	3,49	43,86	28,76	1,23	1,52
10	0,50	0,54	0,028	1,64	3,47	43,86	28,84	1,26	1,52
11	0,74	0,55	0,030	1,68	3,44	44,22	28,36	-	1,56

PERIODE B

Dates	Air ambiant		Vent		G a z							
	Témp. Moyen.	Hygr. moyen.	Press. moyen.	Temp. moy.	Press. moyen.	Temp. moy.	CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	CO ₂ /CO	PCI
16	1	94	37,5	905	190	155	13,50	26,50	5,30	0	0,509	949
17	-1	88	38,5	900	205	135	12,53	27,40	4,67	0	0,457	960
18	-1	98	37,5	885	220	145	13,16	27,36	3,78	0	0,481	936
19	3	78	36,-	905	210	145	12,70	28,10	4,60	0	0,452	980
20	6	80	36,5	905	185	135	13,50	26,90	3,80	0	0,502	922
21	5	84	37,5	905	160	120	-	-	-	-	-	-
22	6	92	36,5	900	130	130	13,10	27,-	4,10	0	0,485	933
23	5	92	34,5	905	135	135	13,13	26,20	5,54	0,13	0,501	958
24	6	90	38,5	905	160	135	13,40	26,40	5,20	0,10	0,508	952
25	8	99	37,5	900	205	135	13,-	27,30	4,70	0	0,476	958
26	9	92	39,-	900	225	135	12,90	26,90	3,90	0	0,480	925
27	11	92	37,-	905	170	140	13,10	26,80	4,40	0	0,489	935
28	12	82	33,-	905	185	150	-	-	-	-	-	-
29	13	72	37,5	905	185	155	12,90	27,60	4,20	0	0,467	954
1	9,5	84	37,-	905	170	140	12,90	27,60	4,-	0	0,467	949
2	8	82	37,5	905	225	135	13,13	28,13	3,60	0	0,467	955
3	9	86	39,-	905	165	135	13,25	27,-	3,75	0	0,491	924
4	6	86	36,5	900	230	140	-	-	-	-	-	-
5	5	84	37,-	905	230	135	13,60	27,80	5,20	0	0,489	986
6	6	82	35,-	910	220	135	-	-	-	-	-	-
7	3	92	36,5	910	170	125	13,-	27,50	3,90	0	0,473	943
8	0	96	35,5	905	210	120	13,20	27,50	4,30	0	0,480	954
9	5	98	36,-	885	220	125	13,20	27,67	3,47	0	0,477	937
10	9	92	38,5	905	185	125	13,40	27,30	4,20	0	0,491	945
11	6	84	37,5	910	190	125	-	-	-	-	-	-

