

30 SEP. 2020



CE20 - 3160 - 81 - 2257

Valorisation aux fours DEMAG de déchets d'imbrûlés de la centrale thermique de Doniambo

SLN - Site de Doniambo

Aout 2020

Réf. : DE2020-37

Contenu :

1	Objet	3
2	Caractéristiques du déchet	3
2.1	Origine du déchet	3
2.2	Nature du déchet	3
2.3	Quantité des déchets	3
2.4	Evaluation du caractère radioactif du déchet	4
3	Valorisation thermique	5
4	Impact sur les rejets Atmosphériques	5
5	Mesures HSE.....	5
6	Conclusions	6
7	ANNEXES	7
7.1	Annexe 1 : Analyses des radionucléides.....	
7.2	Annexe 1 : Note technique	

1 Objet

La Société Le Nickel-SLN (SLN) exploite sur le site de Doniambo une usine de traitement de mineraux de nickel autorisée par l'arrêté provincial n°1187-2009/ARR/DIMEN du 12 novembre 2009.

Dans un souci d'optimisation économique associé à un bénéfice environnemental, la SLN souhaite valoriser dans ses fours électriques DEMAG les déchets dits « imbrûlés » générés lors d'opérations de maintenance de la centrale thermique de Doniambo. Le présent dossier a pour objet d'informer les autorités de la Province Sud des modalités de valorisation de ce déchet.

2 Caractéristiques du déchet

2.1 Origine du déchet

Le déchet objet du présent dossier est généré à l'occasion de travaux de maintenance de la centrale thermique de Doniambo et plus spécifiquement lors :

- De lavages périodiques des chaudières (courant) ;
- De travaux de réfections des chaudières (exceptionnel).

2.2 Nature du déchet

Ce déchet se compose de ciment (Shiragun 80) et de fioul « cokéfié ».

Le Shiragun80 est un ciment céramique acheté pour ses propriétés réfractaires, résistant à de très hautes températures. Il est couramment utilisé dans l'industrie pour la réalisation et la réfection de fours, de chaudières ou de murs périphériques d'installations nécessitant la conservation de chaleur et la résistance aux températures élevées. Comme la plupart des ciments réfractaires, il contient une faible quantité de zircon naturel, dont les principaux avantages sont une bonne résistance au scellement, une température de ramollissement élevée, une haute performance à l'usure et une bonne stabilité au choc thermique.

2.3 Quantité des déchets

Le stock actuel représente environ 300 tonnes de déchets, résultat des campagnes de maintenance réalisées depuis 2017.

Le déchet est stocké :

- Principalement en big-bags couverts d'une bâche afin de les protéger de la détérioration par la lumière ;
- Une partie du déchet est stocké en vrac suite à une opération de broyage.

Dans l'attente de leur valorisation, les déchets sont entreposés sous abri, dans le dock silice situé sur la plateforme de l'atelier Bessemer.

Hors travaux exceptionnels, la production courante de ce déchet est évaluée à environ 20 tonnes par an. Cette production courante devrait progressivement s'arrêter car l'utilisation de ciment SHIRAGUN 80,

faiblement ionisant, sera remplacée par l'utilisation du ciment SHIRACAST, ciment ne présentant aucun caractère ionisant.



Figure 1: stockage actuel du déchet dans le dock silice.

2.4 Evaluation du caractère radioactif du déchet

En octobre 2018, un bigbag de déchet d'imbrûlés est accidentellement expédié à l'ISD de Gadji y déclenchant le portique d'entrée de détection de la radioactivité avec une valeur légèrement supérieure au seuil de déclenchement.

Suite à cette détection, des mesures de débit de dose ont été réalisées sur le stock de déchets entreposés à Doniambo et les résultats confirment les valeurs mesurées au portique de l'ISD Gadji soit entre 0,4 et $0,5\mu\text{Sv}/\text{h}$, incluant le niveau naturel qui fluctue autour des $0,15\mu\text{Sv}/\text{h}$.

Afin de comprendre la nature de cette radioactivité, des échantillons ont été analysés par Algade, laboratoire français agréé (spectrométrie gamma). Les résultats, fournis en annexe 1, ne mettent pas en évidence d'activité massique supérieure à 1000 Bq/kg, seuil fixé par les pouvoirs publics français pour déterminer si le matériau utilisé est une Substance radioactive d'origine naturelle (code de la santé publique-décret 2018-434 du 4 juin 2018). La radioactivité mesurée provient donc de radionucléides naturels (chaîne de l'uranium et du thorium), proche de l'équilibre séculaire (donc non transformés), correspondant à la radioactivité que l'on retrouve classiquement dans les zircons fréquemment présents dans les produits réfractaires.

