



VALE Nouvelle-Calédonie

Expertise sur la modélisation des émissions atmosphériques de la raffinerie VALE Nouvelle-Calédonie et de Prony Energie :
Etat des lieux et comparaison des termes sources prévisionnels et termes sources réels

INDICE	0	1	2
DATE	11/2012		
EMETTEUR	Marion FOURNIER		
VERIFICATEUR	Xavier TOUFFUT		

SOMMAIRE

1. PRESENTATION.....	4
2. METHODE.....	5
3. INVENTAIRE DES SUBSTANCES ET DES AGENTS REJETES	6
3.1 EMISSIONS CANALISEES	6
3.2 EMISSIONS DIFFUSES ET FUGITIVES	9
4. TERME SOURCE - EMISSIONS CANALISEES	10
4.1 COMPARAISON DU TERME SOURCE DE KATESTONE AVEC LES VLE DES ARRETES ICPE	10
4.1.1 <i>Comparaison des conditions d'émission</i>	10
4.1.2 <i>Comparaison des flux</i>	13
4.2 COMPARAISON DU TERME SOURCE DE KATESTONE AVEC LES RESULTATS DES CAMPAGNES DE CONTROLES DES REJETS ATMOSPHERIQUES.....	17
4.2.1 <i>Comparaison des conditions d'émission</i>	17
4.2.2 <i>Comparaison des flux</i>	21
4.3 COMPARAISON DES FLUX GLOBAUX ET CONCLUSIONS CONCERNANT LA PRISE EN COMPTE DES EMISSIONS CANALISEES	26
5. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DIFFUSES	28
5.1 INVENTAIRE DES SOURCES D'EMISSION DIFFUSES SUR L'ENSEMBLE DU SITE.....	28
5.2 CALCUL DES FLUX DES EMISSIONS DIFFUSES.....	29
6. EMISSIONS PONCTUELLES DE DIOXYDE DE SOUFRE.....	32
6.1 UNITE DE FABRICATION D'ACIDE SULFURIQUE.....	33
6.2 FEUX DE SOUFRE AU NIVEAU DU STOCKAGE	34
7. CONCLUSIONS.....	38
ANNEXE 1 : DOCUMENTS UTILISES	39
FIGURE 1 : EMISSAIRES DES REJETS AERIENS – DEBITS ET COMPOSANTS PRINCIPAUX.....	7
TABLEAU 1 : COMPARAISON DES CONDITIONS D'EMISSIONS PRISES EN COMPTE PAR KATESTONE ET CELLES DONNEES PAR LES ARRETES ICPE	12
TABLEAU 3 : COMPARAISON DES FLUX DE POLLUANTS PRIS EN COMPTE PAR KATESTONE ET CELLES DONNEES PAR LES ARRETES ICPE	15
TABLEAU 2 : COMPARAISON DES CONDITIONS D'EMISSIONS PRISES EN COMPTE PAR KATESTONE ET CELLES MESUREES LORS DES CAMPAGNES DE MESURE.	20
TABLEAU 4 : COMPARAISON DES FLUX DE POLLUANTS PRIS EN COMPTE PAR KATESTONE A CEUX MESURES LORS DES CAMPAGNES DE MESURES.	23

GLOSSAIRE

AMQS: Air Quality Monitoring Stations

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

VLE : Valeur Limite d'exposition à court terme, dont le respect permet d'éviter le risque d'effets toxiques immédiats ou à court terme. La VLE est une valeur plafond mesurée sur une durée maximale de 15 mn.

US-EPA : United States Environmental Protection Agency

1. PRESENTATION

Vale Nouvelle-Calédonie exploite une usine de traitement de minerai latéritique dont la capacité de production nominale sera de 60 000 tonnes de nickel et 5 400 tonnes de cobalt par an aux lieux-dits « Goro » et « Prony-Est », sur les communes de Yaté et du Mont-Dore, en Nouvelle Calédonie.

L'arrêté ICPE n° 1467-2008 du 9 octobre 2008 [C] est la référence de Vale Nouvelle-Calédonie en matière de respect des différents seuils d'émission de polluants atmosphériques.

L'énergie nécessaire aux installations de Vale Nouvelle-Calédonie est fournie par une centrale thermique au charbon située à proximité immédiate et opérée par la société Prony Energies dans le cadre de son arrêté ICPE n° 1532 du 21 novembre 2005 [D].

Le complexe industriel compte 22 cheminées pour les unités de Vale Nouvelle-Calédonie et 2 cheminées pour la centrale thermique de Prony Energies. A ces rejets canalisés peuvent s'ajouter des rejets diffus, au niveau des unités constituées de grandes surfaces de solutions aqueuses à l'air libre ainsi qu'au niveau des tours aéro-réfrigérées de Vale Nouvelle-Calédonie et de Prony Energies.

La photo ci-dessous montre la complexité du site Vale.



Afin d'estimer l'impact des émissions du complexe industriel sur l'air ambiant et de définir un réseau de suivi pour effectuer le contrôle de ces émissions, Vale Nouvelle Calédonie a sollicité la société KATESTONE ENVIRONMENTAL pour réaliser un modèle de dispersion dans l'air (2003, révisé en 2004, 2005 et 2007).

