



# Inspection/Expertise réfractaire SAVED Lasse

Rev.	Date	Description	Auteur	Approba°
0	09/10/2024	Première Publication	CP	AP

# Sommaire du rapport



1. Résumé des observations et préconisations

2. Présentation d'A&C PROCESS

3. Contexte et informations générales du site – point historique

4. Cartographies des observations – Explications

4-1. Cartographie des observations – Four

# 1. Résumé des observations et préconisations



- Première inspection/expertise sur ce site par A&C Process le 03/04/2024
- Historique complet mis à disposition : beaucoup de travaux annuels, par Bagot et F&F
- Fréquents changements de tuiles en témoignent les cartographies fournies des années précédentes
- Les zones les plus impactées par les désordres :
  - Buses d'air secondaire (rangée inférieure) : fractures nombreuses et mise à nu des tubes au voisinage. Pertinence à évaluer une conception stricte mettant en œuvre un produit plus résistant avec le bon calcul en termes de dilatation thermique
  - Corrosion des tuiles par les cendres au niveau inférieur : perte rapide d'épaisseur (fréquents changements) par corrosion chimique du SiC ou de sa liaison. Intérêt fort à porter l'évaluation de produits du commerce vis-à-vis de la corrosion (à mener à l'échelle du Groupe?)
  - Oxydation des tuiles aux niveaux supérieurs : par oxydation, la tuile prend 5% de dilatation non rattrapable avec les joints normaux de 6-8 mm. Résultat : blocage puis flambage de la paroi, chute des tuiles, mise à nu des tubes.
    Remèdes : (1) mener une campagne à l'échelle groupe sur le choix de matériaux adaptés face à l'oxydation, ou (2) adopter des tuiles à larges joints comme les tuiles dites « Veolia ».
  - Mur de chute : fractures par blocage en dilatation des matériaux. Adopter un matériau plus résistant, avec le bon calcul d'accommodement de la dilatation
  - Solin haut : rupture fréquente et perte d'étanchéité du dernier rang de tuiles, en liaison avec le blocage en dilatation et l'attaque du béton par les sels de process. Réfléchir à un autre produit (liaison chimique ou masse à damer) et toujours la bonne politique en termes de joints de dilatation.
- Discussion autour de la réfractarisation de la trémie d'alimentation : importance du produit et de l'implantation des ancrages
   Retour Sommaire

#### 2. Présentation d'A&C Process



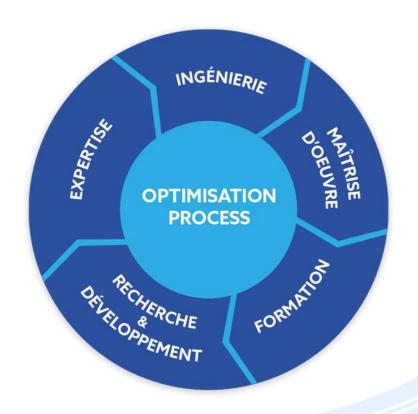
Bureau d'Etudes Techniques accompagnant ses clients dans l'optimisation de leurs procédés.
 Tout procédés, avec une spécialité dans les procédés Haute Température.

#### Objectifs:

- Pérenniser son fonctionnement
- Améliorer son efficacité
- L'adapter aux besoins et attentes de production
- Maîtriser les coûts

#### — Moyens:

- Compétences
  - Physico-chimie
  - Science des matériaux
  - Génie des procédés
  - Combustion
- Logiciels de calcul, conception et dimensionnement
- Equipement de mesures
- Indépendance totale vs. fabricants et fumistes