Radionucléides naturels	Valeur limite d'exemption en concentration (Kbq/kg)	Valeurs mesurées (Kbq/kg)
K40	10	0,16
U 238 et sa filiation radioactive	1	0,103
Th 232 et sa filiation radioactive	1	0,19

Tableau 1 : seuils fixés par le code de la santé publique-décret 2018-434 du 4 juin 2018

En résumé, la radioactivité mesurée est donc issue de la présence de zircon initialement contenus dans le ciment et retrouvé en l'état dans ces déchets, présentant une faible radioactivité naturelle, similaire à celle émise par certaines formations géologiques telles que des granites. Il n'y a donc pas de d'obligation en matière de radioprotection à éliminer ce déchet dans une filière spécifique.

3 Valorisation thermique

Les analyses physico-chimiques du déchet montrent qu'il contient de l'ordre de 3% de nickel et que sa composition est compatible avec le procédé pyrométallurgique de l'usine de Doniambo sans mettre en péril l'intégrité des installations.

Selon la qualité du minerai courant envoyé dans le procédé de l'usine (concentration en phosphore notamment), deux voies d'injection sont possibles après broyage à 5mm :

- La repasse directe dans les fours électriques ;
- Le mélange du déchet avec du minerai sur le parc d'homogénéisation.

Pour des raisons logistiques et de sécurité pour les installations, le mélange au minerai via le parc d'homogénéisation sera privilégié. Les modalités de mélange au minerai sont présentées dans la note technique en annexe 2.

Un test sera dans un premier temps effectué avec le matériau déjà broyé. Si ce test est concluant, l'intégralité du stock sera broyée et valorisée dans le process de l'usine.

Cette élimination devrait s'étaler sur une durée d'un an à raison de 1,25t/jour éliminée. Dans la mesure du possible, des injections seront organisées à l'occasion des contrôles trimestriels des atmosphériques déjà prescrits par l'arrêté n°2223-2014/ARR/DIMENC du 25 août 2014.

4 Impact sur les rejets Atmosphériques

Au regard de la composition de ce déchet et des quantités à traiter, le passage des imbrûlés dans le process de l'usine de Doniambo n'engendrera pas d'impact significatif sur les rejets atmosphériques. Une note technique détaillant ce point est présentée en annexe 2 de ce document.

5 Mesures HSE

Afin de garantir la sécurité du personnel, des mesures spécifiques seront prises lors des différentes manipulations du déchet ainsi que durant son conditionnement.

Durant le broyage et toute manipulation pouvant générer des poussières, les intervenants seront équipés, en plus des EPI standards, d'une combinaison jetable et d'un masque à cartouche. L'opération se fera dans une zone ventilée, à bonne distance des zones de travail fréquentées.

A des fins de suivi des quantités stockées et éliminées ainsi que de traçabilité, un registre numérique sera tenu à jour par l'exploitant.

6 Conclusions

Les caractéristiques physico-chimiques, et notamment sa teneur en nickel, des déchets d'imbrûlés de la centrale thermique de Doniambo permettent une valorisation en co-incinération et de ce fait un gain environnemental (traitement en NC, valorisation du Ni) et économique (par rapport à un export hors territoire).

Après réalisation de mesures in situ et des analyses par un laboratoire spécialisé, il est démontré que le déchet d'imbrûlés de la centrale B, très faiblement ionisant, ne présente pas de dangerosité en terme de radioactivité pour les travailleurs et le public.

Les caractère physico-chimiques et les modalités d'injection dans le process de Doniambo assure un impact négligeable sur la qualité des rejets atmosphériques de l'usine et sur l'intégrité des installations.

7 ANNEXES

7.1 Annexe 1 : Analyses des radionucléides



Laboratoire d'Analyses Environnementales (LAE)
4 avenue Jean Moulin - 69200 Vénissieux

Laboratoire Environnement et Dosimétrie (LED)
Avenue du Brugeaud - 87250 Bessines-sur-Gartempe

Rapport d' Essais

Page 1 / 2

Édité le : 20/03/2019

ALG1902-351-V1

A l' attention du chargé d'affaire Claude Gibaud
Pour le client Societe LE NICKEL-SLN
M. SIBONI

groupe eramet usine de doniambo
2 rue Philogène Ialande desjardins
- NOUMEA
FRANCE

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 2 pages.

