

Accident du 30 mars 2023

Commission de suivi de site

14 septembre 2023
Patrice Lysek



Sommaire

Principe de fonctionnement d'un haut-fourneau	4
Chronologie de l'accident	7
Conséquences de l'accident	11
Analyse des causes de l'accident	13
Remise en état de l'installation	21

Sommaire

Principe de fonctionnement d'un haut-fourneau

4

Chronologie de l'accident

7

Conséquences de l'accident

11

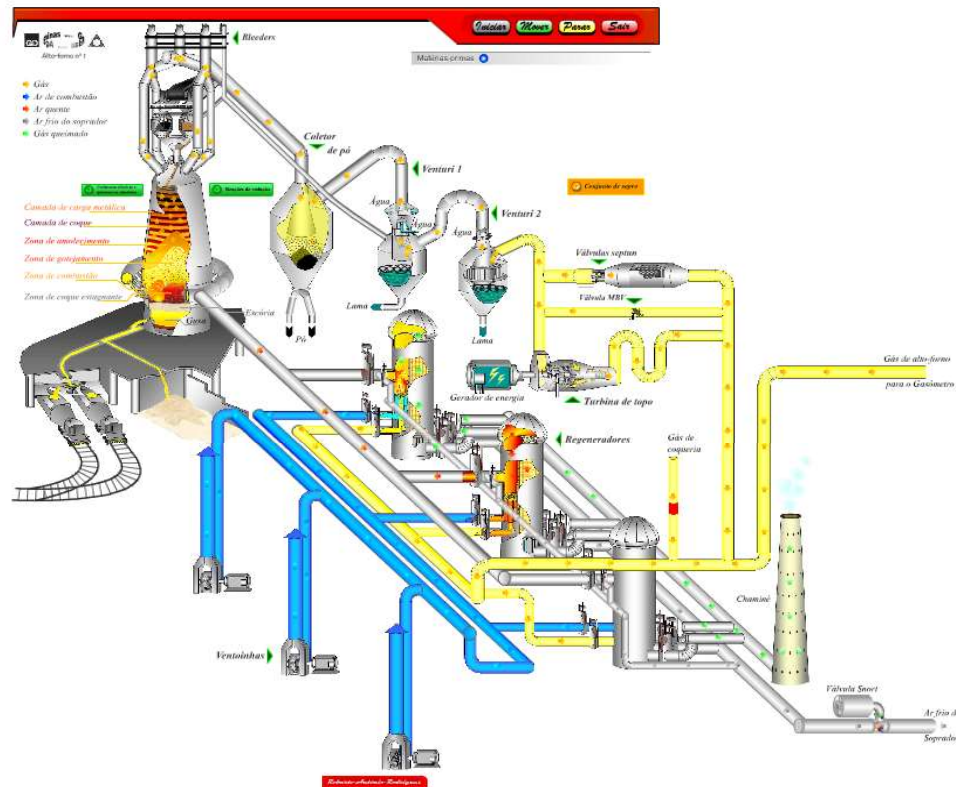
Analyse des causes de l'accident

13

Remise en état de l'installation

21

Principe de fonctionnement d'un haut-fourneau



Animation



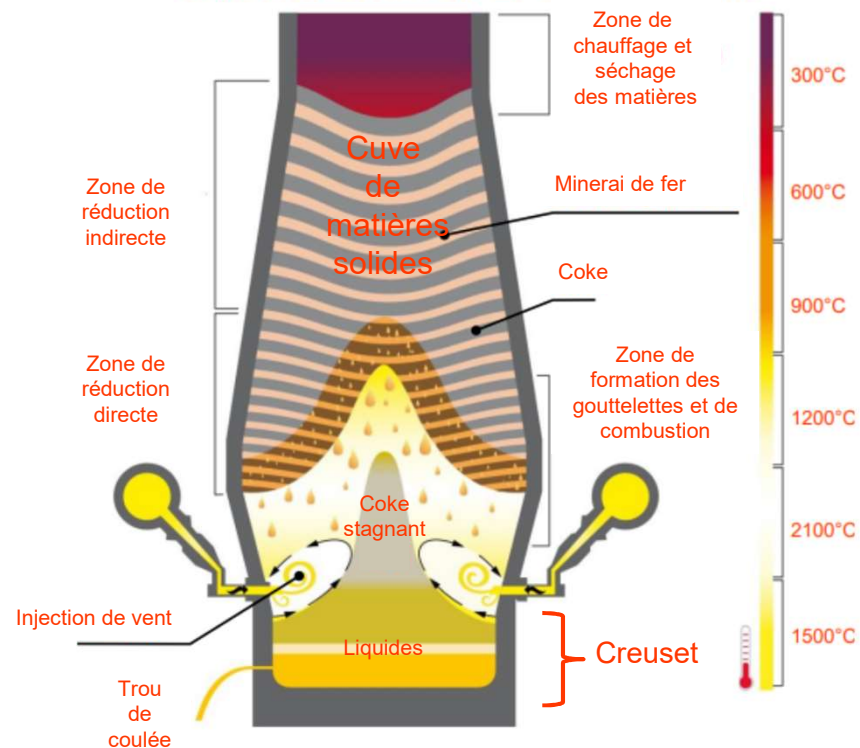
Pilotage du haut-fourneau



Salle de commande des hauts-fourneaux avec des ordinateurs puissants pour gérer des milliers de paramètres process

Puissance égale à celle pour faire décoller la fusée Ariane 5

Représentation d'un haut-fourneau (intérieur)



Sommaire

<i>Principe de fonctionnement d'un haut-fourneau</i>	4
Chronologie de l'accident	7
<i>Conséquences de l'accident</i>	11
<i>Analyse des causes de l'accident</i>	13
<i>Remise en état de l'installation</i>	21

Localisation de l'accident