Cinq sites de mesures de surveillance de la qualité de l'air en périphérie du complexe industriel ont été installés, avec un programme de surveillance de la qualité de l'air réglementairement défini dans le cadre des arrêtés ICPE n° 1467-2008 du 9 octobre 2008 de Vale Nouvelle-Calédonie et n° 1532 du 21 novembre 2005 de Prony Energies. Ce programme commun est assuré par Vale Nouvelle-Calédonie.

Un protocole de réduction des émissions atmosphériques est en cours d'élaboration par Vale Nouvelle Calédonie et Prony Energies, visant à respecter en tout temps les obligations réglementaires en termes de qualité de l'air ambiant.

Ce protocole est en partie basé sur les analyses d'air ambiant des stations AMQS dites "industrielles" et consiste en une diminution graduelle de régime de fonctionnement de l'un des deux industriels.

La base de cette surveillance et des choix techniques et contraintes d'exploitation issus des mesures de qualité de l'air repose sur la pertinence de la modélisation atmosphérique (données d'émission, données météorologiques, choix et calage du modèle,...).

Le souhait de Vale Nouvelle Calédonie, compte tenu des enjeux environnementaux et pour la conduite des installations de production (Vale) et de fourniture d'énergie (Prony Energie), est de faire expertiser les modélisations atmosphériques réalisées.

Dans ce contexte et suite à la demande de Vale Nouvelle Calédonie, BUREAU VERITAS a effectué une expertise des modélisations atmosphériques réalisées par KATESTONE.

Les écarts généralement constatés entre les informations issues des modélisations de la dispersion atmosphérique de polluants et les observations faites lors de surveillances environnementales des installations proviennent de deux origines :

- les écarts entre les quantités et conditions des émissions prévisionnelles qui constituent le « terme source » des calculs de dispersion, et celles effectives lorsque le site est en fonctionnement.
- le choix ou les conditions de mise en œuvre des modèles.

Le présent rapport s'attache à étudier et analyser le terme source pris en compte dans les modélisations de KATESTONE.

2. METHODE

Les flux et conditions d'émission sont normalement déterminés à partir :

- des conditions de fonctionnement réelles des installations,
- des données relatives aux performances observées (équipements de réduction des émissions polluantes),
- des mesures à l'émission.

Nous avons ciblé notre étude sur les émissions canalisées pour l'ensemble des polluants pris en compte dans les études de KATESTONE et retenus dans l'arrêté préfectoral d'autorisation de Vale, en les étendant, comme spécifié dans le cahier des charges, aux sources d'émission non canalisées.

Notre analyse a porté sur plusieurs critères :

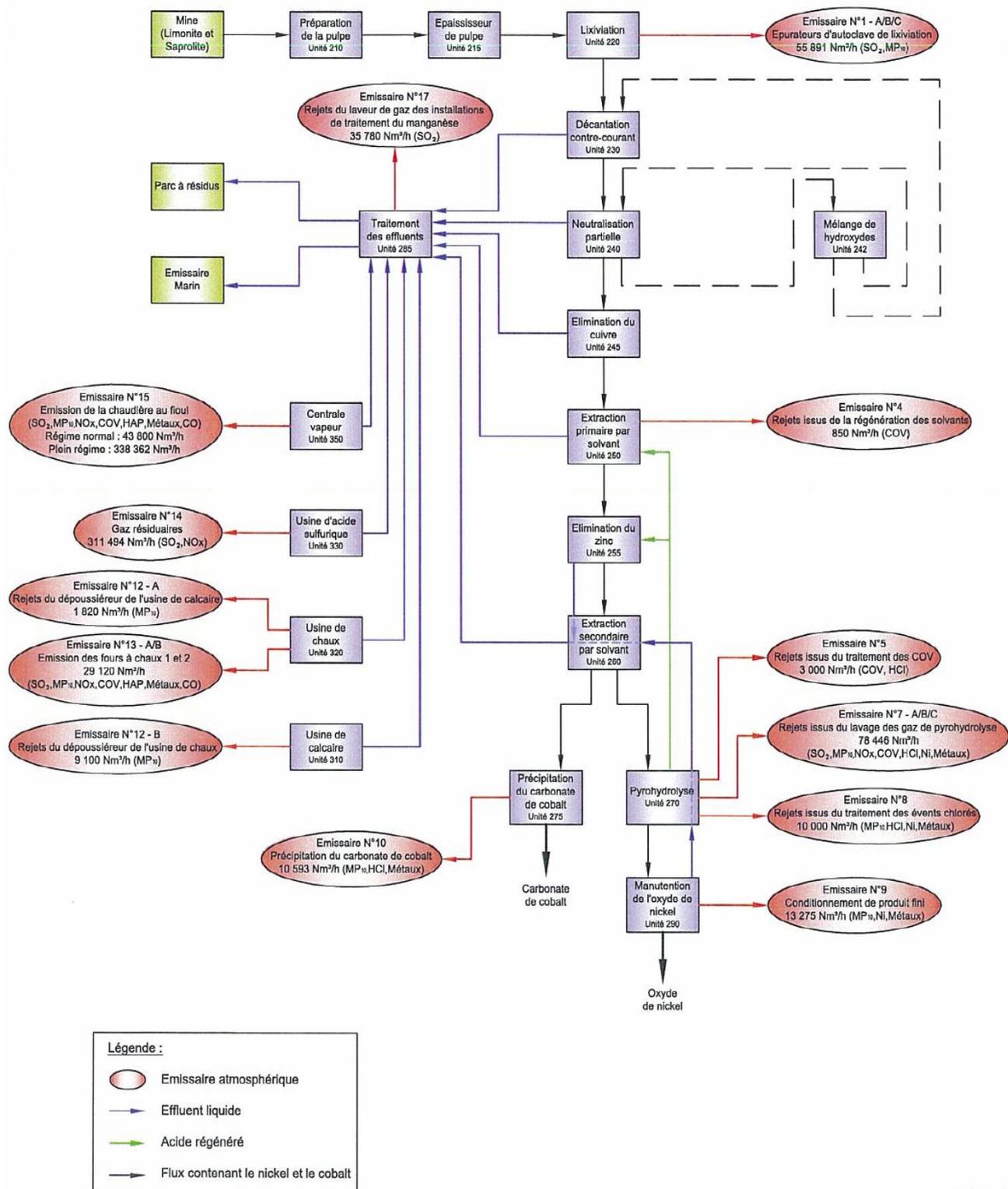
- conditions physiques des émissions et flux émis : comparaison aux prescriptions de l'arrêté d'autorisation du site et des résultats des campagnes de mesures de contrôle des émissions atmosphériques au niveau des différentes installations du site.
- bilan des sources d'émissions non canalisées, avis critique sur les calculs de quantification.