PERIODE C - du 15 MARS au 22 AVRIL 1960

Dates	Enfournement en T.							Production	o/oo coke brut	Pous-sières en T.	o/oo pous-sières	Rende-ment net	o/oo fuel
	Droitau-mont	Saize-raï	Kiruna	Addit. métall.	Cail-loux	Coke criblé brut	Fuel						
15	777,37	155,38	28,21	40,26	8,19	275,90	13,80	284,76	968,9	83,49	293,2	32,21	48,5
16	772	155,48	28,21	43,96	7,56	273,14	13,65	306,39	891,5	89,78	293	35,11	44,6
17	816,64	162,45	29,47	45,93	6,73	285,32	13,95	329,98	864,7	75,03	227,4	34,78	42,3
18	814,38	160,67	29,16	39,34	5,02	282,53	13,81	323,64	873	65,65	202,8	34,06	42,7
19	856,06	168,32	30,42	37,82	4,82	296,64	12,94	297,70	996,4	102,08	342,9	31,53	43,5
20	754,93	153,70	27,89	43,46	4,42	270,78	13,02	307,57	880,4	50,47	164,1	33,85	42,3
21	763,16	155,70	28,21	35,06	3,94	272,87	12,50	270,03	1010,5	68	251,8	30,54	46,3
22	754,70	148,75	26,94	33,48	3,56	253,22	13,46	301,19	840,7	100,70	334,3	36,89	44,7
23	769,59	147,50	26,62	33,08	2,91	254,18	13,70	306,53	829,2	82,83	270,2	35,83	44,7
24	783,39	148,52	26,94	33,48	2,13	260,44	12,15	274,13	950,1	72,92	266	30,97	44,3
25	751,77	146,95	26,62	33,08	0,45	262,99	13,00	293,81	895,1	67,19	228,7	34,24	44,2
26	760,47	156,44	27,57	34,27	-	268,83	13,65	282,24	952,5	70,90	251,2	32,35	48,4
27	741,33	158,60	26,30	32,69	-	257,38	13,85	252,89	1017,8	77	304,5	29,98	54,8
28	696,40	149,85	25,67	31,93	-	251,59	11,10	299,15	841	70,50	235,7	37,48	37,1
29	677,68	144,40	24,72	30,72	-	241,96	14,84	239,24	1011,4	51,90	216,9	29,92	62
30	772,28	160,65	27,57	34,27	-	266,74	14,92	289,43	921,6	70,37	243,1	32,55	51,5
31	764,79	154,98	26,62	33,71	-	258,30	13,70	315,38	819	89,20	282,8	37,27	43,4
1	760,27	145,37	27,57	35,06	-	272,72	14,59	284,94	957,1	65,09	228,4	32,73	51,2
2	748,25	143,89	27,57	35,06	-	267,87	14,47	282,27	949	82,67	282,9	33,98	51,3
3	697,44	138,53	26,62	33,85	-	262,23	14,87	247,33	1060,2	62	250,7	30,78	60,1
4	532,56	101,99	19,65	24,99	-	187,30	9,36	201,80	928,1	70,84	351	35,22	46,4
5	737,82	133,80	25,67	32,64	-	248,99	13,87	286,64	868,7	64,18	223,9	34,38	48,4
6	791,38	141,11	26,94	34,26	-	267,07	13,20	298,24	895,5	71,53	239,8	33,65	44,3
7	778,65	146,52	26,62	33,85	-	258,38	13,82	301,22	857,8	75,40	250,3	34,52	45,9
8	797,15	148,29	26,94	34,26	-	261,46	14,75	306,78	852,3	61,80	201,4	33,57	48,1
9	735,92	149,73	25,99	33,05	-	252,64	15,10	278,09	908,5	95,70	344,1	34,71	54,3
10	587,76	136,72	22,18	28,22	-	224,91	14,55	247,50	908,7	50,70	204,8	35,42	58,8
11	722,20	159,90	25,99	33,05	-	252,48	14,95	254,91	990,5	52	204	29,52	58,6
12	743,33	160,01	25,99	33,05	-	248,46	13,80	297,12	836,2	67,04	225,6	34,47	46,4
13	761,83	163,85	26,62	34,15	-	258,05	13,90	288,54	894,3	67,98	235,6	32,62	46,6
14	756,69	169,42	26,62	33,85	-	256,79	14,11	298,06	861,5	78	261,7	34,28	47,3
15	728,90	170,59	26,62	33,85	-	253,68	14,40	286,29	886,1	72,70	253,9	33,64	48,6
16	685,85	171,81	26,62	33,85	-	256,36	14,20	276,81	926,1	90,04	325,3	35,35	51,3
17	710,98	172,94	26,30	33,45	-	252,74	13,90	291,59	866,8	70,70	251,1	34,81	47,7
18	675,30	156,01	24,09	30,63	-	232,41	13,98	264,97	877,1	70	264,2	33,93	52,8
19	743,43	131,43	25,35	32,24	2,51	244,16	13,48	283,96	859,8	83,90	295,5	35,10	47,5
20	770,54	126,52	26,62	33,85	3,51	257,37	14,36	312,66	823,2	61,96	198,2	36,02	45,9
21	773,70	126,00	26,62	33,85	3,51	256,70	14,29	280,75	914,3	72,88	259,6	32,86	50,9
22	794,68	127,24	26,94	34,26	3,56	258,40	14,58	296,48	871,6	76,97	259,6	34,03	49,2