Site de Dunkerque



Zone Fonte

Haut-fourneau 4

Circonstances de l'accident

- 14h32 Des matières chaudes (essentiellement du coke) se déversent sur le plancher des tuyères et par gravité atteignent le plancher de coulée – **Percée du blindage du haut-fourneau**
Départ de feu
- 14h36 L'incendie détruit les câbles d'alimentation électrique et d'instrumentation et embrase le bardage de la halle de coulée – **Emission d'un panache de fumées noires très dense**
- 14h38 **Fin de l'incendie** – incendie violent mais bref (6 minutes)
- 14h40 **Arrêt du fourneau**



14h32
Percée du blindage



14h36
Incendie en cours



14h38
Fin de l'incendie



14h40
Arrêt du haut-fourneau



15h05
ArcelorMittal

Activation du dispositif DUQAM (ATMO) par la préfecture (Dispositif d'Urgence Qualité de l'Air Mutualisé)

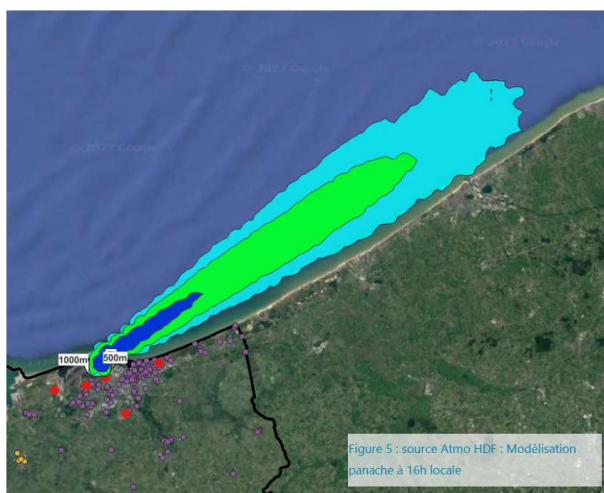


Figure 5 : source Atmo HDF : Modélisation panache à 16h locale

- ✓ Deposition
- ✓ Zone avec 1/1000 de la concentration la plus élevée
- ✓ Zone avec 1/100 de la concentration la plus élevée
- ✓ Zone avec 1/10 de la concentration la plus élevée
- ✓ Zone avec la concentration la plus élevée

