



LHOIST FRANCE OUEST

Usine des Gaillards – Saint-Gaultier (36)

PJ55 – Mesures pour quantifier les émissions et Plan de Surveillance

Rapport

Réf : CACILB212756 / RACILB04556-04

AMAR / JPT







05/10/2022



LHOIST FRANCE OUEST

PJ55 – Mesures pour quantifier les émissions et Plan de Surveillance

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de Léa DEROGNAT (NEODYME)

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	23/05/2022	01	A. MARIE	/	/
Rapport modifié	27/06/2022	02	A. MARIE	/	/
Rapport modifié	15/07/2022	03	A. MARIE 	JP. LENGLET 	JP. LENGLET 
Rapport modifié	05/10/2022	04	A. MARIE 	JP. LENGLET 	JP. LENGLET 

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CACILB212756 / RACILB04556-04
Numéro d'affaire :	A56475
Domaine technique :	IC01

GINGER BURGEAP Agence Loire-Bretagne • 8, 10, 12, rue du docteur Herpin – 37000 Tours
Tél : 02.47.75.25.45 • burgeap.tours@groupeginger.com

SOMMAIRE

1.	Evaluation des émissions	4
1.1	Emissions liées à la combustion	4
1.1.1	Emissions moyennes annuelles de 2021	4
1.1.2	Estimation des émissions moyennes annuelles suite au projet.....	4
1.2	Emissions liées au trafic	5
2.	Méthodologies de surveillance des émissions de CO₂	6
2.1	Méthode de calcul pour les émissions de CO₂ des combustibles gaz naturel et coke de pétrole	6
2.1.1	Quantités consommées	6
2.1.2	Calcul du pouvoir calorifique inférieur PCI	7
2.1.3	Calcul du facteur d'émission FE	7
2.1.4	Calcul du facteur d'oxydation FO	7
2.2	Méthode de calcul pour les émissions de CO₂ pour le procédé de décarbonatation du calcaire.....	7
2.2.1	Détermination des poids de pierre calcaïque et dolomitique pour les fours verticaux ..	8
2.2.2	Détermination du facteur d'émission FE	8
2.2.3	Détermination du facteur de conversion FC	9
3.	Fréquence de surveillance	10

1. Evaluation des émissions

1.1 Emissions liées à la combustion

1.1.1 Emissions moyennes annuelles de 2021

Le bilan des émissions annuelles sur l'année 2021 sur une consommation à 100 % de pierres calcaires crues, de gaz naturel et de pet coke a établi un total d'émissions de 107 186 tonnes de CO₂ réparties comme suit :

Tableau 1 : Estimation des émissions de CO₂ en fonction de la catégorie de flux pour l'année 2021

Flux	Estimation des émissions (tonne CO ₂ /an)
F1 – Pierre calcaire crue ; chaux / dolomite/magnésite : Procédé (méthode A) : uniquement carbonates	76 912
F2 – Gaz naturel ; Combustion : Autres combustibles gazeux et liquides	4 235
F3 – Coke de pétrole ; Combustion : Combustibles solides	26 038
TOTAL	107 185

1.1.2 Estimation des émissions moyennes annuelles suite au projet

Les simulations réalisées par l'exploitant (dossier ADEME « Dossier technique de demande d'aide pour la mise en œuvre d'une installation Biomasse ») ont permis d'identifier les consommations annuelles de combustibles du projet.

Tableau 2 : Estimation des émissions de CO₂ en fonction de la catégorie de flux après projet

Flux	Estimation des émissions (tonne CO ₂ /an)
F1 – Pierre calcaire crue ; chaux / dolomite/magnésite : Procédé (méthode A) : uniquement carbonates	76 912
F2 – Gaz naturel ; Combustion : Autres combustibles gazeux et liquides	100
F3 – Coke de pétrole ; Combustion : Combustibles solides	10 873
F4 – Biomasse	0
TOTAL	87 885

Les émissions moyennes annuelles après mise en exploitation du projet sont estimées à 87 885 t de CO₂/an.

