

Chapitre 3

Résultats et Discussion

1. Combustible

1.1. Petcoke HTS/ Petcoke BTS

Le Petcoke est un sous-produit du raffinage du pétrole. Il est composé essentiellement de carbone et généralement de 2 à 7 % de soufre, de 5 à 15 % de matières volatiles et des métaux lourds. Il est utilisé comme combustible dans les cimenteries parce qu'il est moins coûteux et dispose d'un pouvoir calorifique plus élevé que celui du charbon.

Composition du petcoke

- Humidité totale : 10 %
- Cendre : 0,8 % max
- Matières volatiles : 8-14 %
- Souffre : 2-7 %
- Carbone fixé : 80 % min
- Pouvoir calorifique KJ/Kg : 7800-8300
- Pouvoir calorifique Kcal/Kg : 1866-1985
- HGI (Indice de broyabilité hardgrove) : 30-90

En raison de l'environnement thermique sévère dans lequel le petcoke est formé, sa teneur en matières volatiles est faible par rapport au charbon et d'autres combustibles fossiles, ceci le rend plus difficile à broyer et à entretenir pour la combustion.

On va étudier l'influence du petcoke à haute teneur en soufre (HTS) et celui à basse teneur en soufre (BTS) sur la consommation calorifique du four.

La figure n^o 14 présente une corrélation entre le Petcoke à BTS ainsi que celui à HTS avec la consommation calorifique en fonction des jours.

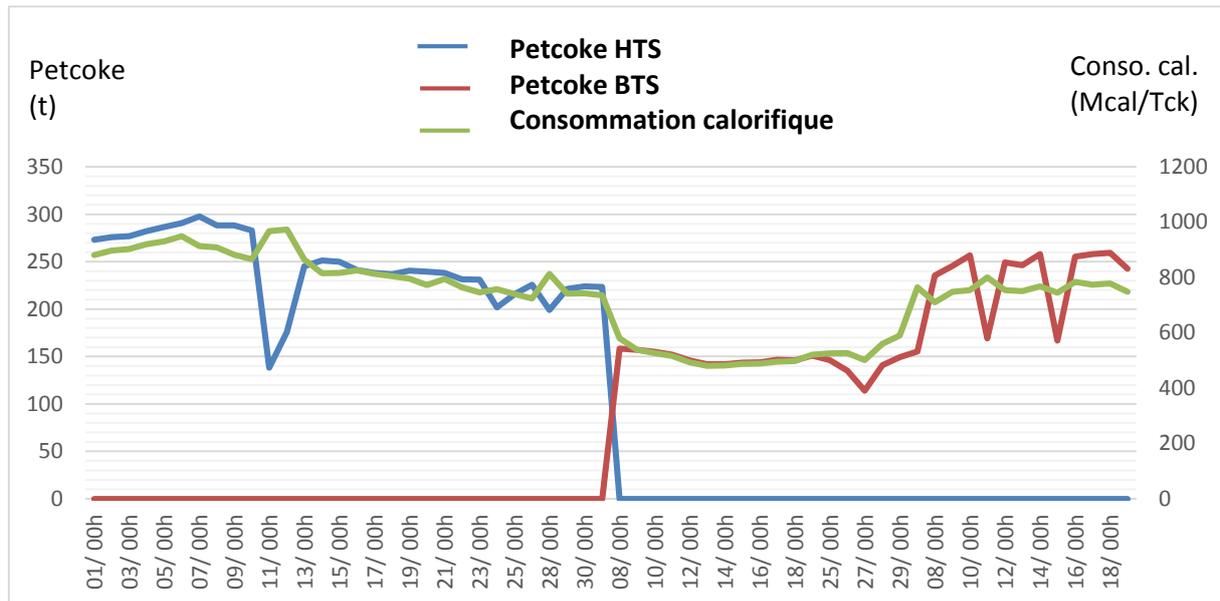


Figure 14: Influence de la quantité du soufre dans le Petcoke sur la consommation calorifique

Interprétation

D'après la figure ci-dessus, on assiste à une diminution de la consommation calorifique dès qu'on commence à utiliser le Petcoke à basse teneur en soufre comme combustible au lieu du Petcoke à haute teneur en soufre.

Pour mieux comprendre cette influence, on décide de comparer la composition chimique de deux échantillons du Petcoke, dont l'un est à haute teneur en soufre et l'autre à basse teneur en soufre.

Les tableaux n^o 6 et n^o 7 présentent des analyses effectuées sur des échantillons d'un Petcoke à BTS et d'un autre à HTS pour comparer leurs caractéristiques chimiques et calorifiques.

Analyses de Petcoke BTS		Petcoke reçu	Petcoke sec
Analyses primitives	% Humidité	7,02	---.---
	% Cendres	0,45	0,48
	% Matières volatiles	10,13	10,89
	% Carbone fixé	82,40	88,63
Analyses additionnelles	% Soufre	5,25	5,65
	Valeur calorifique Kcal/Kg	7823	8413
	Indice de broyabilité	38	

Tableau 6: Caractéristiques du Petcoke à basse teneur en soufre

Analyses de Petcoke HTS		Petcoke reçu	Petcoke sec
Analyses primitives	% Humidité	10,13	---.---
	% Cendres	0,43	0,48
	% Matières volatiles	9,14	10,17
	% Carbone fixé	80,30	89,35
Analyses additionnelles	% Soufre	5,85	6,51
	Valeur calorifique Kcal/Kg	7472	8314
	Indice de broyabilité	33	

Tableau 7: Caractéristiques du Petcoke à haute teneur en soufre

On note que la valeur calorifique du Petcoke BTS est plus élevée que celle du Petcoke à HTS. Ceci est due à la différence de pourcentage de carbone fixé entre ces deux types de Petcoke. La présence du soufre équivaut à la diminution de la teneur en carbone. Cette dernière est responsable sur le pouvoir calorifique d'un combustible. L'utilisation du Petcoke à BTS permet une diminution de la consommation calorifique du four avec une diminution de la consommation en combustible.

Toutefois, on doit vérifier que cette diminution en consommation calorifique n'influence pas la production en clinker. En autres termes, on doit s'assurer qu'une utilisation plus faible en combustible permet de conserver la même quantité de production en clinker.

La figure n° 15 présente une corrélation entre la consommation calorifique et la production du clinker.