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole #.

Les paramètres sous-traités sont identifiés par (*).

Identification Echantillon : ALG1902-351

Identification dossier : ALG19-190

Libellé Echantillon Client : Echantillon

Matrice : Matrices solides

Date de prélèvement : Non précisé

Référence Contrat : ALGC19-9

Date réception laboratoire : 19/02/2019

Paramètre	Résultats A	Unité	Incertitude élargie U(A) k=2	Limite de Détection LD	Date de la mesure	Méthode	Norme	cofrac
Analyse réalisée par : LED								
Potassium 40	160	Bq/kg MS	22	45	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Thallium 208	62.7	Bq/kg MS	4.4	3.5	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Plomb 210	516	Bq/kg MS	84	42	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Plumb 212	212	Bq/kg MS	18	2.7	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Plumb 214	291	Bq/kg MS	16	6.2	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Bismuth 214	261	Bq/kg MS	18	7.2	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Radium 226	278	Bq/kg MS	12	7.2	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Radium 228	190	Bq/kg MS	15	15	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Actinium 228	190	Bq/kg MS	15	15	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Thorium 230	230	Bq/kg MS	120	390	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Thorium 232	190	Bq/kg MS	15	15	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Thorium 234	103	Bq/kg MS	46	49	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Uranium 235	<16	Bq/kg MS	-	33	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Uranium 238	103	Bq/kg MS	46	49	18/03/2019	Spectrométrie Gamma	Méthode interne	
Matieres seches	99.0	% MB			21/02/2019	Gravimétrie	Méthode interne	
Humidite	1.0	% MB			21/02/2019	Gravimétrie	Méthode interne	

A L G A D E



Laboratoire d'Analyses Environnementales (LAE)
4 avenue Jean Moulin - 69200 Vénissieux

Laboratoire Environnement et Dosimétrie (LED)
Avenue du Brugeaud - 87250 Bessines-sur-Gartempe

Rapport d' Essais

Page 2 / 2

Édité le : 20/03/2019

ALG1902-351-V1

**U238 déduit du Th234,
Ra226 déduit du Pb214 et du Bi214,
Ra228 déduit de l'Ac228,
Th232 déduit de l'Ac228**

Présence de Bi212 avec une activité massique de 240 +/- 24 Bq/kg sec

Présence de Rn219 avec une activité massique de 16 +/- 7 Bq/kg sec

Présence de Ra223 avec une activité massique de 17 +/- 9 Bq/kg sec

Présence de Th227 avec une activité massique de 14 +/- 3 Bq/kg sec

Expression des résultats :

Si A est inférieur ou égal à SD alors le résultat est exprimé sous la forme : < SD

Si A>SD alors le résultat est exprimé sous la forme : A±U(A)

Avec SD : Seuil de décision, LD : Limite de détection, A : Activité, U(A) : Incertitude élargie associée à A.

Nicolas BERNHARD

Responsable Technique Laboratoire

A L G A D E

7.2 Annexe 2 : Note technique



NOTE TECHNIQUE

Emetteur	DETI (MC.CONDOYA)	Date	30/09/2020
Destinataire(s)	DE (J. BLANCHE) SGE (P. LAWI) DU	N°	DETI/2020-058
Copie(s)	DETI (V. POMAREDE - D. ROUZEYROL)		
OBJET	Recyclage des imbrûlés de la centrale B		

RESUME / CONCLUSIONS

Les réfactions des chaudières de la centrale B de Doniambo produit des imbrûlés composés principalement de silice (brique réfractaire). La quantité stockée actuellement est de l'ordre de 300 t (30t en 2016 + 15t en 2017 + 255t en 2017 qui était une réfaction exceptionnelle). L'évacuation de ces déchets vers la Nouvelle-Zélande engendre un coût total de 30 MXPF (soit 100 kXPF/t) soit 3 MXPF /an pour la production standard.

L'objectif est donc de trouver une filière interne moins coûteuse sans que cela entraîne des risques pour la santé ni le procédé.