3. INVENTAIRE DES SUBSTANCES ET DES AGENTS REJETES

Ce chapitre présente les sources d'émission canalisées et diffuses qui ont été recensées et prise en compte dans le cadre du dossier ICPE (Volume III – Section B [B]) des sites Vale et Prony Energies

3.1 EMISSIONS CANALISEES

Le schéma suivant présente les unités génératrices de rejets atmosphériques, leurs émissaires, leurs débits et composants principaux, tels que présentés dans le dossier ICPE du site et pris en compte dans les modélisations de KATESTONE.



Mai 2007

Figure 1 : Emisaires des rejets aériens – débits et composants principaux

Le tableau suivant synthétise les compositions des rejets atmosphériques canalisés de la raffinerie :

Unité	Emissaire N°	Description	Polluants pris en compte par KATESTONE
220 - Lixiviation sous pression	1-A/B/C (3)	Epurateurs des autoclaves de lixiviation	SO ₂ , PM ₁₀
240 - Neutralisation partielle	2-A	Neutralisation partielle du Tank 1	Poussières, H ₂ SO ₄ et SO ₂
	2-B	Neutralisation partielle du Tank 2	Poussières, H ₂ SO ₄ et SO ₂
	2-C	Neutralisation partielle du Tank 3	Poussières, H ₂ SO ₄ et SO ₂
	2-D	Neutralisation partielle du Tank 4	Poussières, H ₂ SO ₄ et SO ₂
250 - Extraction Primaire par solvant	4	Incinérateurs des gaz d'événements	COV, CO, NO _x
270 - Pyrohydrolyse du nickel	5	Rejets issus du traitement des COV	COV, HCl
270 - Pyrohydrolyse du nickel	7-A/B/C (4)	Rejets des trains de pyrohydrolyse	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , Ni, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn), HCl
270 - Pyrohydrolyse du nickel	8	Rejets après traitement des composés chlorés	COV, HCl
290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel	9	Rejets issus du conditionnement de l'oxyde de Nickel	PM ₁₀ , Ni, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)
275 - Précipitation du carbonate de cobalt	10	Rejets issus de la précipitation du carbonate de cobalt	PM ₁₀ , Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn), HCl
310 - Usine de calcaire	12A	Dépoussiéreur du concasseur de calcaire	PM ₁₀
320 - Usine de chaux	12B	Rejets de l'atelier de l'usine de chaux	PM ₁₀
320 - Usine de chaux	13A/B (5)	Rejets des fours à chaux 1 et 2	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , CO, HAP, (Cd+Hg+Tl), (As+Se+Te), Pb, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)
330 - Usine d'acide sulfurique	14	Gaz résiduels du procédé	SO ₂ , NO _x , (As+Se+Te)
350 - Centrale thermique au fioul (6)	15	Emissions des chaudières au fioul	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , CO, COV, HAP, (Cd+Hg+Tl), (As+Se+Te), Pb, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)
285 - Traitement des effluents	17	Emissions résultant du polissage de l'effluent	SO ₂
Centrale thermique PRONY	16	Emission des chaudières au charbon	PM ₁₀ , CO, SO ₂ , NO _x , dioxines furanes, HAP, COV, (Cd+Hg+Tl), (As+Se+Te), Pb, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)

Sources : concepteur des installations

☛ Les émissions canalisées (flux et conditions d'émission) ont été déterminées dans le cadre du dossier ICPE du site par l'équipe d'ingénierie conceptrice du projet – département Procédé et Permis.