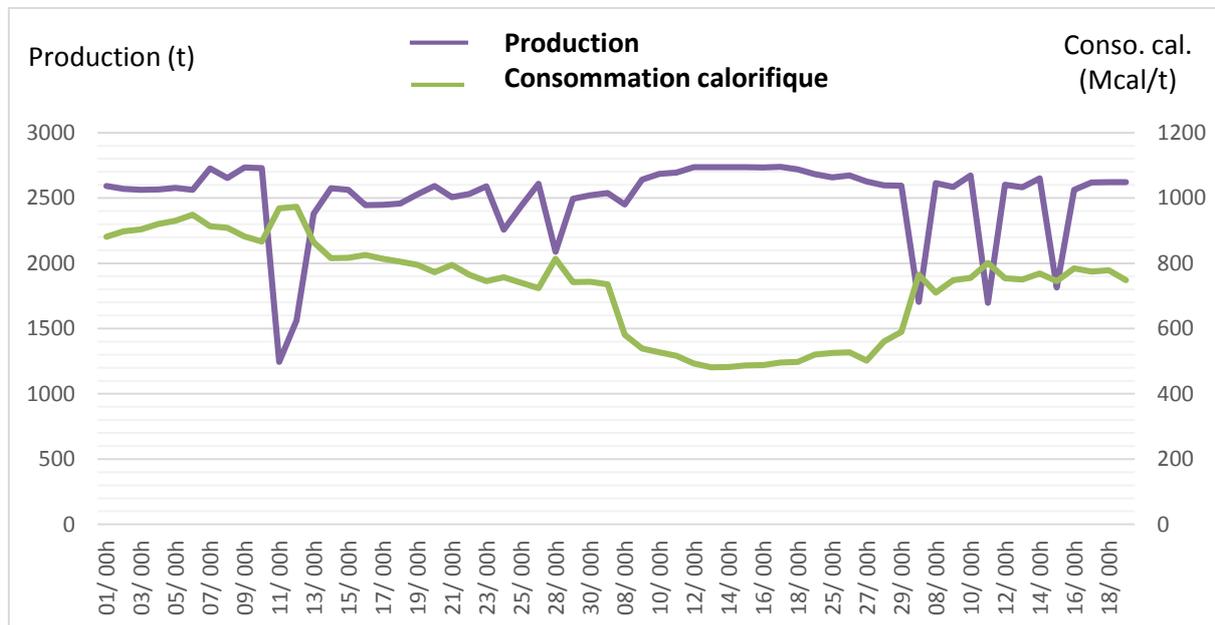


Figure 15: Effet de la diminution de la consommation calorifique sur la production en clinker

Interprétation

On remarque qu'on peut produire une même quantité du clinker voir même plus, en utilisant une quantité du petcoke BTS inférieure à celle du petcoke HTS. Donc la consommation en Petcoke dépend de la teneur en soufre dans le Petcoke.

Ce qui prouve que cette permutation du petcoke à haute teneur en soufre à celle à basse teneur en soufre nous permet de consommer moins de combustible et de diminuer la consommation calorifique du four.

1.2. Finesse du combustible

Les combustibles sont broyés à l'aide d'un broyeur horizontal à boulets. Holcim exige que les granulats des combustibles soient d'une taille de 90 µm. Si le broyage du combustible est non maîtrisé, on a donc des grains de grande taille ce qui diminue la surface de contact entre l'oxygène et le combustible alors une combustion incomplète.

Une combustion incomplète influe la quantité produite du clinker. La chaux ne peut être saturée et reste sous forme de chaux non combinée ou chaux libre qui est un paramètre essentiel pour juger la qualité et le degré de cuisson du clinker.

Une combustion incomplète influence aussi la stabilité du procédé de cuisson.

C'est un problème fréquemment rencontré qui cause le bouchage de la partie amont du four et de la partie inférieure du préchauffeur. Ce phénomène s'explique par la volatilisation en zone de cuisson des sulfates alcalins, suivie d'une ré-condensation en amont du four et en partie basse du préchauffeur qui conduit à des concrétions importantes et par la suite à un arrêt de four. Une amélioration de la combustion est nécessaire en ayant une finesse optimale du combustible.

La figure n^o 16 présente une corrélation entre la finesse de petcoke et la consommation calorifique.

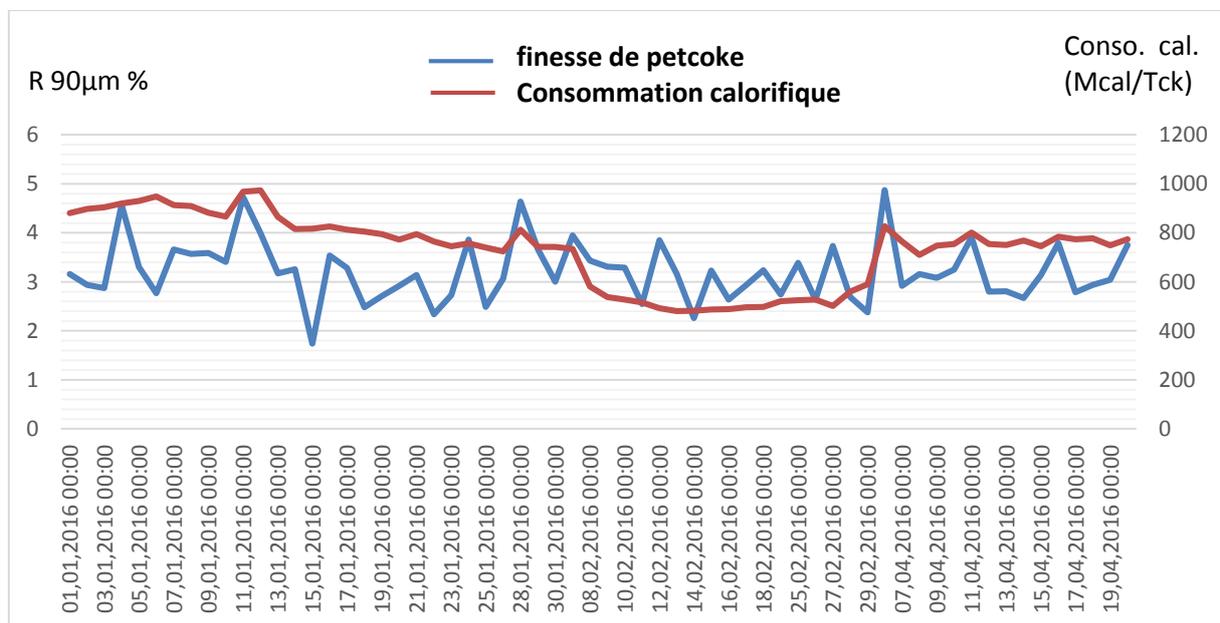


Figure 16: Influence de la finesse du petcoke sur la consommation calorifique

Interprétation

On remarque d'après la figure ci-dessus que la consommation calorifique augmente avec l'augmentation de la finesse du combustible. Une grande finesse du combustible diminue la surface de contact entre l'oxygène de l'air de combustion et les grains du combustible. Ce qui fait que les besoins calorifiques en combustible nécessaire pour la cuisson du clinker augmentent.

Il faut s'assurer d'un bon broyage de combustibles en approvisionnant un bon fonctionnement des séparateurs de vitesse à l'intérieur du broyeur de combustible, car ils

contrôlent le passage des grains de combustibles broyés ayant la finesse visée. Il faut aussi veiller à contrôler le tirage du combustible par les ventilateurs.

Il faut s'assurer d'un bon séchage du combustible pour faciliter sa combustion.