Le projet permettra ainsi d'éviter l'émission de 19 300 t de CO₂/an en lien avec la combustion, soit une réduction de 18%.

1.2 Emissions liées au transport des combustibles

Est considéré ici seulement les émissions du transport de coke de pétrole et de biomasse dans la mesure où le reste du trafic est inchangé.

La comparaison entre les émissions de CO₂ dues au transport de combustibles de 2021 (coke de pétrole uniquement) et les émissions prévisionnelles après projet (coke de pétrole et biomasse), n'est pas adéquate dans cette partie 1.2, étant donné que la consommation de coke de pétrole 2021 n'est pas représentatif des consommations des dernières années (consommation très basse en raison du prix du gaz naturel très avantageux sur les 9 premiers mois 2021¹).

Sont donc comparées ici, les émissions liées au transport de bois avec les émissions du transport de coke de pétrole supprimé par le projet.

Le projet prévoit l'utilisation de 28 100 tonnes de bois par an, à la place de 12 710 tonnes de coke de pétrole pour le four n°1.

Ce changement de combustible va donc entraîner une augmentation des rotations du nombre de camions. Cependant, la distance parcourue par chaque camion pour la livraison du bois est largement inférieure à celle parcourue pour la livraison du coke de pétrole.

Il est considéré pour les camions au gazole routier une émission de 89 g de CO₂ / t.km.

L'estimation des émissions liées au trafic de camions transportant le combustible solide est calculé comme suit :

$$\text{Emissions} = 89 * \text{tonnes de combustible sur un an} * \text{nombre de kilomètres pour l'approvisionnement}^{(2)}$$

Tableau 3 : Comparaison des émissions biomasse vs coke de pétrole en lien avec le trafic

Paramètres	Coke de pétrole	Biomasse
Tonnage pour le four n°1	12 710 tonnes / an	28 100 tonnes / an
Nombre de camions / an	508 camions	937 camions
Origine	Barcelone (Espagne)	Val de Loire
Distance à parcourir	780 km	200 km
Emissions CO ₂	880 tonnes / an	500 tonnes / an

Le projet permettra ainsi d'éviter l'émission de 380 t de CO₂/an liés au transport des combustibles.

¹ A contrario, la consommation de coke de pétrole sera très importante en 2022 étant donné les prix élevés du gaz naturel.

⁽²⁾ Présenté en PJ 54.

2. Méthodologies de surveillance des émissions de CO₂

La catégorie de l'installation, conformément à l'Article 19 du MRR (The Monitoring and Reporting Regulation de la Commission Européenne) est de type B. Les émissions annuelles estimées sont supérieures à 50 000 tonnes de CO₂(e), compte tenu du CO₂ issu de la partie fossile (partie EnR exclue).

La méthode de surveillance proposée est la méthode fondée sur le calcul. On définira et adaptera les niveaux pour chaque flux selon ce qui est indiqué dans le MRR.

Les combustibles solides de type bois alimenteront un des deux fours à chaux du site, le second four à chaux sera toujours alimenté par du coke de pétrole et du gaz naturel.

La méthode pour calculer les émissions de CO₂ pour les flux de gaz naturel, de pierre calcaire crue et de coke de pétrole est déjà incluse dans le plan de surveillance du site et le site de Saint-Gaultier continuera à travailler de la même manière avec cette méthode.

La méthode pour calculer les émissions de CO₂ pour les flux liés à la biomasse est appliquée sur d'autres sites exploités par Lhoist et sera utilisée pour le site de Saint-Gaultier qui mettra à jour son plan de surveillance en conséquence.