Ce sont ces flux et ces conditions d'émissions calculées qui ont été intégrés par KATESTONE dans les modélisations réalisées. L'arrêté ICPE du site a été basé par la suite sur ces flux et conditions d'émission, correspondant à un fonctionnement nominal des installations.

3.2 EMISSIONS DIFFUSES ET FUGITIVES

Les **émissions diffuses** émises par le site proviennent essentiellement des installations de stockage de produits chimiques (stockages ouverts, événements) et des opérations de chargement / déchargement de produits volatils.

Le dossier ICPE du site recense les sources d'émission suivantes (Volume III - section B [B]) :

Unité	Équipement / activité génératrice d'émissions diffuses	Polluants principaux émis
Unité 220 : Lixiviation	HPAL vers CCD boîte de pompage	H ₂ SO ₄ (négligeable)
Unité 230 : Décantation à contre-courant	Bassins (Épaississeurs) + cuves d'alimentation + cuve de surverse	H ₂ SO ₄ (négligeable)
Unité 240 : Neutralisation partielle		CO ₂
Unité 245 : Élimination du cuivre	Cuve d'alimentation CUIX + cuve de solution recyclée + cuve de solution	H ₂ SO ₄ (négligeable)
Unité 250 : Extraction primaire	Cuve de raffinat	H ₂ SO ₄ (négligeable)
Unité 250 : Stockage de Cyanex	Stockage de Cyanex	HCl, HC ⁽¹⁾ (négligeable)
Unité 270 : Pyrohydrolyse	-	CO ₂
Unité 285 : Neutralisation finale	-	CO ₂
Unité 335 : Stockage acide sulfurique	Cuves de stockage H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄

(1) HC : Hydrocarbures

Les **émissions fugitives** sur les installations suivantes sont associées aux fuites ou pertes dues à l'usure de certains équipements tels que les joints d'étanchéité, les vannes, etc :

Unité	Polluants principaux émis
Unité 250 : Stockage de Cyanex	HC ⁽¹⁾ (négligeable)
Unité 270 : Pyrohydrolyse	HC ⁽¹⁾ (négligeable)
Unité 350 : Stockage de fioul lourd et gazole	HC ⁽¹⁾ (négligeable)

(1) HC : Hydrocarbures

Sources : concepteur des installations

☞ Les **émissions diffuses et fugitives** ont été quantifiées dans le cadre du dossier ICPE du site.

Les flux calculés n'étant pas significatifs au regard des émissions canalisées, KATESTONE n'a pas jugé pertinent d'intégrer ces sources diffuses et fugitives dans les modélisations réalisées.

4. TERME SOURCE - EMISSIONS CANALISEES

Par terme source, on entend les caractéristiques des émissions des différents composés pour chacune des cheminées, c'est-à-dire, pour chacun des points de rejet :

- Vitesse d'éjection (diamètre de la cheminée),
- Hauteur de rejet,
- Température du rejet,
- Flux de chaque substance émise et modulation éventuelle dans le temps.

Afin d'analyser les hypothèses prises en compte dans la modélisation de KATESTONE, nous nous sommes basés sur les éléments suivants :

- Comparaison avec les arrêtés ICPE ([C][D]) *pour mémoire, les données prises en compte par KATESTONE correspondent à un fonctionnement nominal. Ces valeurs sont normalement celles qui ont été retenues dans l'arrêté ICPE.*
- Comparaison avec les rapports de campagnes de mesures des rejets atmosphériques du site (2010-2011) → *comparaison de la situation théorique pour un fonctionnement nominal avec la situation réelle pour la phase de démarrage des installations,*

4.1 COMPARAISON DU TERME SOURCE DE KATESTONE AVEC LES VLE DES ARRETES ICPE

4.1.1 Comparaison des conditions d'émission

Le **Tableau 1** ci-après établit une comparaison entre les conditions d'émission prises en compte dans les modélisations de KATESTONE et celles données par les arrêtés ICPE des sites Vale (n° 1467-2008 du 9 octobre 2008) et Prony Energies (n° 1532 du 21 novembre 2005).