2. Composition chimique du cru

2.1. Modules du cru

2.1.1. Facteur de saturation en chaux -FSC-

Le facteur de saturation en chaux mesure le taux de chaux nécessaire pour se compiler avec la silice, l'alumine et l'oxyde de fer. Le FSC se mesure avec la formule suivante :

$$FSC = \frac{\% \text{ CaO}}{2,8 * \% \text{ SiO}_2 + 1,18 * \% \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,6 * \% \text{ Fe}_2\text{O}_3}$$

- Le F.S.C idéal est de 100 (avec petcoke comme combustible)

- Si le F.S.C est élevé (>> 100), on a :
 - Consommation calorifique élevée (cuisson difficile),
 - Consommation des briques
 - Augmentation de la teneur en chaux libre,
 - C₃S augmente (par conséquent résistance du ciment),
 - Chaleur d'hydratation augmente (Si C₃A augmente).

- Si le F.S.C est faible (<< 100), on obtient :
 - Cru facile à cuire
 - Faible consommation calorifique
 - Faible teneur en chaux libre (en raison de l'excès de la phase liquide dans la zone de cuisson)
 - Le croutage est lavé
 - Baisse de C₃S et augmentation de C₂S. Il y'a tendance à formation des boulets du clinker dans le four

- Clinker moins réactif

La figure n^o 17 présente une corrélation entre le module de facteur de saturation en chaux et la consommation calorifique du four.

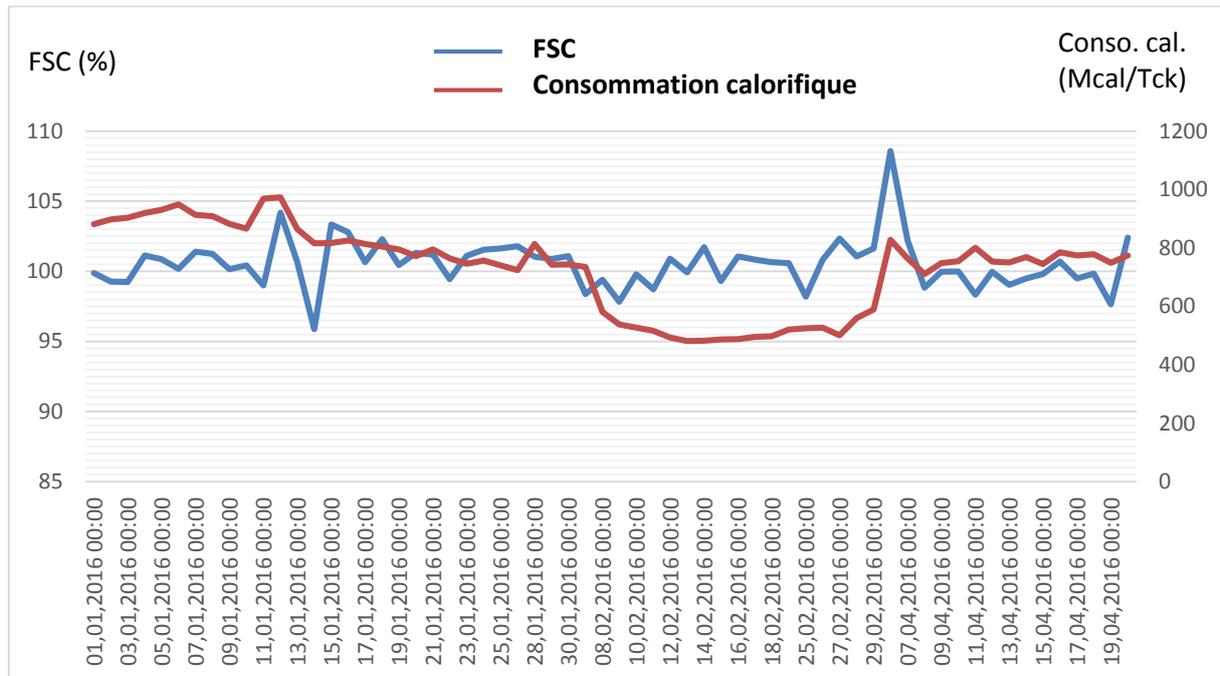


Figure 17: Influence du facteur de saturation en chaux sur la consommation calorifique

Interprétation

D'après la figure, lorsque le FSC dépasse la valeur de 100, la consommation calorifique augmente. L'augmentation du facteur de saturation en chaux indique une augmentation de chaux libre et ceci cause une difficulté de la cuisson du cru.

Il faut veiller à un dosage adéquat du calcaire dans le mélange pour ne pas dépasser la valeur optimale du facteur de saturation en chaux. Ce qui favorise les réactions chimiques entre la chaux et les oxydes de silice, d'aluminium et du fer.

2.1.2. Module silicique -MS-

Le module silicique mesure le taux de silice par rapport au taux d'oxydes de fer et d'aluminium ensemble.

Fe_2O_3 et Al_2O_3 sont des agents de fusion, c'est eux qui initient la formation de la phase liquide. Si leur taux est faible, le MS est élevé et la cuisson est difficile.

La silice passe surtout, lors de la clinkérisation dans les phases solides (alite et bélite), tandis que l'alumine et l'oxyde de fer passent dans la phase fondue.

$$MS = \frac{\% SiO_2}{\% Al_2O_3 + \% Fe_2O_3}$$

La figure n° 18 présente une corrélation entre le module silicique et la consommation calorifique.

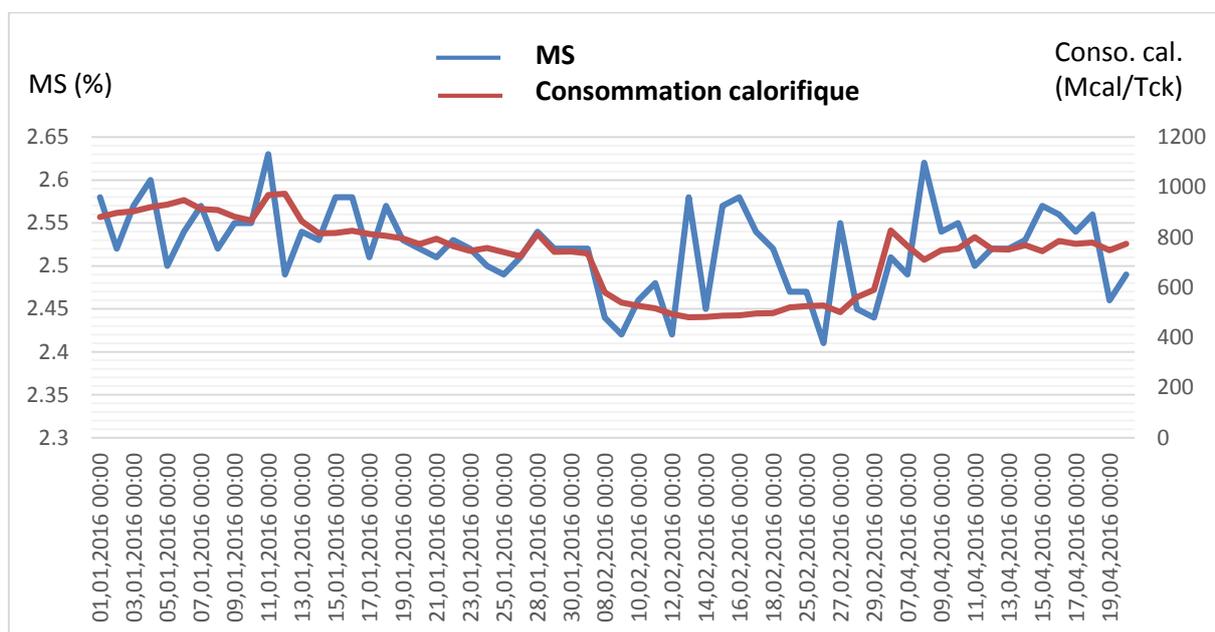


Figure 18: Influence du module silicique sur la consommation calorifique

Interprétation :

On assiste à une augmentation de la consommation calorifique du four lorsque le module silicique augmente. Un module silicique élevé indique que le taux de silice est élevé par rapport à celui d'oxydes d'aluminium et du fer. Ceci guidera à une difficulté de la cuisson de la silice supplémentaire et donc une augmentation de l'énergie thermique nécessaire pour la cuisson.