2.1 Méthode de calcul pour les émissions de CO₂ des combustibles gaz naturel et coke de pétrole

Les émissions de CO₂ de ces deux combustibles utilisés actuellement sont calculées de la façon suivante :

$$\text{Emissions} = \text{Données d'activités} * \text{Facteur d'émission} * \text{Facteur d'oxydation}$$

Avec le facteur d'émission exprimé en tCO₂/t ou en ou en tCO₂/Nm³, ou en tCO₂/TJ.

Le PCI lorsqu'il est demandé, s'exprime soit en GJ/t ou en GJ/1000 Nm³ pour le gaz naturel.

2.1.1 Quantités consommées

► Pour le gaz naturel

Le gaz est utilisé sans stockage intermédiaire.

L'extraction des données de consommations journalières sur le site internet de GRT Gaz permet d'obtenir, par site utilisateur, la quantité annuelle consommée.

Le fichier de déclaration des émissions) exprime la donnée d'activité (CC) en 1000 m³.

$$\text{CC (1000 Nm}^3\text{)} = \text{CC (MWh PCS)} / \text{PCS (kWh PCS/Nm}^3\text{)}$$

► Pour les autres combustibles : coke de pétrole et biomasse

Ils sont utilisés avec stockage intermédiaire.

La quantité de combustible consommée pendant l'année est obtenue soit par les factures des fournisseurs, soit par le pont-bascule usine dans le cas où une usine vend du combustible à un autre site LHOIST soit par les pesées dans les trémies d'alimentation des fours.

Les estimations des stocks des solides se font par calcul des stocks extérieurs ou par mesure de niveau des silos.

La quantité de combustible est déterminée :

- Soit en sommant les tonnages entrants facturés. A cette somme il est ajouté (ou enlevé) la différence entre le stock au 01 janvier N et le stock au 1er janvier N+1,
- Soit en utilisant les données pesées à l'entrée des fours enregistrées sur la supervision.

Pour le combustible coke de pétrole, la quantité d'eau est déduite des indiquées sur les factures.

2.1.2 Calcul du pouvoir calorifique inférieur PCI

► Pour le gaz naturel

Le PCI annuel pondéré est déterminé à partir de la valeur annuelle pondérée du PCS extrait journalièrement sur le site de GRT-GAZ selon la formule ci-dessous :

$$\text{PCI (GJ/1000 Nm}^3\text{)} = \text{PCS (kWh PCS/Nm}^3\text{)} \times 0,901 \times 3,6$$

► Pour les autres combustibles : coke de pétrole et biomasse

Le PCI annuel pondéré est déterminé à partir des analyses combustibles transmises par le laboratoire accrédité ISO 17025 (SOCOR).

2.1.3 Calcul du facteur d'émission FE

► Pour le gaz naturel

Le FE annuel pondéré est déterminé à partir de la valeur annuelle pondérée du FE extrait journalièrement sur le site de GRT-GAZ selon la formule ci-dessous :

$$\text{FE (t CO}_2\text{/1000 Nm}^3\text{)} = \text{FE (t CO}_2\text{/MWHPCS)} \times \text{PCS (kWh PCS/Nm}^3\text{)}$$

► Pour les autres combustibles : coke de pétrole et biomasse

Selon le classement du flux d'émission du combustible (flux majeur, mineur ou de minimis), le FE est déterminé de deux façons :

- Pour les flux mineurs ou de minimis, le FE utilisé correspond aux facteurs standards tel que défini dans l'article 8 de l'arrêté ministériel du 21/12/2020, sauf si le plan de surveillance préconise une analyse.
- Pour les flux majeurs le FE est déterminé par analyse par un laboratoire accrédité COFRAC.

NOTA : Bien que les émissions de CO₂ dues à la combustion de la biomasse ne soient pas comptabilisées dans les déclarations annuelles d'émissions, elles sont déterminées pour être déclarées chaque année dans la déclaration GEREP.