Les conclusions de cette comparaison sont les suivantes :

<i>Unités</i>	<i>Constat</i>	<i>Conclusion</i>
Unité 240 Neutralisation partielle	Les sources d'émission 2A/B/C/D n'ont pas été prises en compte dans la modélisation de KATESTONE. Cette unité est génératrice d'émissions de poussières (PM10) et de SO ₂ .	Sous-estimation des émissions de SO ₂ et PM10 dans les modélisations de KATESTONE (la comparaison des flux théoriques est réalisée au § 4.1.2)

Unités	Constat	Conclusion
<p>Unité 350 Centrale thermique au fioul</p>	<p>Le diamètre considéré dans les modélisations est plus grand que celui donné dans l'Arrêté ICPE du site, cependant la vitesse d'éjection utilisée est conforme à la vitesse imposée par l'arrêté ICPE.</p> <p>Le débit normal pris en compte par KATESTONE est 5 fois inférieur à celui donné par l'Arrêté ICPE.</p> <p>Ceci s'explique par le fait que l'unité ne fonctionne pas à plein régime en fonctionnement normal.</p> <p>Cette unité fonctionne à plein régime lorsque l'usine d'acide est à l'arrêt pour raisons de maintenance (courtes périodes).</p>	<p>Le diamètre utilisé dans la modélisation correspond au diamètre de l'exutoire global (celui comprenant les trois conduits pour chacune des cheminées). Cette donnée est donc correcte.</p> <p><i>Nota : Le diamètre renseigné dans la modélisation a un impact sur la la prise en compte du phénomène de rabattement des panaches : plus le diamètre est important, plus le panache est rabattu et les concentrations obtenus importantes.</i></p> <p><i>A noter que la vitesse d'éjection de cette source est faible (2,85 m/s), le rabattement des panaches intervient dans ce cas dès que le vent est supérieur à 2,5 m/s.</i></p>
<p>Autres unités</p>	<p>Les conditions d'émission prises en compte par KATESTONE correspondent à celles de l'Arrêté ICPE</p>	<p>Idem Arrêté ICPE</p>

Unité	Emissaire N°	Description	Polluants pris en compte par KATESTONE	Diamètre de l'émissaire (1) (m)		Hauteur réelle de l'émissaire (m)		Température (K)		Vitesse d'éjection m/s		Débit Nm ³ /h (2)	
				KATESTONE	AP	KATESTONE	AP (hauteur minimale de la cheminée)	KATESTONE	AP	KATESTONE	AP	KATESTONE	AP
220 - Lixiviation sous pression	1-A/B/C (3)	Epurateurs des autoclaves de lixiviation	SO ₂ , PM ₁₀	1.60	1.60	46.00	44	430.00	430	8.00	8	55 891	55 891
240 - Neutralisation partielle	2-A	Neutralisation partielle du Tank 1	Poussières, H ₂ SO ₄ et SO ₂	-	0.60	-	21	-	343	-	15.2	-	19 991
	2-B	Neutralisation partielle du Tank 2	Poussières, H ₂ SO ₄ et SO ₂	-	0.60	-	21	-	341	-	10.5	-	13 403
	2-C	Neutralisation partielle du Tank 3	Poussières, H ₂ SO ₄ et SO ₂	-	0.60	-	21	-	339	-	8	-	8 716
	2-D	Neutralisation partielle du Tank 4	Poussières, H ₂ SO ₄ et SO ₂	-	0.40	-	21	-	338	-	9.3	-	5 432
250 - Extraction Primaire par solvant	4	Incinérateurs des gaz d'événements	COV, CO, NO _x	0.25	0.25	26.00	11.6	503.00	503	8.00	8	850	850
270 - Pyrohydrolyse du nickel	5	Rejets issus du traitement des COV	COV, HCl	0.30	0.30	25.00	25	298.00	298	12.70	12.7	3 000	3 000
270 - Pyrohydrolyse du nickel	7-A/B/C (4)	Rejets des trains de pyrohydrolyse	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , Ni, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn), HCl	1.00	1.00	36.00	28	388.00	388	21.80	21.8	78 446	78 446
270 - Pyrohydrolyse du nickel	8	Rejets après traitement des composés chlorés	COV, HCl	0.25	0.25	22.00	21.5	313.00	313	62.30	62.3	10 000	10 000
290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel	9	Rejets issus du conditionnement de l'oxyde de Nickel	PM ₁₀ , Ni, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)	0.80	0.80	30.00	28	301.00	301	9.06	9.06	13 275	13 275
275 - Précipitation du carbonate de cobalt	10	Rejets issus de la précipitation du carbonate de cobalt	PM ₁₀ , Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn), HCl	0.40	0.40	16.00	13	313.00	313	28.00	28	10 593	10 593
310 - Usine de chaux	12A	Dépoussiéreur du concasseur de calcaire	PM ₁₀	0.40	0.40	23.00	23	308.00	308	25.00	25	9 100	9 100
320 - Usine de calcaire	12B	Rejets de l'atelier de l'usine de chaux	PM ₁₀	0.20	0.20	21.00	21	308.00	308	19.90	19.9	1 820	1 820
320 - Usine de chaux	13A/B (5)	Rejets des fours à chaux 1 et 2	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , CO, HAP, (Cd+Hg+Tl), (As+Se+Te), Pb, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)	1.10	1.10	49.50	49.5	393.00	393	15.00	15	29 120	29 120
330 - Usine d'acide sulfurique	14	Gaz résiduels du procédé	SO ₂ , NO _x , (As+Se+Te)	2.60	2.60	66.00	64.9	353.00	353	21.70	21.7	311 494	311 494
350 - Centrale thermique au fioul (6)	15	Emissions des chaudières au fioul	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , CO, COV, HAP, (Cd+Hg+Tl), (As+Se+Te), Pb, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)	2.80	1.63	55.00	51.4	332.00	332	2.85 (7)	2.85	43 800 (8)	226 848
285 - Traitement des effluents	17	Emissions résultant du polissage de l'effluent	SO ₂	0.75	0.75	24.00	23.5	318.00	318	25.00	25	35 780	35 780
Centrale thermique PRONY	16	Emission des chaudières au charbon	PM ₁₀ , CO, SO ₂ , NO _x , dioxines furanes, HAP, COV, (Cd+Hg+Tl), (As+Se+Te), Pb, Métaux (Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn)	2.75	2.58	54.00	54	401.00	nd	14.40	8	403 942	403 942