Il faut veiller à un dosage adéquat des matières premières ainsi que celui des matières de correction avant le broyage.

2.1.3. Module aluminoferrique -MAF-

Sa valeur caractérise la nature de la phase fondue, contenant la presque totalité des deux oxydes Al_2O_3 et Fe_2O_3 . Quand MAF augmente, la viscosité de la phase fluide augmente aussi, par conséquent, une difficulté à la cuisson d'où une grande consommation d'énergie.

$$MAF = \frac{\% Al_2O_3}{\% Fe_2O_3}$$

- Quand A/F est faible, la viscosité de la phase fluide diminue ;
- Pour les A/F < 1.65 il ne se forme plus de phase C_3A ;
- Plus A/F est élevé Plus la proportion d'aluminate est grande plus la phase liquide est visqueuse et plus la température de clinkérisation sera élevée ;
- Les ciments ne contenant pas de C_3A possèdent une forte résistance chimique aux sulfates.

La figure n°= 19 présente une corrélation entre le module aluminoferrique et la consommation calorifique.

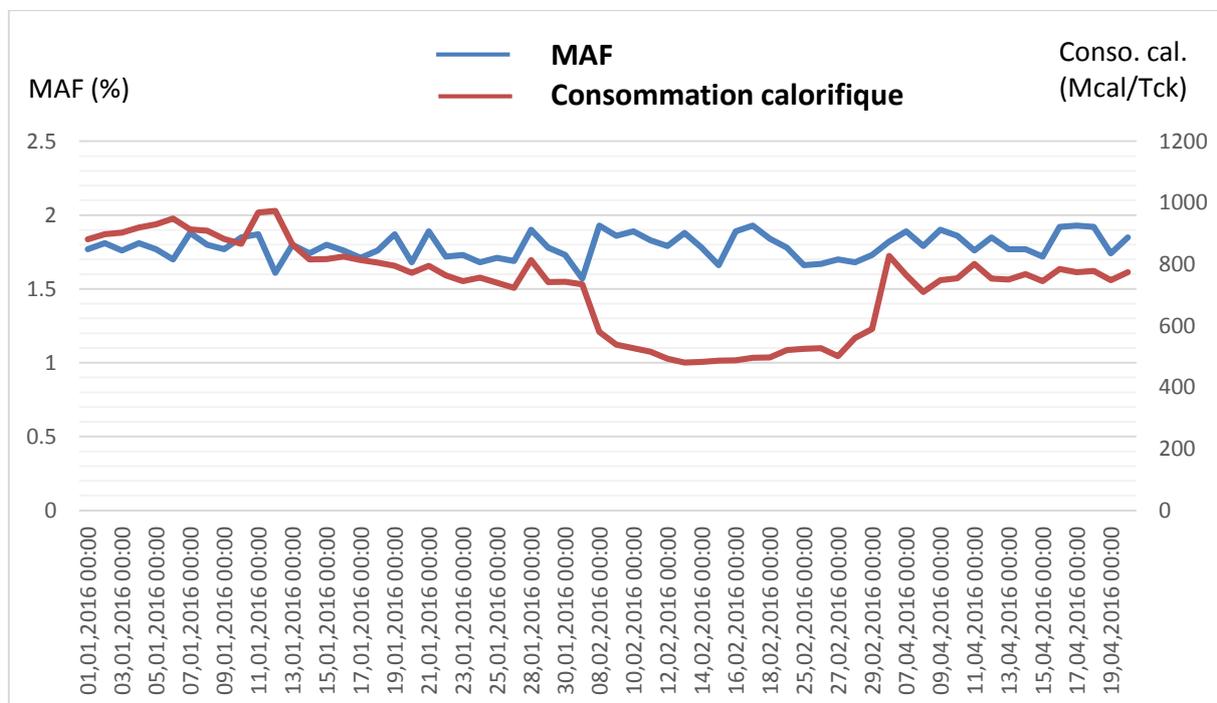


Figure 19: Influence du module aluminoferrique sur la consommation calorifique

Interprétation

D'après la figure, on remarque que le module alumino-ferrique est respecté. Du coup il n'a pas d'influence sur la consommation calorifique.

2.2. Finesse du cru

La matière première est réduite à l'aide d'un broyeur à galets pour obtenir la finesse souhaitée. La matière est broyée et séchée par des gaz qui l'emmènent vers un séparateur qui assure l'extraction de la matière suffisamment broyée.

On va évaluer l'influence de la finesse du cru sur la consommation calorifique.

La figure n° 20 présente une corrélation entre la finesse du cru et la consommation calorifique.

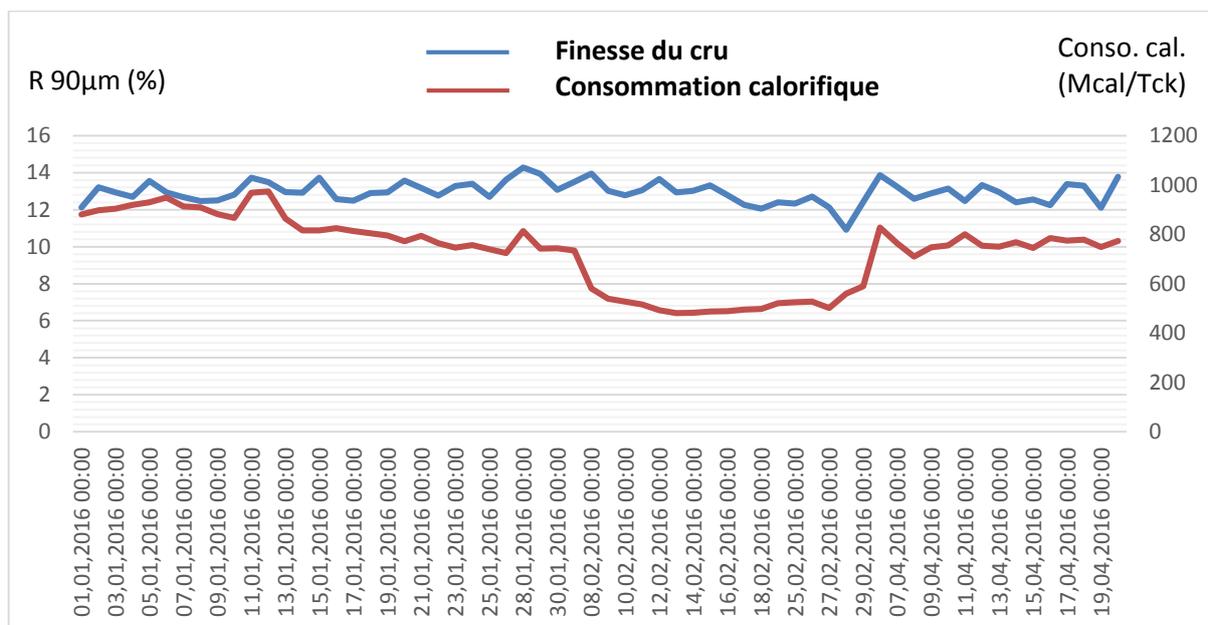


Figure 20: Influence de la finesse du cru sur la consommation calorifique

Interprétation

On remarque d'après la figure qu'il n'y a pas de fluctuation de la finesse du cru. On peut dire que ce paramètre est respecté et que le broyage du cru est adéquat.