## 3. Historique réfractaire du site

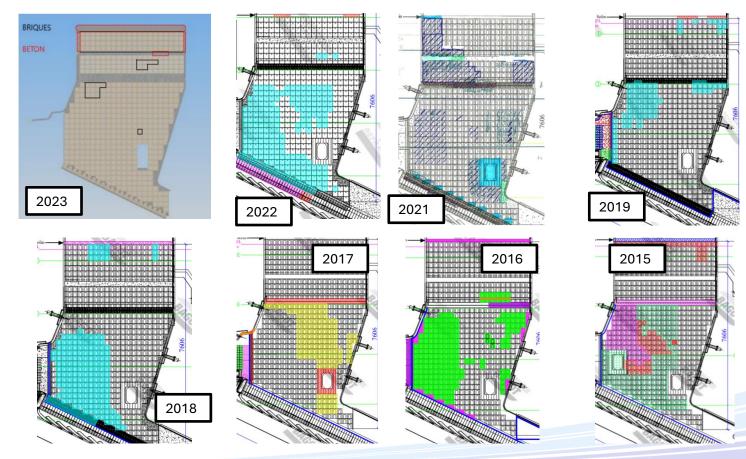
- Localisation : Lasse (49)
- Nombre de lignes : 1
- Tonnage vapeur, type de combustible :
  - A préciser
- Prestataires :
  - Matériaux : Calderys, Haasser, Bagot
  - Fumisterie : Bagot, Ferbeck & Fumitherm
- Fréquence d'arrêts : 1/ an visé





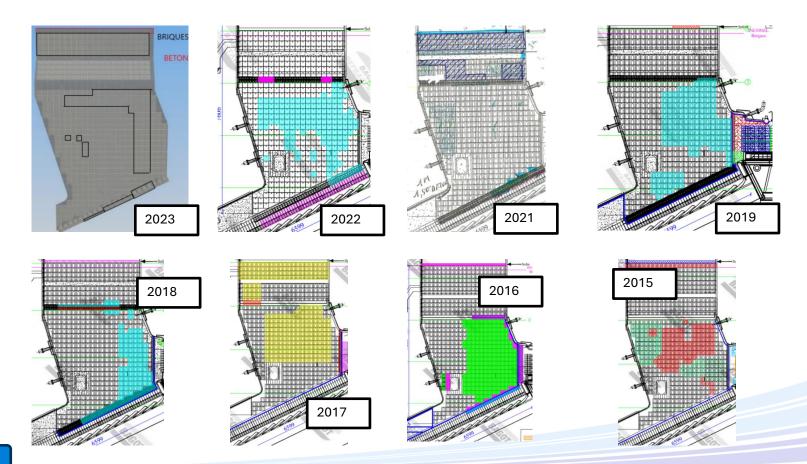
# 3. Historique réfractaire - paroi gauche

- C
- Nombreux changements de tuiles fréquence : quasiment tous les ans sur l'avant de la paroi
  - Quel type de tuiles? Propriétés?
  - mécanisme de dégradation?



### 3. Historique réfractaire - paroi droite

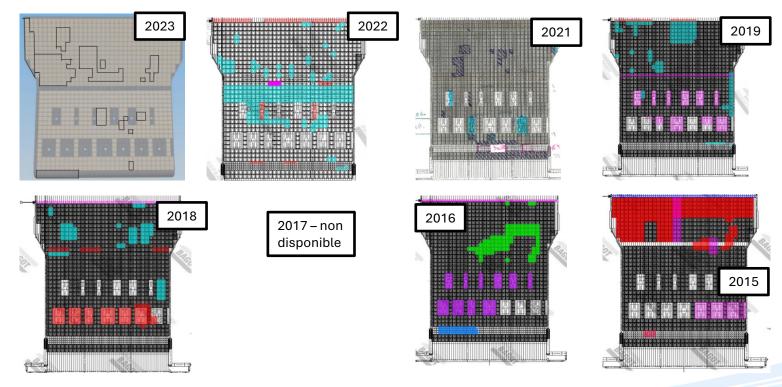
- C
- Nombreux changements de tuiles fréquence : quasiment tous les ans sur l'avant de la paroi
  - Quel type de tuiles? Propriétés?
  - mécanisme de dégradation?