Modélisation du panache par ATMO Hauts-de-France

Météorologie : Température : 14 ° C (entre 14h et 16h)
Vent en provenance du Sud-Ouest (240 °)
Vitesse du vent : 8,6 m/s ou 31 km/h
Nébulosité : aucune (0 octa) – ciel dégagé



Emplacement des capteurs

Mesures (période de 14 à 16h) :

- PM10 entre 13 et 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil d'information 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- NO₂ entre 2 et 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil d'information 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- SO₂ entre 1 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil d'information 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- CO entre 0,05 et 0,06 mg/m^3

Toxicologie aiguë (10 minutes d'exposition au panache)

- NO₂ : seuil des effets réversibles 5 mg/m^3 ou 5000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- SO₂ : seuil des effets réversibles 7,8 mg/m^3 ou 7800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- CO : seuil des effets réversibles non déterminé
seuil des effets irréversibles 2 990 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sommaire

<i>Principe de fonctionnement d'un haut-fourneau</i>	4
<i>Chronologie de l'accident</i>	7
<i>Conséquences de l'accident</i>	11
<i>Analyse des causes de l'accident</i>	13
<i>Remise en état de l'installation</i>	21

Conséquences de l'accident



Cotation selon l'échelle européenne :



Niveau de gravité		Description	
1	2	3	4
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

- 5 tonnes de gaz de haut-fourneau ont été mises à l'atmosphère
- Au vu de la modélisation réalisée par ATMO et du suivi des différents capteurs, il n'y a pas eu de conséquence sanitaire suite à l'événement
- Une personne a été très légèrement blessée (égratignure à la main à la suite d'une chute de plain-pied lors de l'évacuation)
- Les dégâts matériels sont très importants (environ 3 mois d'arrêt)
 - Percée de la cuve du haut-fourneau
 - Perte du câblage électrique et l'instrumentation
 - Destruction de la toiture de la halle de coulée Sud