Les risques principaux identifiés sont :

- Une augmentation de la teneur en phosphore du métal dont la spécification FN5 est fixée à 200 ppm
- L'absence de fusion du matériau dans les fours (briques réfractaires)
- L'émission supplémentaire de gaz et notamment de SO₂

Cette note a pour objectif proposer un protocole de recyclage des imbrûlés dans les fours en prenant en compte ses différentes contraintes et leur impact sur le procédé et l'environnement.

Il est possible de recycler 9t d'imbrûlés broyés à 5mm pour un tas de 40 000 th de minerai disposé sur une longueur de 240m, à raison de 365 kg d'imbrûlés tous les 10m. Ceci correspond à un débit de 1.25t/jour. Ce recyclage entraînerait une augmentation de +0.4% du débit de SO₂ journalier et +0.3% du débit annuel, soit une augmentation négligeable. Ce recyclage entraînerait également une augmentation potentielle des rejets atmosphériques en V2O₅, en Cr₂O₃ et en ZnO de 36%, 2% et 1% par rapport aux rejets enregistrées sur 2019. Ces augmentations sont négligeables et n'engendreront pas de dépassement des valeurs limites de rejets.

MOTS CLES : Recyclage, imbrûlés, centrale B

1 Analyse du produit

Les imbrûlés bruts sont de taille variable [0-300]mm et de composition chimique suivante :

EDIZC00003	
NiO	4,7
S	1,2
C	0,4
Al ₂ O ₃	4,7
CaO	28,3
Cr ₂ O ₃	0,5
CuO	0,0
Fe ₂ O ₃	12,8
MgO	2,2
NaO	1,3
SiO ₂	52,2
V ₂ O ₅	7,4
ZnO	0,1
P	0,4
Somme Ox	116,2

L'analyse ne boucle pas (somme > 100%) de par le niveau d'oxydation des éléments qui reste incertain. L'analyse met en évidence une majorité de silice et des teneurs en soufre de 1,2% et en phosphore de 0,4%. Cependant, une analyse effectuée sur un grappillage (échantillon non représentatif) a fourni une valeur de l'ordre de 1,2% (soit 12 000 ppm) en phosphore. Afin de rester conservateur, nous choisissons de conserver cette teneur en phosphore pour la suite des calculs.

Ces éléments peuvent entraîner :

- Une absence de fusion du matériau aux températures des fours (beaucoup de silice)
- Une augmentation de la teneur en phosphore dans le bain métal (12 000 ppm versus 200 ppm max)
- La production supplémentaire de SO₂

2 Débit de recyclage : impact du phosphore

Il faut dans un premier temps déterminer quelle est le ratio d'imbrûlés (kg/ts) recyclable pour que la teneur en phosphore du SLN25 soit de 185 ppm maximum après simulation :

Cas de Base

	Poids (kg/ts)	ppmP	P (g/ts)	%
Mineraï	1 000	10	10,0	53%
Charbon Réducteur	43	30	1,3	7%
Anthracite Réducteur	12	80	1,0	5%
Charbon FR	56	30	1,7	9%
Fuel FR	9	0	0,0	0%
Electrode	1	200	0,3	1%
Dopant	20	240	4,8	25%
			19,0	100%

	Poids (kg/ts)	ppmP	P (g/ts)	%
Scorie	750	6	4,4	23%
Métal FN5	100	146	14,6	77%
Gaz	278	0	0,0	0%
			19,0	100%
		ppmP		
Métal SLN25		153		