2.3. Phase liquide

La phase liquide est formée essentiellement d'oxyde de fer et d'aluminium et d'autres composés chimiques à faibles quantités.

Quand le C_2S achève son développement vers environ $1250\text{ }^\circ\text{C}$, les sels de calcium de l'aluminium et du fer atteignent un degré de fusion. Au cœur de la zone de cuisson, 20 à 30 % du clinker sera sous forme liquide.

Dans ce magma liquide, le C_2S réagit avec la chaux résiduelle pour former du C_3S . C'est une réaction exothermique.

La farine commence à s'agglomérer et forme des boulettes avec la rotation du four dans la zone de cuisson, il y a une fusion partielle qui provoque aussi le croûtage. Cette fusion donne « la phase liquide ».

La formule pour calculer le pourcentage de la phase liquide est la suivante :

$$PL = 3 AL_2O_3 + 2,25 Fe_2O_3 + MgO + K_2O + Na_2O$$

- Si les fondants (Al_2O_3 et Fe_2O_3) sont insuffisants, la phase liquide l'est aussi, le clinker se forme difficilement, le croûtage aussi.
- Si les fondants sont élevés, le clinker et le croûtage se forment facilement, mais le MS sera faible.

La valeur du taux de la phase liquide doit être comprise entre 23 et 27%.

- Si $PL < 23$: Le four devient instable et le clinker tend à devenir pulvérulent, ce qui rend difficile la vision dans la zone de cuisson.
- Si $PL > 27$: L'excès de la phase liquide de faible viscosité et de densité élevée attaque les réfractaires, la charge semi-fondue glisse sur les réfractaires et détruit le croûtage. Le C_3S formé peut se décomposer diminuant ainsi la résistance du clinker.

La figure n°= 21 présente une corrélation entre la phase liquide et la consommation calorifique.

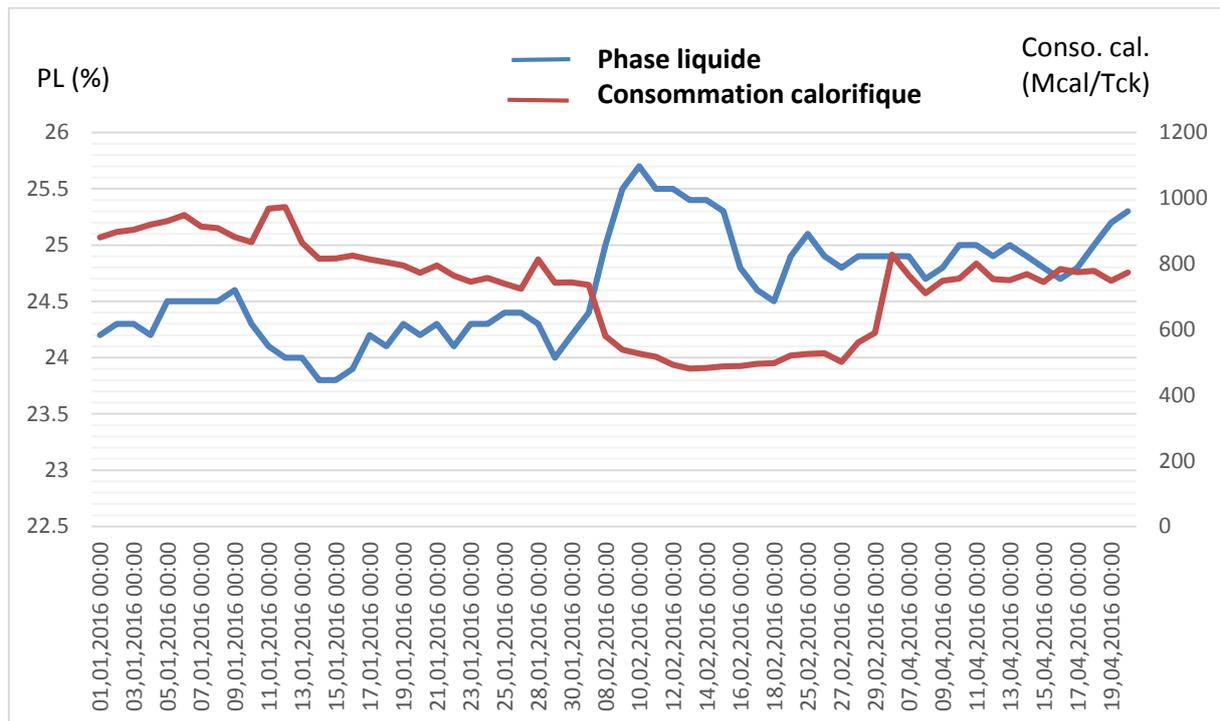


Figure 21: Effet du taux de la phase liquide sur la consommation calorifique

Interprétation

D'après la figure ci-dessus, on assiste à une diminution remarquable de la consommation calorifique du four dès l'augmentation du pourcentage de la phase liquide.

2.4. Relation entre le module silicique et la phase liquide

D'après les figures précédentes, on remarque qu'il y a une grande relation entre le taux de la phase solide du mélange (Silice) et celle de la phase liquide (Alumine et Oxyde de Fer).

On étudie la relation entre le module silicique et la phase liquide pour déceler l'influence de chacune sur l'autre.

La figure n°= 22 est une corrélation entre ces deux paramètres.