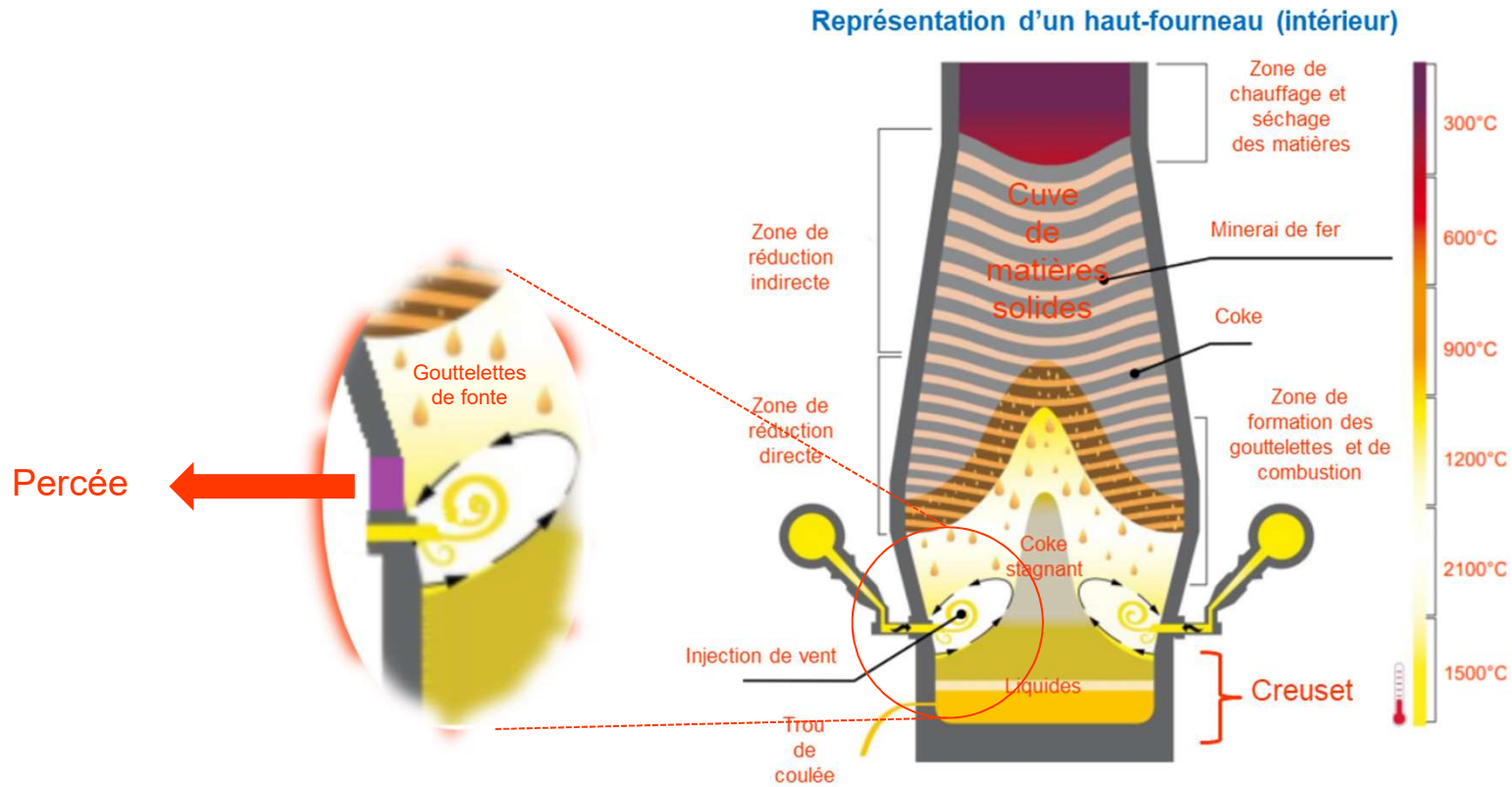


- Inspections de la DREAL les 31 mars et 17 mai 2023

Sommaire

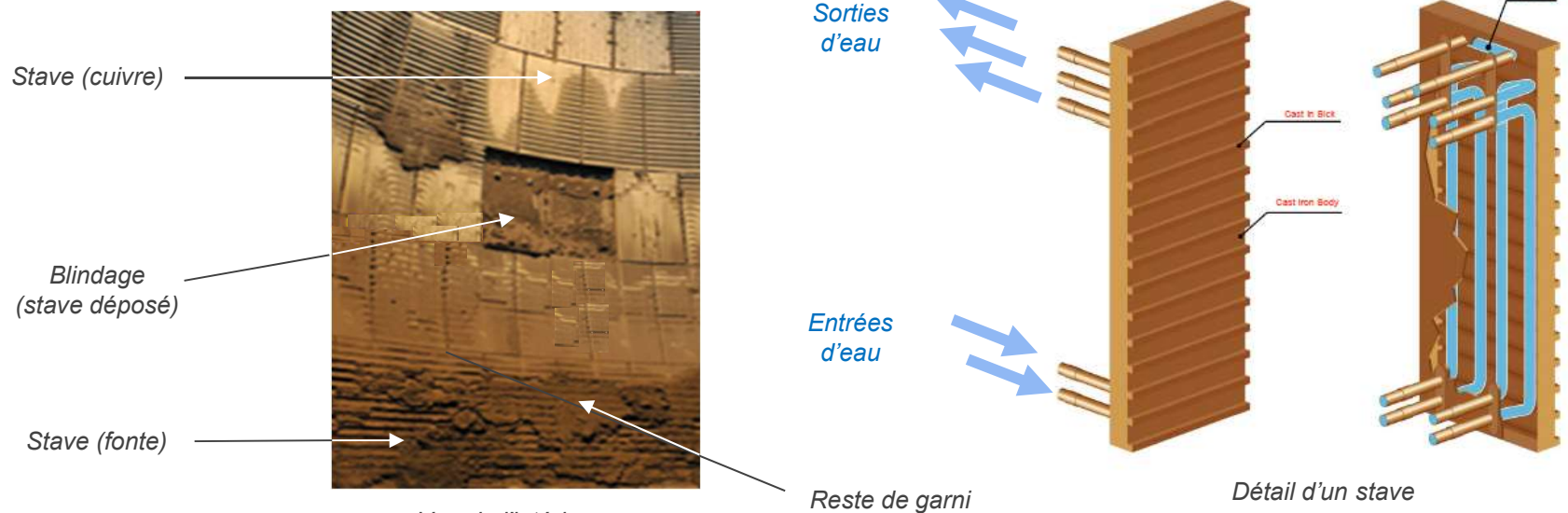
<i>Principe de fonctionnement d'un haut-fourneau</i>	4
<i>Chronologie de l'accident</i>	7
<i>Conséquences de l'accident</i>	11
Analyse des causes de l'accident	13
<i>Remise en état de l'installation</i>	21