Imbrûlés

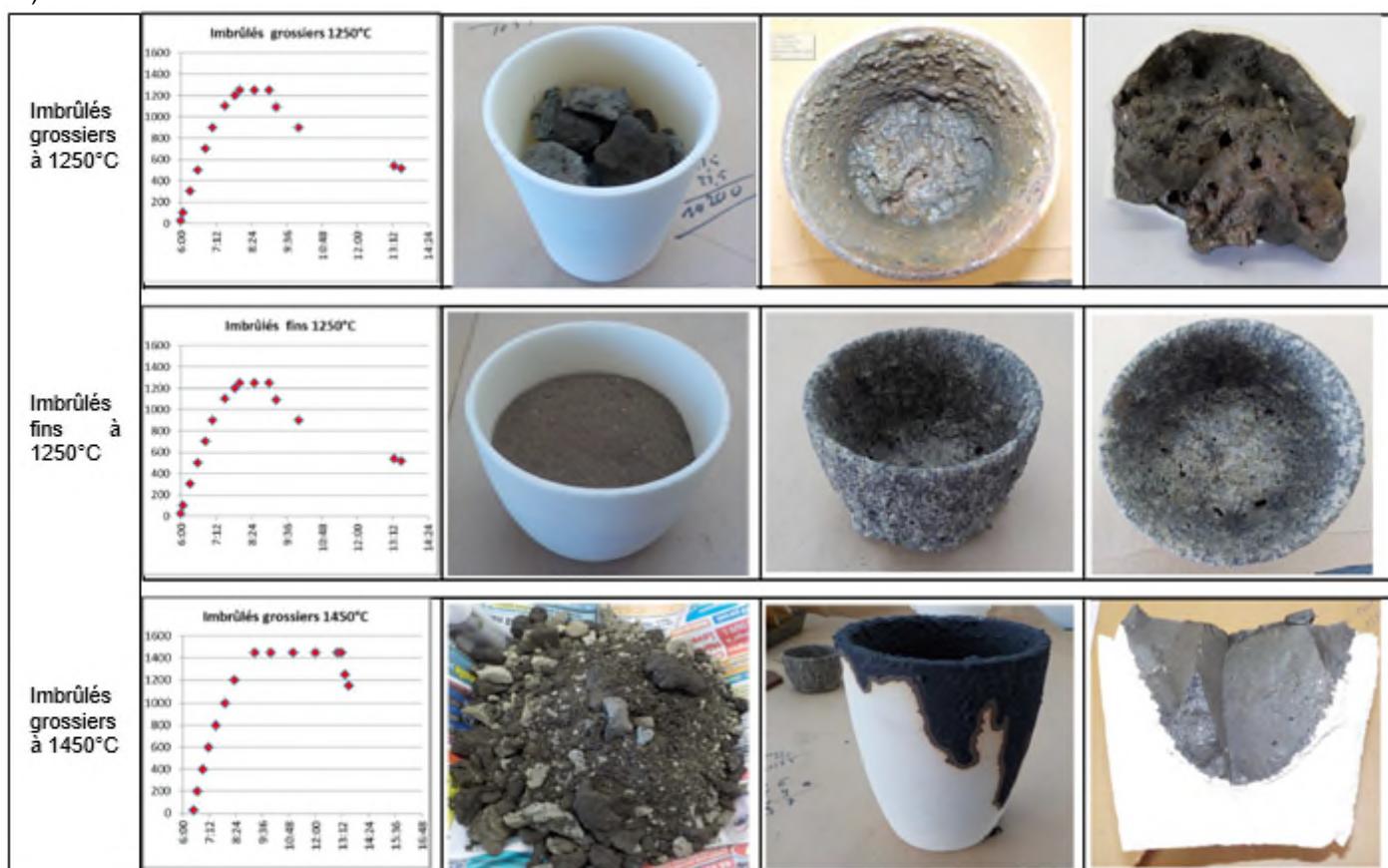
	Poids (kg/ts)	ppmP	P (g/ts)	%
Mineraï	1 000	10	10,0	53%
Charbon Réducteur	43	30	1,3	7%
Anthracite Réducteur	12	80	1,0	5%
Charbon FR	56	30	1,7	9%
Fuel FR	9	0	0,0	0%
Electrode	1	200	0,3	1%
Dopant	20	240	4,8	25%
Imbrûlés	0,40	12 000	4,8	25%
			23,8	125%

	Poids (kg/ts)	ppmP	P (g/ts)	%
Scorie	750	7	5,5	23%
Métal FN5	100	183	18,3	77%
Gaz	278	0	0,0	0%
			23,8	100%
		ppmP		
Métal SLN25		185		

Avec les hypothèses prises, le ratio de **0,4 kg/ts** pour une teneur de 12 000 ppm ferait passer le métal d'une teneur de 153 ppm à 185 ppm (+32ppm).

3 Impact de la granulométrie

Afin de s'assurer que le produit puisse fondre dans le four, des essais labos ont été effectués à différentes températures (1250°C et 1450°C) et pour différentes granulométries (non broyé = grossier et du broyé à 400 µm = fin).



Pour une granulométrie grossière, la fusion est complète à 1450°C et partielle à 1250°C.

Le produit fin (400µm) fond à 1250°C avec un effet de « moussage » → le creuset est vide à la fin du test.

Pour favoriser la fonte du produit sans créer un effet de moussage, **un broyage avec un d95 à 5mm (identique au dopant magnésien)** est donc nécessaire.