PERIODE C du 15 MARS au 22 AVRIL 1960

Dates	Fontes					Laitiers			
	Si	Mn	S	P	C	CaO	SiO ₂	S	I
15	0,64	0,57	0,047	1,73	3,52	42,90	29,28	1,28	1,46
16	0,62	0,53	0,043	1,74	3,52	42,66	30,20	1,08	1,41
17	0,59	0,50	0,037	1,78	3,50	42,90	29,68	1,26	1,45
18	0,62	0,46	0,037	1,69	3,47	42,72	29,88	-	1,43
19	0,51	0,43	0,039	1,77	3,61	42,92	29,40	-	1,46
20	0,42	0,44	0,050	1,80	3,50	43,38	29,56	-	1,47
21	0,52	0,47	0,046	1,88	3,51	43,20	30,00	1,10	1,44
22	0,67	0,47	0,033	1,77	3,57	42,84	29,24	1,06	1,46
23	0,71	0,46	0,030	1,76	3,44	42,96	29,72	-	1,45
24	0,56	0,42	0,039	1,80	3,51	43,50	30,24	1,10	1,44
25	0,35	0,40	0,055	1,78	3,41	43,38	29,32	-	1,48
26	0,48	0,48	0,049	1,76	3,52	42,48	30,00	-	1,42
27	0,58	0,50	0,034	1,80	3,42	42,24	29,88	-	1,41
28	0,65	0,47	0,044	1,68	3,35	42,18	28,84	1,06	1,46
29	0,87	0,51	0,029	1,80	3,32	42,96	29,08	1,10	1,48
30	0,78	0,51	0,029	1,72	3,51	44,10	28,84	1,04	1,53
31	0,61	0,49	0,056	1,66	3,42	42,84	29,28	1,37	1,46
1	0,34	0,45	0,085	1,69	3,24	42,30	29,48	-	1,43
2	0,35	0,44	0,082	1,72	3,32	42,84	29,72	-	1,44
3	0,57	0,49	0,051	1,80	3,42	43,20	29,28	-	1,48
4	0,89	0,53	0,039	1,80	3,38	42,12	28,32	1,23	1,49
5	1,01	0,54	0,023	1,82	3,47	43,86	28,80	1,37	1,52
6	0,69	0,48	0,034	1,74	3,50	44,34	29,08	1,08	1,52
7	0,61	0,47	0,030	1,81	3,47	44,40	28,88	1,37	1,54
8	0,80	0,49	0,027	1,78	3,45	43,98	29,12	-	1,51
9	0,50	0,40	0,047	1,71	3,36	42,08	29,32	-	1,43
10	0,55	0,42	0,041	1,69	3,46	42,66	29,36	-	1,45
11	0,71	0,44	0,032	1,70	3,35	43,20	29,44	1,16	1,47
12	0,81	0,46	0,026	1,69	3,51	43,92	28,80	1,12	1,52
13	0,57	0,45	0,030	1,76	3,40	43,50	29,24	1,17	1,49
14	0,60	0,46	0,034	1,88	3,45	42,48	28,68	1,24	1,48
15	0,52	0,43	0,044	1,90	3,40	42,72	29,12	-	1,47
16	0,59	0,46	0,041	1,87	3,25	-	-	-	-
17	0,77	0,45	0,043	1,76	3,30	41,64	28,04	-	1,48
18	0,96	0,48	0,027	1,80	3,44	41,70	29,64	-	1,41
19	0,72	0,46	0,036	1,86	3,52	41,16	29,64	-	1,39
20	0,68	0,45	0,040	1,85	3,40	42,12	29,12	1,-	1,45
21	0,64	0,45	0,038	1,80	3,56	43,68	29,12	1,06	1,50
22	0,53	0,44	0,046	1,83	3,49	42,66	30,08	-	1,42