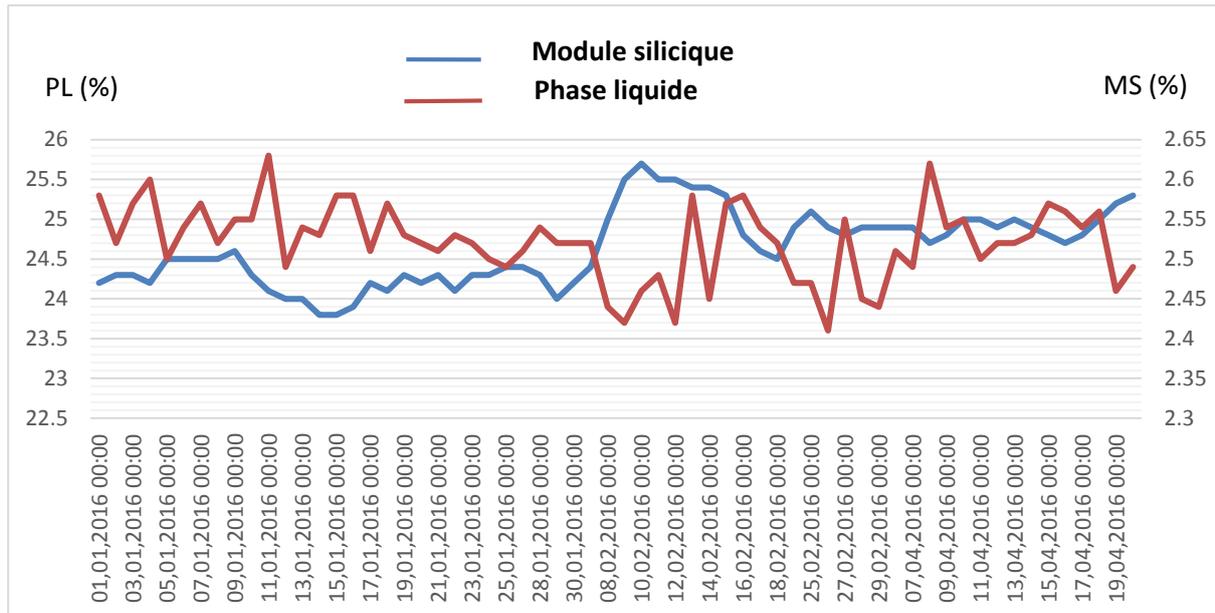


Figure 22: Effet du taux de la phase liquide sur le module silicique

Interprétation

La figure ci-dessus montre qu'il y a un impact inverse du module silicique sur la phase liquide. On remarque que l'augmentation de la phase liquide mène à une diminution du module silicique. Alors il faut trouver le réglage adéquat de ces deux paramètres afin d'assurer un bon processus de cuisson ainsi qu'une consommation calorifique optimale.

D'après la figure, la valeur de la phase liquide doit être aux alentours de 25%, alors que celle du module silicique doit être proche de 2,5.

3. Fluorine

La fluorine CaF_2 joue le rôle d'un minéralisateur. Elle facilite la cuisson du cru ce qui permet d'alléger la consommation calorifique du four de cuisson.

Le dosage de la fluorine doit être de 0,15%.

- Lorsque le taux de la fluorine n'atteint pas 0,15%, on assiste à une cuisson difficile du cru ainsi qu'une volatilisation des sulfates alcalins et des chlorures, ceci cause un collage au niveau des cyclones ce qui peut mener à un arrêt du four.
- Lorsque le taux de la fluorine dépasse 0,15%, la consommation diminue certes grâce à la facilité de cuisson du cru, mais il y a un collage de la matière sur les réfractaires du four.

On doit optimiser le taux de la fluorine pour son prix élevé et pour ne pas nuire au processus de cuisson. Plusieurs arrêts du four sont causés par le collage de la matière à cause de la fluorine sur les parois des cyclones.

On évalue la variation de la consommation calorifique en fonction du taux de la fluorine pour déterminer le taux optimal à ajouter.

La figure n^o 23 est une corrélation entre la consommation calorifique et le taux de fluorine.

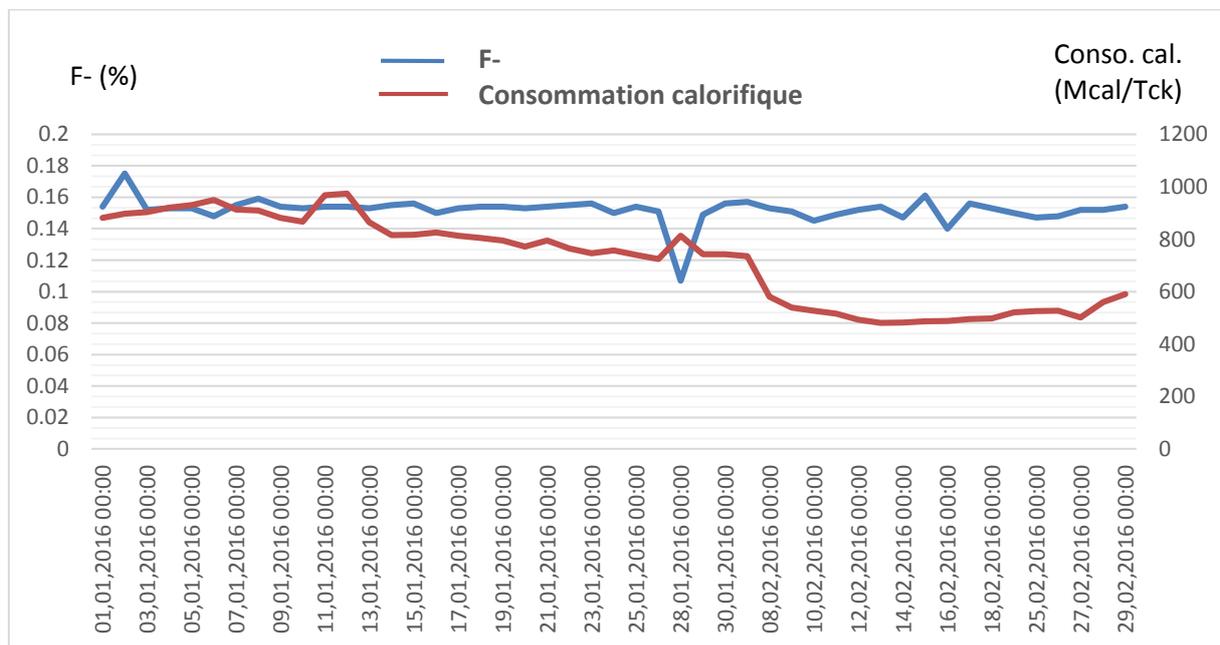


Figure 23: Effet de la fluorine sur la consommation calorifique

Interprétation

D'après la figure ci-dessus, on remarque que la consommation calorifique a légèrement augmenté quand le taux de la fluorine était de 0,107%. On doit veiller à un dosage régulier de la fluorine pour garder une consommation calorifique optimale.

4. Airs faux

Les airs faux sont les infiltrations d'air dans les installations d'une cimenterie. Généralement, on détecte la présence d'airs faux quand la consommation en énergie pour chauffer les gaz dans les conduites est augmentée, ainsi quand la puissance des ventilateurs est grande et lorsque le taux d'oxygène calculée par l'équipe du laboratoire publique d'essais et d'études dépasse les valeurs standards.

En ce qui concerne le taux d'oxygène :

Intervalle du bon fonctionnement : $2,5\% < O_2 < 4\%$

- Si le taux de O_2 dépasse 4%, c'est une indication d'une présence de fuites dans les conduites qui laissent passer l'air faux.

L'augmentation du taux d'oxygène nécessite plus d'énergie calorifique pour assurer la combustion. Ceci est une perte de combustibles pour Holcim.

- Si le taux de O_2 est inférieur à 2,5%, il y aura une insuffisance de comburant pour assurer une combustion complète.