Pour cette granulométrie, le produit peut être mis directement sur les tas de minerai ou bien directement dans les fours DEMAG via la repasse.

4 Débit de recyclage

Comme indiqué plus haut (§2), le ratio de recyclage est de **0.4 kg/ts** pour limiter l'impact du phosphore. Voici une possibilité de recyclage :

Hypothèses :

- Ratio de 0.2 kg/ts au lieu de 0.4 kg/ts pour considérer une marge de sécurité
- Production annuelle de tonne sèche : 2 100 000 ts (moyenne de 2016 à 2019)
- Un tas = 40 000 tonnes humides ≈ 240 mètres
- 4 tas par mois (1 tas = 7 jours de consommation)

Calculs :

2 100 000	ts/an
175 000	ts/mois
0,2	kg/ts
420	t imbrûlés/an
35	t/mois d'imbrûlés
9	t d'imbrûlés par tas

40 000	th de minerai /tas minimum
240	m
167	th/m
36	kg d'imbrûlés/m
365	kg d'imbrûlés tous les 10m
1,25	t/jour

Pour éviter l'augmentation de phosphore dans le métal, supérieure à la spécification, il est possible de recycler **9t d'imbrûlés broyés 0-5mm pour un tas de minerai de minimum 40 000 th**, à raison d'un tas pour 7 jours de consommation.

Il sera alors possible de verser environ 360 kg d'imbrûlés tous les 10 m. Une pelle hydraulique pourra ensuite gerber le produit sur le tas pour faciliter son mélange au minerai.

Note : les tas sont normalement consommés par paire (1-3 ou 1-4 ou 2-3 ou 2-4) → **un seul des 2 tas en consommation sera alimenté en imbrûlés dans un premier temps.**

5 Impact du recyclage sur les gaz

Le matériau contient environ **1% de soufre**.

En prenant le cas le plus défavorable, et que l'on considère que tout le soufre contenu part dans les gaz sous forme de SO₂ :

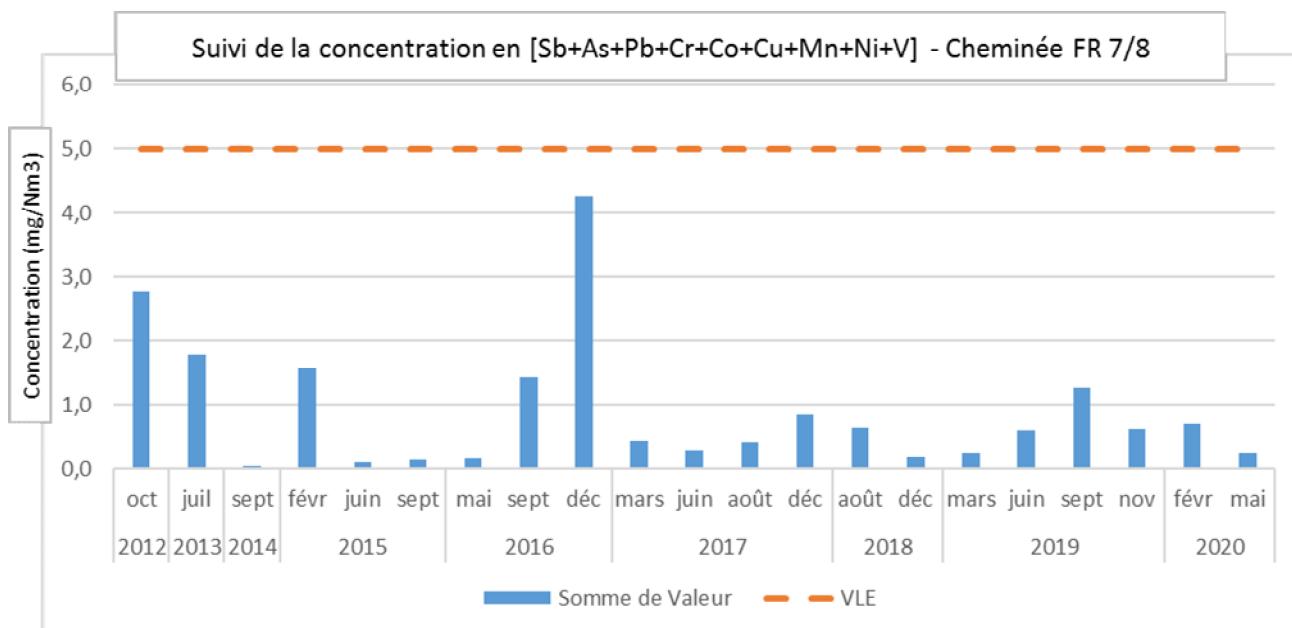
Pour 1,25 t/jour d'imbrûlés à 1% de soufre → dégagement de **25 kg de SO₂ soit 9,2 m³/jour supplémentaire**.