2.1.4 Calcul du facteur d'oxydation FO

Les niveaux retenus pour les facteurs d'oxydation sont précisés ci-dessous :

- Niveau 1 : FO = 1
- Niveau 2 (art 31.1.b) : FO = 1 (valeur utilisée dans l'inventaire national)

2.2 Méthode de calcul pour les émissions de CO₂ pour le procédé de décarbonatation du calcaire

Les émissions de CO₂ de procédé (décarbonatation du calcaire) sont déterminées à partir de la teneur en CaO et MgO ramené à la matière entrante auxquels sont appliqués les facteurs stœchiométriques définis dans le tableau 2 de l'annexe VI du règlement 2018-2066 du 19/12/2018. La formule appliquée est la suivante :

$$\text{Emissions} = \text{Données d'activités} \times \text{Facteur d'émission} \times \text{Facteur de conversion}$$

Le calcul de facteur d'émission et de conversion est effectué de la manière suivante :

Données d'activités :

2.2.1 Détermination des poids de pierre calcaïque et dolomitique pour les fours verticaux

La référence est le poids de pierre introduit dans les fours (méthode A).

Le poids de pierre introduit dans les fours est déterminé à partir des pesées des bascules pierre à l'entrée des fours.

Ces informations sont mentionnées sur les relevés de supervision.

Cas exceptionnels :

- Lorsque le cumul mensuel effectué par l'automate est erroné, les données journalières sont récupérées et cumulées par un fichier Excel, notamment sur le site de La Buisse.
- Si pendant une période de l'année le poids de pierre n'est pas enregistré dans la supervision (problème d'automatisme ou de la supervision) alors une estimation du poids enfourné sera réalisée selon les modalités ci-dessous :
 - $R_{p/c}$: la moyenne des ratios de la pierre enfournée/chaux produite pendant les mois de l'année concernée par le calcul et pour lesquels la supervision a enregistré des valeurs
 - CaO : le poids de chaux produite pendant la période où le poids de pierre n'a pas été enregistré (en tonnes)

Alors le poids enfourné estimé sera de : $POIDS_{estimé} = \frac{CaO}{R_{p/c}}$

- Si des feuilles de supervision ont été perdues et sachant que la supervision ne peut garder que quelques mois de données, seuls les relevés manuels provenant des relevés automatiques font foi des quantités de pierres introduites. Les feuilles de supervision ont été intégrées dans le système qualité pour qu'aucune perte de donnée ne puisse arriver.
- Tous les 7 ans environ, la couche d'isolation du four constituée de pierre réfractaire est entièrement renouvelée. Cette opération implique de vider entièrement le four de la pierre/chaux, d'attendre que la température du four diminue puis de réaliser les travaux nécessaires. Lors de l'allumage du four, le four est rempli de pierre pendant que la température augmente de façon progressive. Cette pierre injectée dans le four ne ressort pas comme de la chaux puisque la température du four n'est pas suffisamment élevée. La première capacité du four représente cette pierre qui n'est pas de la chaux. Cette quantité de pierre est parfois automatiquement enlevée des rapports journaliers car elle est souvent injectée de façon manuelle en dehors des cycles. Lorsque cette pierre est comptabilisée dans les rapports journaliers et mensuels, elle sera soustraite du total de pierre enfournée du mois considérée.

2.2.2 Détermination du facteur d'émission FE

Le FE de la pierre calcaire et dolomitique est déterminé à partir d'analyses réalisées par le laboratoire extérieur LEMVP (Laboratoire d'Etude de Matériaux de la Ville de Paris) agréé COFRAC.

Ainsi, en se basant sur le retour d'expérience depuis 2009, en réalisant l'échantillonnage indiqué ci-dessus, l'incertitude maximale admise pour le FE (incertitude maximale de 0.8%) est respectée.

D'après le tableau 2 de l'annexe VI du règlement 2018/2066 du 19/12/2018, les facteurs d'émissions retenus sont :

- 0,440 tonnes de CO₂ par tonne de CaCO₃ ;
- 0,522 tonnes de CO₂ par tonne de MgCO₃.