Tableau 1 : Comparaison des conditions d'émissions prises en compte par KATESTONE et celles données par les arrêtés ICPE.

Nd : non défini

- (1) Diamètre donné pour une cheminée
- (2) Débit exprimé dans les conditions normales de température et de pression (T= 273K et P= 1atm)
- (3) L'unité de lixiviation est dotée de 3 cheminées distinctes identiques
- (4) Chaque train de pyrohydrolyse est doté d'une cheminée distincte
- (5) L'usine à chaux est dotée de 2 fours (avec 2 cheminées chacun) qui ne fonctionnent pas simultanément dans les conditions normales
- (6) Unité constituée de 3 chaudières (3 flux rassemblés en un flux émis pas un émissaire unique). Diamètre donné pour un flux. Débit normalisé correspondant au débit nominal de l'installation
- (7) Vitesse d'éjection calculée pour un fonctionnement en régime partiel de l'unité (en conditions normales, les chaudières auxiliaires fonctionneront à 10% de leur capacité totales, quand l'unité d'acide sulfurique est opérationnelle).
- (8) Quand l'usine d'acide est à l'arrêt pour raisons de maintenance, l'unité 350 fonctionne à plein régime.
- (9) Valeur calculée à partir de la vitesse réglementaire de 8 m/s et le débit réel donné dans l'AP de la centrale (603 700 m³/h).

4.1.2 Comparaison des flux

Le **Tableau 2** ci-après établit une comparaison entre les flux de polluants pris en compte dans les modélisations de KATESTONE et les flux maximaux donnés par les arrêtés ICPE.

Les conclusions de cette comparaison sont les suivantes :

Unités	Constat	Conclusion
<p>Unité 240 Neutralisation partielle</p>	<p>Les sources d'émission 2A/B/C/D n'ont pas été prises en compte dans la modélisation de KATESTONE. Cette unité est génératrice d'émissions de poussières (PM10) et de SO₂.</p>	<p>Sous-estimation des émissions de SO₂ et PM10 dans les modélisations de KATESTONE par rapport aux flux réglementaires.</p> <p>Notons que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le flux de SO₂ lié à cette unité représente 1,4% du flux total de SO₂ émis - Le flux de PM10 lié à cette unité représente 6,9% du flux total de PM10 émis <p><i>Nota : les mesures réalisées au niveau des émissaire 2A/B/C/D montrent qu'actuellement, les flux réglementaires ne sont pas dépassés (cf § 4.2.2)</i></p>
<p>Unité 250 : Extraction primaire par solvant</p>	<p>Le flux de COV pris en compte par KATESTONE est 5 fois inférieur au flux maximal imposé par l'arrêté.</p>	<p>Sous-estimation des émissions de COV dans les modélisations de KATESTONE par rapport aux flux réglementaires.</p> <p><i>Nota : les mesures réalisées au niveau de l'émissaire n°4 montrent qu'actuellement, les flux réglementaires ne sont pas dépassés (cf § 4.2.2)</i></p>
<p>Unité 270 : Pyrohydrolyse du nickel</p>	<p>Emissaires 7 A/B/C : les flux de Cl₂ et dioxines-furanes n'ont pas été pris en compte dans les modélisations de KATESTONE mais des VLE sont données dans l'arrêté ICPE.</p>	<p>Non prise en compte des émissions de Cl₂ et dioxines-furanes dans les modélisations de KATESTONE.</p>
<p>Unité 320 - Usine de chaux</p>	<p>Emissaires 13A/B L'Arrêté ICPE possède deux tableaux de valeurs d'émission limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un tableau en cas de co-incinération de déchets dangereux, - un tableau hors cas de co-incinération de déchets dangereux. <p>Actuellement, la co-incinération de déchets n'est pas mise en place sur le site de Vale, or les flux pris en compte par KATESTONE sont ceux donnés pour le cas de la co-incinération (flux avec co-incinération < flux sans co-incinération).</p> <p>Ceci explique l'écart observé au niveau des émissions de SO₂ et de PM10</p>	<p>SO₂ : le flux pris en compte par KATESTONE représente 5,9% du flux réglementaire → sous-estimation du modèle</p> <p>PM10 : le flux pris en compte par KATESTONE représente 69,7% du flux réglementaire → légère sous-estimation du modèle</p>