En tenant compte des rejets journaliers et annuels :

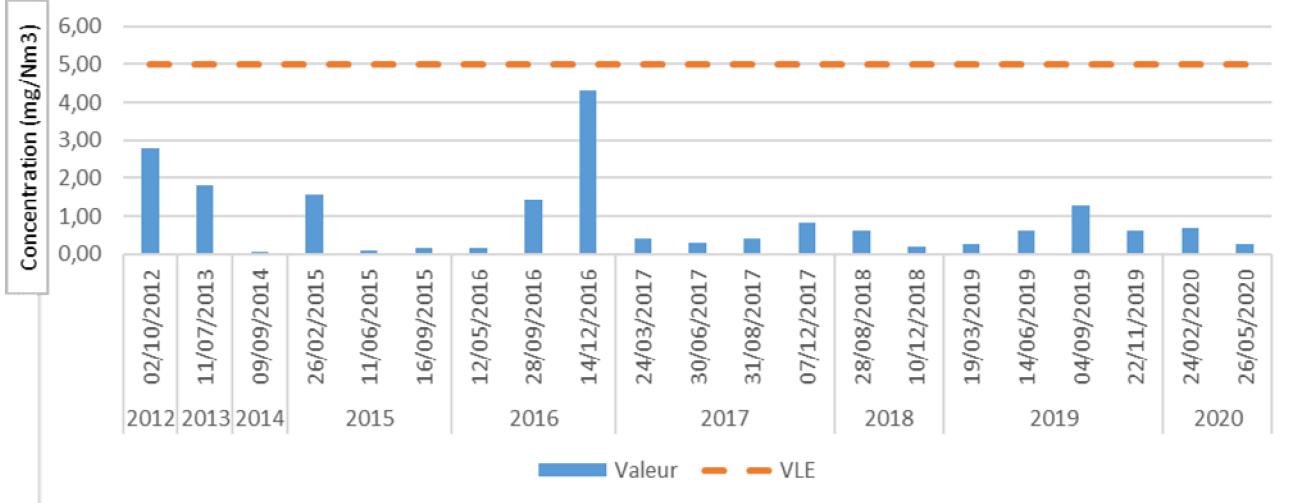
	Emissions 2019 (kg/an)	Moyenne journalière (kg/j)
[SO ₂]	2 382 635,9	6527,8

Cela correspond à **une augmentation de 0,4% par jour et de +0,3% par an**. On peut donc considérer que l'impact du recyclage des imbrûlés sur la production de SO₂ journalière et annuelle est négligeable.

Les imbrûlés ont des teneurs en V₂O₅, Cr₂O₃ et ZnO de 7,4%, 0,5% et 0,1%. De la même façon, si on considère que l'ensemble de ces produits se vaporisent, cela entraînerait une augmentation respectivement de 36%, 2% et 1% par rapport aux rejets enregistrées sur 2019. La valeur limite d'émission (VLE) pour l'usine de Doniambo est pour la somme totale des métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn) et est égale à 5mg/Nm³. Au regard des valeurs historiques, ces augmentations n'engendreront pas de dépassement de la VLE. La simulation est présentée dans le second graphique ci-dessous. La cheminée FR7/8 a été sélectionnée car elle possède les plus hautes valeurs en métaux mesurées.



**Suivi de la concentration en FR 7/8 - Cheminée [Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V] -
Simulation élimination des imbrûlés**



6 Conclusions

Il est possible de recycler 9t d'imbrûlés broyés à 5mm pour un tas de 40 000 th de minerai disposé sur une longueur de 240m, à raison de 365 kg d'imbrûlés tous les 10m. Ceci correspond à un débit de 1.25t/jour. Ce recyclage entraînerait une augmentation de +0.4% du débit de SO₂ journalier et +0.3% du débit annuel, ainsi qu'une augmentation du V2O₅, du Cr₂O₃ et du ZnO de 36%, 2% et 1% par rapport aux rejets enregistrées sur 2019. Ces augmentations sont négligeables.