Analyse de l'accident



Système de refroidissement d'un haut-fourneau - stave

L'enveloppe d'un haut fourneau est une cuve métallique épaisse (« blindage ») qui est protégée des hautes températures liées au processus de fabrication de la fonte grâce à un circuit de refroidissement à l'eau en boucle fermée. Ce système est composé de refroidisseurs en plaques (« staves ») qui tapissent la face interne du blindage et où circule l'eau de refroidissement. Les staves, très efficaces, sont en fonte ou en cuivre avec des redents dont le rôle est de faciliter l'accrochage de matières froides (« garni ») qui assurent leur protection – la fusion a lieu au cœur du haut-fourneau. Le remplacement des staves impose l'arrêt du haut fourneau



Vue de l'intérieur
d'un haut-fourneau
en fin de campagne (20 à 25 ans)
Photo du HF3 prise en 2008

Suivi des températures du blindage

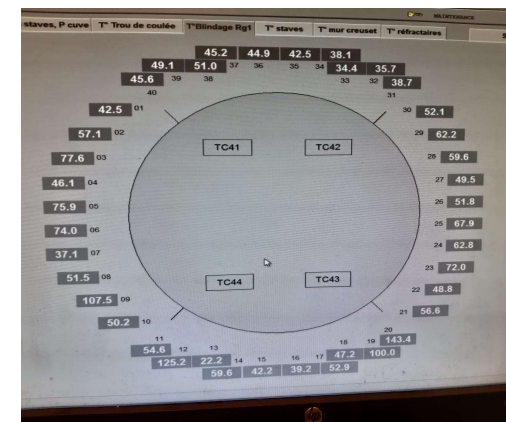
L'ensemble du haut-fourneau est instrumenté pour suivre les différents paramètres (température, pression, débit...)

Parmi les hauts-fourneaux du groupe, le haut-fourneau 4 de Dunkerque est l'un des mieux équipé en termes de suivi de la température des staves et surtout du blindage.

Des procédures décrivent également les conduites à tenir par les opérateurs en cas de dérive