Unités	Constat	Conclusion
<u>Unité 350</u> Centrale thermique au fioul	<p>Le débit normal pris en compte par KATESTONE étant 5 fois inférieur à celui donné par l'Arrêté ICPE, les flux sont également 5 fois plus faibles.</p> <p>Ceci s'explique par le fait que l'unité ne fonctionne pas à plein régime en fonctionnement normal.</p> <p>Cette unité fonctionne à plein régime lorsque l'usine d'acide est à l'arrêt pour raisons de maintenance (courtes périodes).</p>	<p>Les flux pris en compte correspondent au fonctionnement normal de l'unité.</p>
<u>Centrale Prony Energies</u>	<p>Le flux de COV pris en compte par KATESTONE est 10 fois inférieur au flux réglementaire donné par l'Arrêté ICPE de la centrale.</p> <p>A noter que le flux renseigné dans le dossier ICPE (Section B – Caractérisation des pollutions et consommation des ressources, Tableau 5) ainsi que dans le rapport « <i>Katestone.Model_FR.doc</i> » est 44,4 kg/h alors que la valeur réelle entrée dans le modèle est de 4,44 kg/h.</p>	<p>Le modèle a sous-estimé le flux de COV émis.</p> <p><i>Nota : les mesures réalisées au niveau des émissaires n°16 montrent qu'actuellement, les flux réglementaires ne sont pas dépassés pour les COV (cf § 4.2.2)</i></p>
<u>Autres unités</u>	<p>Les flux pris en compte par KATESTONE correspondent à ceux de l'Arrêté ICPE</p>	<p>Idem AP</p>

- ⇒ On note que certains flux ont été sous-estimés dans la modélisation de KATESTONE par rapport aux flux imposés aux Arrêtés ICPE. Toutefois, pour pouvoir conclure sur la pertinence de la modélisation, ces conclusions doivent ensuite être comparées aux conclusions obtenues suite à la comparaison avec les flux réels.

Unité	Emissaire N°	Description	SOx kg/h		NOx kg/h		PM10 kg/h		CO kg/h		COV kg/h		HAP kg/h		Cd+Hg+Tl kg/h		Cd kg/h		Hg kg/h	
			KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP
220 - Lixiviation sous pression	1-A/B/C	Epurateurs des autoclaves de lixiviation	16.767 (1)	16.700 (1)			1.677 (1)	1.670 (1)												
240 - Neutralisation partielle	2-A	Neutralisation partielle du Tank 1		6.000				0.800												
	2-B	Neutralisation partielle du Tank 2		4.020				0.530												
	2-C	Neutralisation partielle du Tank 3		2.610				0.350												
	2-D	Neutralisation partielle du Tank 4		1.630				0.220												
250 - Extraction Primaire par solvant	4	Incinérateurs des gaz d'événements			0.085	0.085			0.085	0.085	0.017	0.085								
270 - Pyrohydrolyse du nickel	5	Rejets issus du traitement des COV									0.300	0.300								
270 - Pyrohydrolyse du nickel	7-A/B/C (4)	Rejets des trains de pyrohydrolyse	23.534	23.500	39.223	39.200	1.570	1.570												
270 - Pyrohydrolyse du nickel	8	Rejets après traitement des composés chlorés									1.000	1.000								
290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel	9	Rejets issus du conditionnement de l'oxyde de Nickel					0.270	0.270												
275 - Précipitation du carbonate de cobalt	10	Rejets issus de la précipitation du carbonate de cobalt					0.424	0.420												
310 - Usine de calcaire	12B	Dépoussiéreur du concasseur de calcaire					0.073	0.070												
320 - Usine de chaux	12A	Rejets de l'atelier de l'usine de chaux					0.364	0.360												
320 - Usine de chaux	13A/B (5)	Rejets des fours à chaux 1 et 2	1.456	24.750	13.690	13.690	0.815	1.170	14.560	8.000			0.003	0.003	0.003	0.002				
330 - Usine d'acide sulfurique	14	Gaz résiduels du procédé	514.000	514.000	6.230	6.230														
350 - Centrale thermique au fioul (6)	15	Emissions des chaudières au fioul	11.914	61.700	8.760	45.370	1.314	6.800	4.380	22.680	4.818	24.950	0.004	0.023	0.004	0.011				
285 - Traitement des effluents	17	Emissions résultant du polissage de l'effluent	10.734	10.700																
Centrale thermique PRONY	16	Gaz résiduels de la centrale thermique	395.86	396.00	262.56	262.60	12.12	12.10	80.79	80.80	4.44 (2)	44.40	0.04	0.04	0.04	0.04				

Tableau 2 : Comparaison des flux de polluants pris en compte par KATESTONE et celles données par les arrêtés ICPE

(1) Ces flux sont donnés pour chaque cheminée

(2) Le flux renseigné dans le dossier ICPE (Section B – Caractérisation des pollutions et consommation des ressources, Tableau 5) ainsi que dans le rapport « Katestone.Model_FR.doc » est 44,4 kg/h alors que la valeur réelle entrée dans le modèle est de 4,44 kg/h.