Afin d'éviter ce problème, il faut veiller à régler l'étanchéité des équipements tel que les cyclones de la tour du préchauffage, les portes de visite, et les joints des conduites.

Une fois on assiste à une présence d'airs faux, on soude les trous où il y a des fuites d'air, on change les joints ou bien on bouche les entrées d'air par du béton.

5. Réglage de la tuyère

5.1. Air axial

Permet d'obtenir une flamme dure à forte impulsion. La section du passage des rainures améliore la pénétration de l'air secondaire dans la flamme alors que la section du passage annulaire permet de limiter la divergence de la flamme. La proportion entre la section des rainures et la section annulaire est ajustée par la modification de la position de l'embout axial.

Réglage de l'air axial

L'axial peut être réglé en déplaçant le tube intérieur du circuit axial d'environ 20 mm au maximum. Le réglage de la position axiale modifie le profil de température de flamme grâce à la variation du débit de l'air axial.

- En position ouvert (position de l'indicateur sur 0) : La section annulaire de l'embout est à son minimum, le débit axial est notablement réduit et la pénétration de l'air secondaire dans la flamme est augmentée entraînant une racine de flamme plus chaude.
- En position fermé (position de l'indicateur sur 35) : La section annulaire de l'embout est à son maximum, le débit d'air primaire est maximum et le diamètre de la flamme à son minimum, pour un réglage donné de l'embout radial.

Ces réglages permettent d'obtenir une racine de flamme plus chaude ou plus froide tout en gardant une pression d'air sensiblement constante à l'entrée du brûleur dans le cas d'un fonctionnement avec un ventilateur centrifuge d'air primaire. La vanne d'air axial est toujours ouverte.

- Un réglage de la pression d'air primaire trop faible (en fermant la vanne d'air axial) va générer une flamme longue et molle qui est habituellement inadaptée à un bon fonctionnement du four.
- Une racine de flamme trop chaude (embout axial totalement avancé, un broyage trop fin du combustible solide pulvérisé, une température d'air secondaire trop chaude ...) réduit la durée de vie des embouts de la tuyère.

5.2. Air radial

Permet la modification de la composante rotationnelle (swirl). Avec un rotationnel plus grand, la flamme devient plus large et le mélange entre le combustible et l'air plus rapide.

Réglage de l'air radial

L'air radial contrôle l'effet rotationnel de la flamme ou Swirl. Quand l'air radial est réduit, l'effet rotationnel est réduit et la flamme devient plus mince. Quand l'air radial (débit et/ou pression) augmente, l'effet rotationnel augmente et la flamme devient plus large.

L'effet rotationnel peut être réglé :

- Soit en agissant sur la pression d'air radial (faire baisser la pression fera baisser le débit et la vitesse d'injection). La pression d'air radial peut être baissée jusqu'à 80 mbar en utilisant la vanne d'air radial.
- En modifiant la section de l'embout radial en avançant ou en reculant le tube intérieur radial (réduire la section va faire décroître le débit à pression constante). A l'inverse de l'embout axial, l'embout radial est fermé (section min) en position 20 et ouvert (section maxi) en position 0.

Les formes de la flamme selon les réglages de la tuyère

Cas usuel

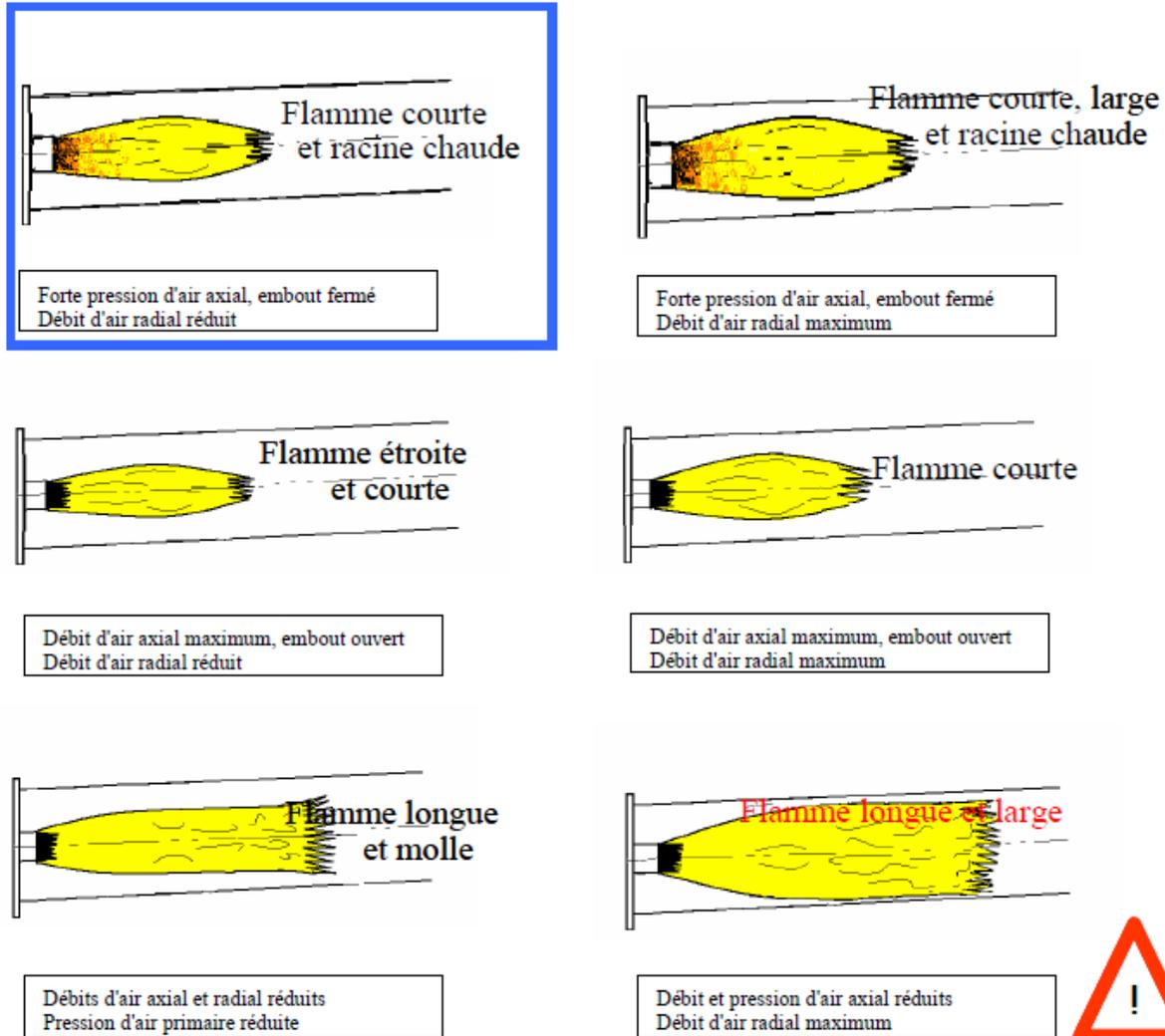


Figure 24: Formes de flamme selon le réglage de la tuyère

Les paramètres de la tuyère sont :

- Débit de l'air axial : 3547 Nm³/h
- Débit de l'air radial : 1670 Nm³/h
- Débit de l'air central : 745 Nm³/h
- Impulsion : 12,5 N/MW
- Pourcentage d'air primaire : 17,3%

Notre objectif est d'avoir une impulsion de 11 N/MW, et un pourcentage d'air primaire compris entre 13 et 15%.