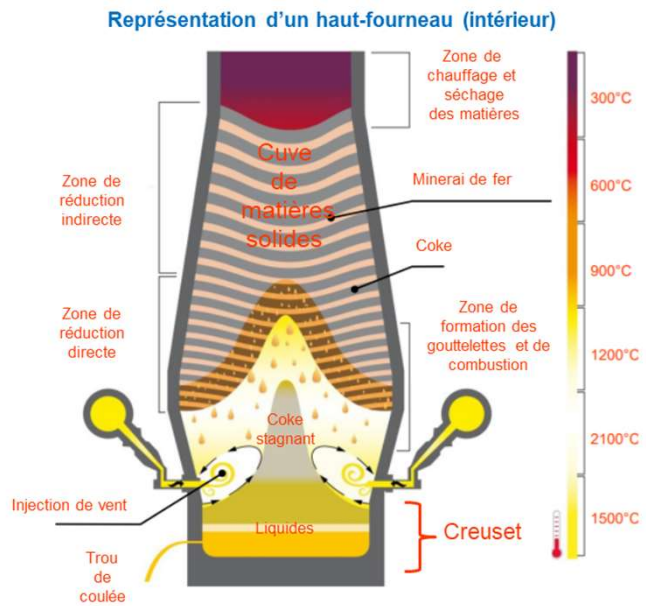
Salle de commande des hauts-fourneaux



*Vue de suivi en salle de contrôle
des températures du blindage rang 1 HF4*

Cause de l'accident - Déstabilisation du garni

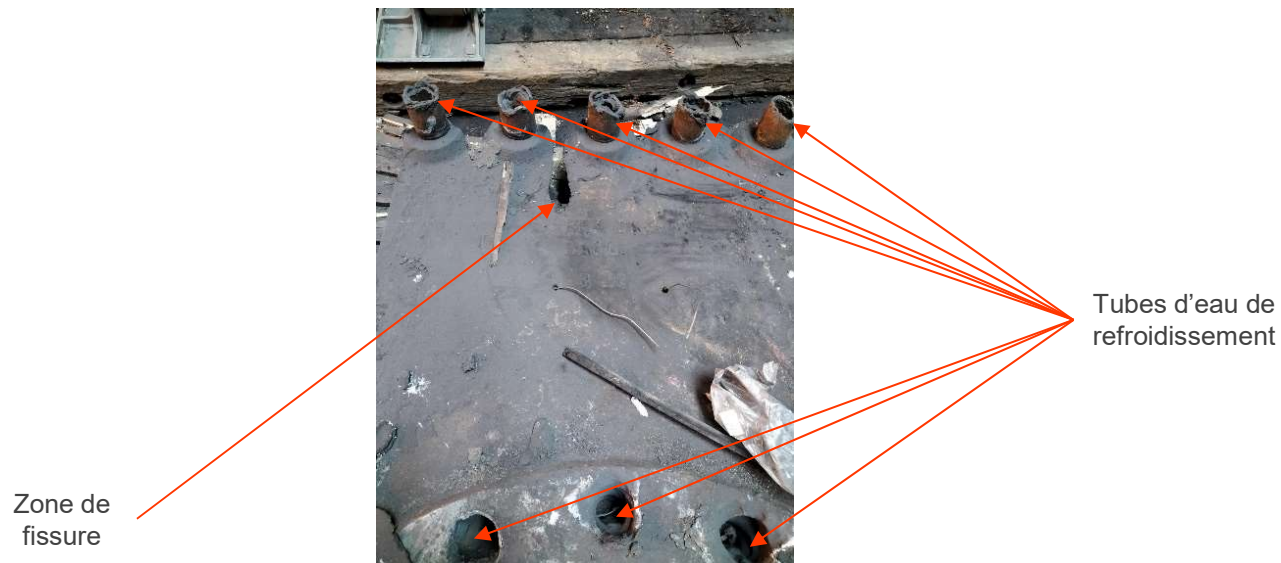
Les couches de protection du stave assurées par le garni ont probablement été déstabilisées par différentes variations process (variation de pression et répartition gaz/liquide lors des ralentissements et reprise au nominal).



Cause de l'accident - Points chauds

L'expertise et l'analyse des températures des staves ont montré sur le stave 11 du rang 1 (au niveau de la percée du blindage) que des zones de fissures se sont produites. Ces phénomènes sont liés à une atteinte du stave par des gouttelettes de fonte liquide. Les fissures se combleront rapidement grâce au refroidissement du stave qui permet la solidification des matières en contact avec la fissure.

Le suivi des températures permet de contrôler ce phénomène.



Exemple d'un stave du rang 1 endommagé par des gouttelettes de fonte liquide

Cause de l'accident - Perte de capacité de refroidissement

Le 8 mars 2023, la percée du tube de refroidissement 52 a conduit à l'obturation du tube.