Pour connaître le FE de la pierre d'une usine, il faut connaître le pourcentage des deux éléments CaO et MgO dans la pierre ou dans la chaux. Un échantillonnage est ainsi réalisé sur la chaux en sortie de four.

Calcul du FE :

La composition de la pierre en entrée correspond à la composition de la chaux en sortie plus le CO₂ décarbonaté.

Le FE est obtenu pour chaque échantillon en connaissant le pourcentage des éléments CaO total et MgO. En utilisant les facteurs d'émission stœchiométrique du tableau 5 de l'annexe I du règlement 2018/2066, le FE de l'échantillon est déterminé selon la formule suivante :

$$FE = 0.44 \times \%CaCO_3 + 0.522 \times \%MgCO_3$$

$$\text{Avec } \%CaCO_3 = \frac{\%CaO \times \frac{100.1}{56.1}}{\%CaO \times \frac{100.1}{56.1} + \%MgO \times \frac{84.3}{40.3} + \%impuretés}$$

$$\%MgCO_3 = \frac{\%MgO \times \frac{84.3}{40.3}}{\%CaO \times \frac{100.1}{56.1} + \%MgO \times \frac{84.3}{40.3} + \%impuretés}$$

$$\%impuretés = 100 - (\%MgO + \%CaO + \%H_2O + \%CO_2)$$

Le FE annuel est la moyenne pondérée des analyses effectuées pendant l'année considérée.

Cas exceptionnel :

Si plus de 4 échantillons ont été réalisés pendant l'année, alors tous ces échantillons seront utilisés pour réaliser le FE moyen annuel pondéré.

Si moins de 4 échantillons sont réalisés pendant l'année considérée, une méthode dégradée sera réalisée avec le nombre de mesures effectuées. Ainsi une estimation du FE de la pierre de l'année considérée pourra être établie.

L'analyse de la composition d'un échantillon est réalisée à partir de plusieurs méthodes de détermination (Perte au feu pour le pourcentage d'eau et de CO₂, analyses chimiques pour la teneur en Calcium et Magnésium) qui sont décrites dans des normes. Il est possible dans certain cas, que la quantité d'impureté déterminée par la formule ci-dessus donne un résultat négatif. La teneur en impureté est faible et les incertitudes des méthodes de détermination des éléments contiennent la teneur réelle en impuretés. Dans ce cas la quantité en impureté de l'échantillon est considérée comme nulle.

2.2.3 Détermination du facteur de conversion FC

Calcul du FC :

Le FC est déterminé en connaissant le pourcentage de CO₂ résiduel de la chaux à la sortie du four de calcination.

Il est obtenu par l'équation suivante :

$$FC = \frac{100 - \left(\frac{\%CO_{2PIERRE \text{ idéal}}}{FE} \right)}{100}$$

$$\%CO_{2PIERRE}^{idéal} = \frac{\%CO_{2PIERRE} \times 0.44}{FE}$$

$$\text{Avec } \%CO_{2PIERRE} = \frac{\%CO_{2CHAUX}}{\%CaO \times \frac{100.1}{56.1} + \%MgO \times \frac{84.3}{40.3} + \%impuretés}$$

La formule présentée a été considérée dans le cas idéal ou le facteur d'émission vaut 0.44. En réalité, le facteur d'émission est différent pour tous les échantillons. Le % CO2 de la pierre à prendre en compte dans la formule doit être corrigé de l'écart entre le cas idéal et la réalité.

C'est bien le CO2 pierre idéal qui est à prendre en compte dans la formule présentée dans l'annexe pour la détermination du facteur de conversion.

Le FC annuel est la moyenne pondérée des analyses effectuées pendant l'année considérée.

Cas exceptionnel : les mêmes que pour le facteur d'émission FE.

3. Fréquence de surveillance

Les émissions de CO₂ seront suivies en interne par des registres, remplis mensuellement.

La déclaration des émissions CO₂ sera réalisée à l'administration une fois par an.