On propose de diminuer le débit de l'air primaire de 15 % :

- Débit de l'air axial : 3015 Nm³/h
- Débit de l'air radial : 1419,5 Nm³/h
- Débit de l'air central : 633,25 Nm³/h
- Impulsion : 10,6 N/MW
- Pourcentage d'air primaire : 14,76 %

6. Isolant thermique

Il existe des pertes de chaleur au niveau du four soit par conduction ou par convection. Alors on se propose de trouver un matériau qui supporte une température élevée et qui peut fléchir une grande quantité de chaleur vers l'intérieur du four.

Considérée comme étant plutôt bon marché, elle est inoffensive pour l'Homme. La laine de verre reste très utilisée dans le domaine du bâtiment et permet par ailleurs de lutter contre les incendies puisqu'elle est incombustible. Poreuse et très élastique, elle est disponible sous plusieurs formes (panneaux, rouleaux) et peut être employée pour isoler certaines pièces de la maison et ce du sol au plafond.

La laine de verre est parmi les meilleurs des isolants thermiques qui a un coefficient de conduction $\lambda_{LV} = 0,04 \text{ W/}^\circ\text{C.m}$. L'épaisseur de l'isolant thermique joue un rôle important dans la diminution des pertes thermiques, lorsque on augmente l'épaisseur on diminuera automatiquement plus des pertes. La laine de verre peut supporter des températures allant jusqu'à 600 °C d'environ.

On propose de mettre cet isolant thermique entre l'acier et les briques réfractaires.



Figure 25: Laine de verre

7. KilnMaster

Le KilnMaster est un outil conçu pour le génie de procédés afin de garder un fonctionnement normalisé, stable et optimisé du four. Il permet de suivre une stratégie simple du fonctionnement du four, tout en maintenant :

- Des températures d'air tertiaire et d'air secondaire plus élevées et plus stables
- Des fluctuations de la température du précalcinateur inférieures
- Une faible consommation thermique
- Une variabilité inférieure de la chaux libre

Les gains du KilnMaster sont réparties sur les différentes étapes du processus de cuisson.

7.1. Précalcinateur

- On doit contrôler :
 - Un degré de calcination stable : Température d'air secondaire et tertiaire, énergie de combustion, alimentation du four et le débit de gaz
 - Indicateurs à court terme : Température du gaz du dernier cyclone et la température du cru
 - Alimentation du coke : Calibre et vitesse régulière
 - Dosage d'AFR
 - Mesure de la température des cyclones
 - Stabilité du précalcinateur : Température du précalcinateur, teneur en chaux libre

- Le KilnMaster permet d'assurer :
 - Une meilleure stabilité du précalcinateur ce qui permet de maintenir une stabilité du four
 - Fiabilité de mesures de température
 - Dosage adéquat du fuel
 - Diminution de la consommation calorifique

7.2. Refroidisseur

Le refroidisseur doit être capable de récupérer le maximum d'énergie thermique à partir du clinker chaud et de refroidir le clinker à une température de 100 °C pour assurer une facilité du stockage et du broyage de ce dernier.

- On doit contrôler :
 - La stabilité du clinker sur les pistes
 - La distribution égale d'air de refroidissement
 - La hauteur du lit du clinker
 - Le débit d'air de refroidissement (Pression, température, et vitesse)
 - La pression du capot de four
 - Les pertes d'air du ventilateur du refroidissement
 - Récupération d'air stable
- Le KilnMaster permet de :
 - Diminuer la consommation calorifique
 - Un temps de refroidissement stable
 - Récupération d'énergie stable (Rapport d'air/ck stable)
 - Diminuer les pertes d'air de refroidissement
 - Moins d'émissions de poussière

7.3. La zone de cuisson

- Il faut contrôler :
 - La température de la zone de cuisson BZT
 - La température du four
 - Le pourcentage de phase liquide
 - La vitesse de rotation du four
 - Les émissions du four NOx

- Le temps résiduel de la matière : Précalcinateur 20-35 minutes et Préchauffage 35 à 60 minutes, degré du remplissage 4-8 %
- La combustion et la cuisson
 - L'état de la flamme
- Le transport de combustibles
- La qualité du clinker
- La quantité d'air primaire
- Le KilnMaster permet de maintenir :
 - Une température stable de la flamme pour minimiser les émissions NOx, la volatilité du fuel et du CO
 - Une vitesse stable du four : Transfert de chaleur exact au sein du four, une bonne réactivité du clinker et moins de volatilité du SO₃
 - Une diminution le taux de chaux libre
 - Une combustion complète
 - Pas de formation d'anneaux
 - Une augmentation la durée de vie de briques réfractaires
 - Une meilleure qualité du clinker
 - Une stabilité et forme idéale de la flamme (Chaude, stable, symétrique, étroite, courte)
 - Un meilleur broyage du Petcoke

Synthèse

Action	Optimisation de l'énergie calorifique de la ligne de cuisson
Etape du processus	Four de cuisson du clinker
Problématique	Consommation calorifique
Bénéfices	Economie en énergie calorifique du four
Description	On a réalisé une étude de chaque paramètre à optimiser et sa relation avec l'énergie calorifique, une étude sur les airs faux et le réglage de la tuyère, l'effet du KilnMaster sur le contrôle du processus et l'influence d'un isolant thermique sur la diminution des pertes au niveau du four.
Procédure	<p>Assurer une bonne combustion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une granulométrie fine du combustible permet un meilleur contact entre l'oxygène et le combustible, les combustibles brûlent plus rapidement dans l'air. - Une permutation du Petcoke à HTS par un Petcoke à BTS ayant un pouvoir calorifique plus élevé assure une meilleure combustion. - Il faut régler le débit d'alimentation du combustible pour régulariser le taux de combustible introduit. - Réglage de la tuyère adéquat pour avoir une forme idéale de la flamme de combustion. <p>Une bonne préparation du cru :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elle nécessite un dosage bien déterminé de la matière première, un bon broyage et un bon préchauffage dans la tour EVS. - Un contrôle régulier de la composition de la matière par le calcul de modules du cru. <p>Détection des airs faux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un suivi du taux de l'oxygène présent dans le four, et supervision des conduites pour déceler la présence de fuites.

	<p>Diminuer les pertes au niveau du four :</p> <ul style="list-style-type: none">- Proposer un isolant thermique permettant de diminuer les pertes et gagner au niveau de la consommation calorifique.
Résultats obtenus	<ul style="list-style-type: none">- Facilité de cuisson à l'aide de l'augmentation de la phase liquide dans le mélange- Stabilité du four grâce à KilnMaster qui permet de minimiser les arrêts du four- Moins de collage au niveau des cyclones dû à l'introduction d'un petcoke à BTS qui a une faible teneur en matières volatiles.- Diminution de l'énergie calorifique à une valeur de 775 Mcal/Tck