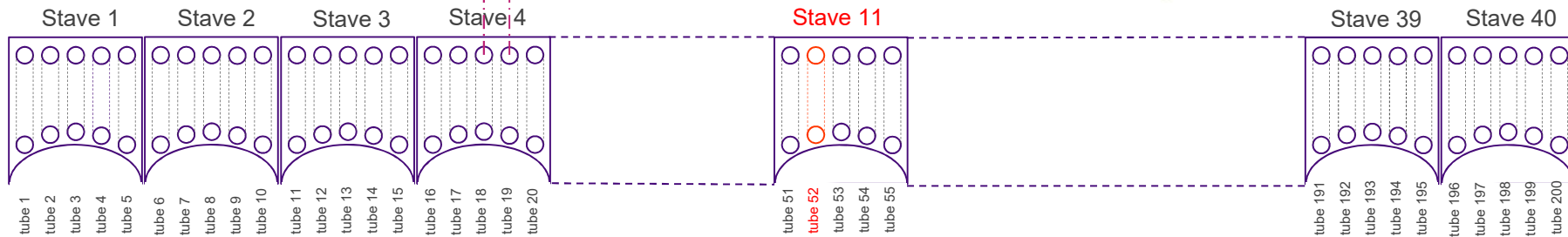
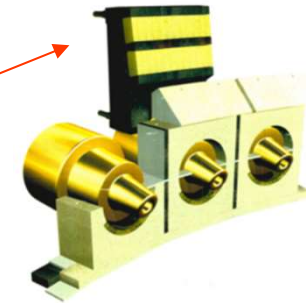
La perte d'un tube sur un stave ne remet pas en cause le refroidissement global, le stave étant protégé par le garni.

Caractéristiques :

- 9 rangées de staves
- 40 staves par rangée
- 5 tubes de refroidissement par stave



Stave de rang 1



Vue déroulée de la ceinture de staves du rang 1

Cause de l'accident - Perte de capacité de refroidissement

Du fait de la réduction d'apport de frigories dans la zone de fissuration et la « désorganisation » du garni, les matières resolidifiées dans les fissures du stave 11, ont été refondues et un passage s'est ouvert et a permis au gaz chargé de gouttelettes de fonte d'entrer en contact avec le blindage.

La conjonction de ces faits,

- *Déstabilisation du garni*
 - *Absence de couche de protection du stave*
 - *Entrée en contact de gaz chargé de gouttelettes de fonte sur le stave (point chaud)*
 - *Création d'une fissure*
- *Perte d'un tube de refroidissement*
 - *Pas de processus de comblement de la fissure par solidification*
 - *Contact local de gaz chargé de gouttelettes de fonte avec le blindage en acier*

a probablement conduit à la percée très rapide du blindage.

Sommaire

<i>Principe de fonctionnement d'un haut-fourneau</i>	4
<i>Chronologie de l'accident</i>	7
<i>Conséquences de l'accident</i>	11
<i>Analyse des causes de l'accident</i>	13
Remise en état de l'installation	21

Remise en état du haut-fourneau « Phase de démolition » Evacuation des matières chaudes



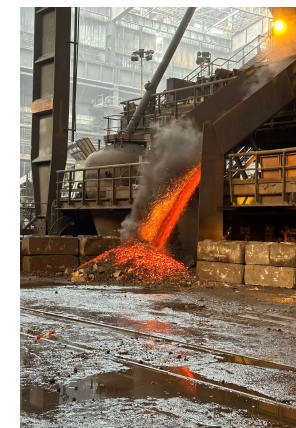
Mise en place d'un toboggan entre le plancher des tuyères et le plancher de coulée



Mise en place d'une protection et ouverture du haut-fourneau



Evacuation des matières encore chaudes



Intérieur du haut-fourneau

Photos du 20 avril 2023

Remise en état du haut-fourneau

« Phase de démolition »

Evacuation des matières froides

Photos du 30 mai 2023



Intérieur du haut-fourneau



Descendes des engins dans le haut-fourneau

Suppression de garni



Mise en place d'une plateforme mobile pour changer les staves du rang 1

Remise en état du haut-fourneau



Remplacement du blindage percé



Remplacement des staves en fonte du rang 1



Remplacement des staves en cuivre du rang 5



Réception de lots de staves en provenance d'autres pays



Projection de béton de protection (gunitage)

Remise en état de l'instrumentation



Remplacement du câblage :

- 150 électriciens pendant 3 mois
- 170 km de câblage

Remise en état de la halle Sud



Dépose de la toiture



Dépose des arbalétriers



Assemblage de la nouvelle charpente

Merci



ArcelorMittal