PERIODE C - du 15 MARS au 22 AVRIL 1960

Dates	Air ambiant		V e n t		G a z							
	Temp. moyen.	Hygr. moyen.	Press. moyen.	Temp. moyen.	Press. moyen.	Temp. moyen.	CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	CO ₂ /CO	PCI
15	10	76	37	870	185	-	14,20	26,20	5,30	0	0,542	816
16	8	90	35,5	890	280	-	13,10	27,80	4,40	0	0,471	966
17	4	90	36,5	905	210	-	13,30	27,30	4,20	0	0,487	945
18	3	82	36,5	900	210	-	13,50	27,40	3,70	0	0,493	935
19	2	80	37	905	170	-	13	28,10	3,60	0	0,463	954
20	1,5	87	34,5	905	200	-	-	-	-	-	-	-
21	3	84	34,5	905	180	-	13,30	27,50	3,60	0	0,484	935
22	5	82	34	905	200	-	13,80	27	4	0	0,511	931
23	8	70	35	910	210	-	13,40	27,70	3,80	0	0,484	946
24	11	85	34,5	905	-	-	13,73	26,93	3,40	0	0,510	913
25	10,5	92	33	905	240	-	14,20	26,80	4,40	0	0,530	935
26	11	83	34	910	235	-	14	26,80	4,40	0	0,522	935
27	12	75	33	900	205	-	-	-	-	-	-	-
28	13,5	76	35	960	200	-	13,80	27,20	4,20	0	0,507	942
29	10	82	34,5	935	185	-	12,90	27,70	3,80	0	0,466	947
30	9,5	76	36	875	225	-	12,80	26,80	4,60	0	0,478	940
31	8	88	33	905	220	-	14,20	27,10	4,90	0	0,524	829
1	8	94	31	910	195	-	13,95	27	5,10	0	0,517	959
2	10	76	30,5	915	200	-	13,60	27,20	4,20	0	0,500	942
3	11	70	32	935	185	-	-	-	-	-	-	-
4	9,5	72	33	970	190	-	13,40	27	4,20	0	0,496	936
5	10	52	34	900	205	-	12,96	27,12	4,56	0	0,478	949
6	14	50	36,5	865	215	-	13,70	26,90	4,20	0	0,509	933
7	16	46	-	910	200	-	14	26,20	5,35	0	0,534	941
8	16,5	64	36,5	905	205	-	13,50	26,50	4,70	0	0,509	934
9	9	67	28,5	930	200	-	-	-	-	-	-	-
10	12	52	27,5	935	185	-	-	-	-	-	-	-
11	8	88	33	915	185	-	14,25	26,80	4,85	0	0,532	947
12	7,5	54	36,5	910	220	-	14	27,20	4,40	0	0,515	947
13	15	65	32	910	230	-	15,10	27,20	5,00	0	0,555	963
14	9	57	32,5	915	200	-	14,60	26,10	4,90	0	0,559	947
15	7	65	32,5	910	185	-	14,27	25,80	5,07	0	0,553	922
16	5	72	33	905	205	-	15	26,50	5,50	0	0,566	954
17	7,5	60	31,5	910	170	-	-	-	-	-	-	-
18	8	55	33	885	160	-	-	-	-	-	-	-
19	13,5	53	32	915	205	-	13,75	26,60	3,75	0	0,517	912
20	14	53	30	910	-	-	14,55	26,25	5,15	0	0,554	938
21	13	64	28	915	170	-	15,30	25,20	5,25	0,35	0,607	939
22	11	66	32,5	920	185	-	14,05	26,55	4,30	0	0,529	925