## 3. Historique réfractaire - écran médian



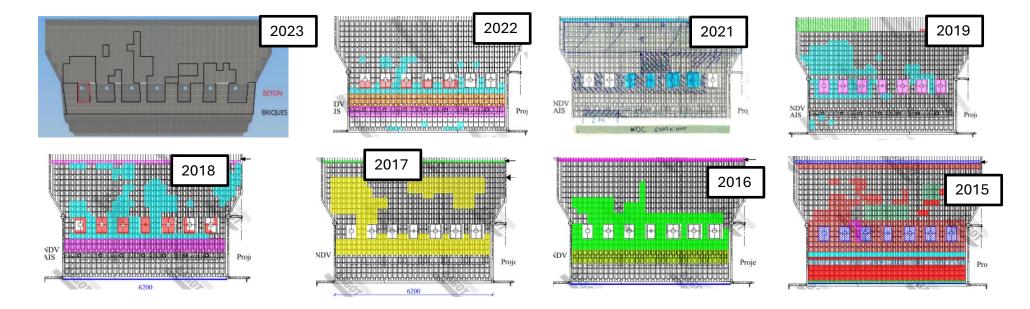
- Moins de tuiles usées qu'en parois latérales effet lié à la dynamique des fumées?
- Environnement buses fortement soumis à dégradation : tendance à l'amélioration depuis 2021
- Solin haut en béton fréquemment changé



## 3. Historique réfractaire - paroi droite

C

- Nombreux changements de tuiles fortement liés aux buses d'air
- Réfractaires des buses en souffrance par probable effet de chocs/variations thermiques
- Béton entre les 2 rangées de buses : zone critique avec réparation annuelle



#### 4. Cartographie des observations - Explications



10

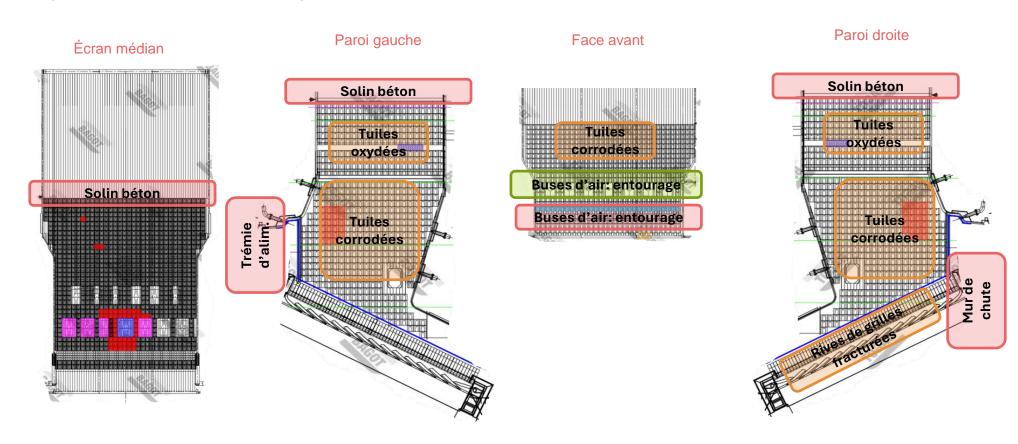
- Sur base des plans initiaux des lignes, identification par zonage coloré des observations et endommagements pertinents
- Une page par endommagement, contenant :
  - Le nature de l'endommagement
  - un descriptif de l'endommagement
  - Des photos spécifiques
  - Cau. = Les causes probables identifiées le cas échéant
  - Nat. = La nature de ces causes (mécanique, thermique, corrosion ou une combinaison)
  - Orig. = L'origine de ces causes (matériaux, design, mise en œuvre, exploitation, ...)
  - Préco. = Les préconisations associées qui permettront d'agir favorablement sur l'endommagement
- Un code couleur :
  - Endommagement ayant causé une situation à régler impérativement avant redémarrage pour la pérennité de la zone
  - Endommagement nécessitant une réparation rapide immédiate ou une planification pour l'arrêt technique suivant
  - Endommagement acceptable permettant le redémarrage sans action particulière ou ne nécessitant pas de planification sur l'arrêt suivant à priori, mais dont l'évolution doit être suivie
  - Endommagement faible voire inexistant, observation notable

Vers Cartographie Four>

# 4-1. Cartographie des observations – Four



Cliquer sur les zones colorées pour obtenir des informations détaillées

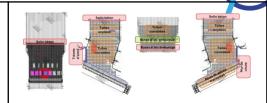


< Explications

# Four – Niveau grille: Fractures sur mur de chute

Endommagement

Fracturation des éléments réfractaires avec perte d'épaisseur du mur de chute Endommagement sur rives de grille et collecteur



Causes, Nature, Origine Le réfractaire du mur de chute est fissuré et fracturé dans toutes les directions avec perte d'épaisseur de plusieurs centimètres. Défauts concentrés sur la droite. L'origine est :

- Blocage en dilatation de la zone : avec l'élévation de température provoque la dilatation du réfractaire; s'il n'y a pas assez de joints(nombre et épaisseur) la montée en charge, puis la rupture mécanique se produisent
- L'abrasion par les matières solides et éventuellement les variations thermiques associées Les rives de grille : fracturations multiples; les origines sont comparables au mur de chute

Photos



Vue générale de la zone avec endommagements



Mur de chute côté droit avec endommagements

< Carto Ligne

< Explications

Préconisations

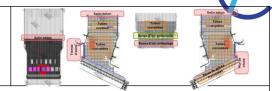
Utilisation d'un matériau à haute performance mécanique (béton type Gibram par exemple, ou briques haute teneur en alumine) avec l'accommodement de dilatation suivant un calcul précis de la dilatation attendue

Client - 09/10/2024

#### Four – Niv. Inférieurs : Corrosion tuiles

Endommagement

Perte d'épaisseur des tuiles en partie basse de l'incinérateur



Causes, Nature, Origine Les tuiles présentent un faciès corrodé/usé, avec perte d'épaisseur importantes, voire laissant apparaître les trous d'ancrage par endroit. Certaines tuiles sont fragilisées et rompent.

La raison : corrosion chimique par les cendres fondues (synonyme : laves, scories) : attaque chimique du SiC et de l'agent de laison de la tuile

Photos







Perte d'épaisseur et usure importante des tuiles par corrosion

< Carto Ligne 1

< Explications

< Retour Sommaire

Préconisations

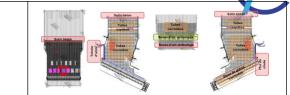
L'historique montre une usure rapide. Il peut s'avérer intéressant d'évaluer (à l'échelle Groupe) les produits disponibles vis-à-vis de la corrosion : tuiles à liaison oxyde, tuiles à liaison nitrure, propriétés de structure etc... Mettre en perspectives le coût des tuiles avec leur durée de vie

Client - 09/10/2024

# Four – Niv. Supérieurs : Oxydation des tuiles SiQ

Endommagement

Gonflement et fragilisation des tuiles aux niveaux 2 et 3 de l'échafaudage



Causes, Nature, Origine Certaines tuiles prennent 5cm de gonflement par une cause exogène : l'oxydation du SiC. L'éffacement des joints entre tuiles se produit, puis le blocage et enfin la chute de la tuile

Photos



Tuile SiC ayant pris 1 cm de dilatation (nombreuses mesures dimensionnelles qui confirment)



Blocage et éjection des tuiles (rupture de l'ancrage)

< Carto Ligne

< Explications

< Retour Sommaire

Préconisations

La qualité de la tuile est essentielle, mais peu de données disponibles. Il peut s'avérer intéressant d'évaluer (à l'échelle Groupe) les produits disponibles vis-à-vis de la corrosion : tuiles à liaison oxyde, tuiles à liaison nitrure, propriétés de structure etc... Mettre en perspectives le coût des tuiles avec leur durée de vie Autre option : généraliser les tuiles à large joint (Veolia) mais avec une stricte politique de réfection des joints à chaque arrêt

Client - 09/10/2024

CONFIDENTIFI

#### Four – N1-N2: Buses d'air secondaire

Endommagement 2 rangées de buses avec gros désordre sur la rangée inférieure

Causes, Nature, Origine Les buses : injection d'air cyclique et chocs thermiques. Ruptures fréquentes des entourages de buses avec mise à nu de tubes. La courbure de la zone rend complexe la réponse matériau : produit à haute résistance mécanique, politique strict de joint de dilatation. Evaluation de produits alternatifs (masse à damer?)





Photos



Rangée inférieure : rupture mécanique et mise à nu de tubes

Rangée supérieure : pas de gros désordres apparents

< Carto Ligne 1

< Explications

Préconisations

Utilisation de produits à haute résistance mécanique, politique strict de joint de dilatation. Evaluation de produits alternatifs (masse à damer?)

#### Four – Endommagement + Nom de la zone

Endommagement Disparition partielle du solin en béton

Causes, Nature, Origine Le solin en béton est fracturé et chute par fragment. Perte de sa fonction de protection de la zone interface réfractaire/tubes, et passage privilégié de cendres à l'arrière avec effet de poussée ( certaines tuiles décollées des tubes – voir photo ci-dessous). Zone très sollicitée car fort gradient thermique . Présence de sels condensés avec attaque chimique du béton





Photos

Rupture du solin béton

Disparition du solin : effets collatéraux sur tuiles : décollement et fissuration

< Carto Ligne

< Explications

Préconisations

Aménager des joints de dilatation périodique sur solin, et utiliser un produit inerte vis-à-vis des sels : masse à damer ou un béton à liaison chimique

#### Four – réfection mur de chute



															<u></u>	
Demande d'optimisation	problér	Pose de réfractaire pour améliorer la tenue globale de la trémie soumise à des problématiques de corrosion de la tôle de fond. Echange sur la technique réfractaire à mettre en œuvre														
		A		Y		人		Y			$\lambda$	<u> </u>	Α	<u> </u>		
		-	+	-	ł	-	ł	-	+		-	+	-	-		
		+	-	+	-	+	-	+	-		+	ł	ł	ł		
		-	ł	-	+	-	†	-	ł		-		-	-		
Schémas		ł	-	ł	-	ł	-	+	-		+	ł	ł	ł		
Ochomas		-	ł	-	ł	-	ł	-	ł		-	+	-	-		
		+	-	+	-	ł	-	+	-		+	ł	ł	ł		
		-	ł	-	+	-	+	-	+		-	-	-	-		
		ł	-	ł	-	ł	-	ł	-		ł	ł	ł	ł		
	Implantation sans fers plats											Implantati	plantation avec fers plats			
< Carto Ligne 1																
< Explications	Précon	sations Echange mail en date du 5/04/24 et communication propositions de schémas d'implantation														

# Four – réfection mur de chute – mail du 5/04/24

Proposition pour la modification de la trémie d'alimentation.

**Question**: les plats métalliques envisagés ont-ils une autre fonction que l'ancrage du béton? Si oui se référer à la figure 2. Sinon, se référer à la figure 1.

#### Principe:

- 25 mm de panneau isolant
- 1150mm de béton résistant à l'abrasion. Le choix du Gibram FD est correct, compte-tenu de son excellente résistance à l'abrasion.

Le coulage avec vibration doit être opéré par panneaux de 1m de côté pour fixer les idées, avec joint sec entre panneau.

Le Gibram FD présente une VPD (retrait irréversible) de -0.2% à 800°C, retrait probablement lié au séchage. A 400°C, il est plus que probable que le retrait au séchage assurera la formation de petite ouvertures concentrées aux joints secs, aussi les joints de dilatation ne sont pas nécessaires sur la longueur totale.

Si le principe des fers plats s'avère indispensable (voir figure 2) :

- Pas de contact direct entre fer et béton
- Pose de nappe de fibreux (par exemple 13 mm) ou de papier fibreux (par exemple 9mm) autour des plats pour isoler du contact direct béton, et accommoder la dilatation différentielle acier/béton.
- Pose d'ancrages entre les fers à un pas de 25mm entre ancrages et orientation en quinconce, la longueur totale des "Y" peut faire 110mm pour assurer un recouvrement suffisant du béton.
- On peut disposer à chaque extrémité droite et gauche de l'ensemble un joint fait avec une nappe de 13mm, pour là encore, éviter le contact direct entre béton et aciers des parois latérales

Si les fers plats ne sont pas utilisés (figure 1) :

- Situation plus classique d'un mur avec ancrages en "Y", avec pas de 250 mm, soit 16 ancrages par m²
- Disposition en quinconce
- Pose de capuchons plastiques aux extrémités pour accommoder la dilatation différentielle acier/béton
- On peut disposer à chaque extrémité droite et gauche de l'ensemble un joint fait avec une nappe de 13mm, pour là encore, éviter le contact direct entre béton et aciers des parois latérales

18

< Carto Ligne 1

Explications

< Retour Sommaire

Dans tous les cas, il faudra faire un petit plan incliné sur la partie supérieure pour faciliter la chute des matières. Ce plan incliné est typiquement comme les solins sur tubes en fin de tuiles sur 1er parcours. Le matériaux mis en place peut être un CaldePatch ou une masse à damer type SuperAl XAB (celle utilisée dans le brûleur).