Unité	Emissaire N°	Description	TI (kg)		As+Se+Te (kg)		Pb (kg)		Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn (kg)		Ni (kg)		Cl2 (kg)		NH3 (kg)		Dioxines Furanes (kg)		HCl (kg)		
			KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	KATEST ONE	AP	
220 - Lixiviation sous pression	1-A/B/C (3)	Epurateurs des autoclaves de lixiviation																			
240 - Neutralisation partielle	2-A	Neutralisation partielle du Tank 1																			
	2-B	Neutralisation partielle du Tank 2																			
	2-C	Neutralisation partielle du Tank 3																			
	2-D	Neutralisation partielle du Tank 4																			
250 - Extraction Primaire par solvant	4	Incinérateurs des gaz d'événements																			
270 - Pyrohydrolyse du nickel	5	Rejets issus du traitement des COV																		0.150	0.150
270 - Pyrohydrolyse du nickel	7-A/B/C (4)	Rejets des trains de pyrohydrolyse							0.392	0.390	0.392	0.390		0.390				0.000	3.922	3.920	
270 - Pyrohydrolyse du nickel	8	Rejets après traitement des composés chlorés																		0.500	0.500
290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel	9	Rejets issus du conditionnement de l'oxyde de Nickel							0.070	0.070	0.070	0.070									
275 - Précipitation du carbonate de cobalt	10	Rejets issus de la précipitation du carbonate de cobalt							0.053	0.050										0.530	0.530
310 - Usine de calcaire	12B	Dépoussiéreur du concasseur de calcaire																			
320 - Usine de chaux	12A	Rejets de l'atelier de l'usine de chaux																			
320 - Usine de chaux	13A/B (5)	Rejets des fours à chaux 1 et 2			0.003	0.003	0.029	0.016	0.015	0.146											
330 - Usine d'acide sulfurique	14	Gaz résiduels du procédé			0.311	0.310															
350 - Centrale thermique au fioul (6)	15	Emissions des chaudières au fioul			0.044	0.227	0.044	0.227	0.438	1.130						4.540					
285 - Traitement des effluents	17	Emissions résultant du polissage de l'effluent																			
Centrale thermique PRONY	-	Gaz résiduels de la centrale thermique			0.404	0.400	0.404	0.400	4.039	0.004											

Tableau 2 (suite) : Comparaison des flux de polluants pris en compte par KATESTONE à ceux donnés par les arrêtés ICPE

4.2 COMPARAISON DU TERME SOURCE DE KATESTONE AVEC LES RESULTATS DES CAMPAGNES DE CONTROLES DES REJETS ATMOSPHERIQUES

Ces comparaisons sont à considérer avec précaution car les conditions d'émission et les flux pris en compte par KATESTONE correspondent à un fonctionnement nominal des installations alors que les conditions d'émissions et flux mesurés lors des campagnes de contrôle des rejets atmosphériques [K] reflètent l'activité actuelle des unités (en phase de démarrage).

Nota : Il n'a pas été possible d'extrapoler les résultats des mesures pour déterminer les conditions d'émission et les flux de polluants en fonctionnement nominal car :

- Les conditions de fonctionnement des unités au moment de la réalisation des mesures n'ont pas toujours été précisées dans les rapports d'analyse,
- L'usine étant en phase de démarrage actuellement, les paramètres de fonctionnement des unités sont ajustés si besoin en fonction des résultats des mesures afin d'améliorer les conditions d'émission. Ainsi les mesures ne reflètent pas le fonctionnement nominal de l'installation.

Il faut noter également que les températures et les vitesses des gaz données dans les rapports de mesure sont celles mesurées au niveau des sections de mesure (zone d'accès prévue pour la réalisation des mesures, située en dessous du point d'éjection de la cheminée). A défaut de données disponibles pour ces paramètres au niveau des points d'éjection, nous comparerons ces valeurs à celle de KATESTONE.

4.2.1 Comparaison des conditions d'émission

Le **Tableau 1** ci-dessous établit une comparaison entre les conditions d'émission prises en compte dans les modélisations de KATESTONE et celles mesurées pour chaque émissaire lors des campagnes de mesure.

Les conclusions de cette comparaison sont les suivantes :

Unités	Constat	Conclusions
<u>Unité 220 - Lixiviation sous pression</u>	La température et la vitesse prises en compte par KATESTONE sont supérieures aux valeurs mesurées, tout en restant dans le même ordre de grandeur.	<p>La dispersion des polluants est favorisée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une température de gaz rejetés élevée, - une vitesse d'éjection élevée. <p>Les conditions prises en compte par KATESTONE sont donc légèrement plus favorables à la dispersion que celles mesurées lors des campagnes de mesure.</p> <p>Toutefois, les différences observées sont faibles et ne permettent pas de justifier un écart significatif de concentration atmosphérique entre le modèle et la réalité.</p>
<u>Unité 250 Extraction Primaire par solvant</u>	La température prise en compte par KATESTONE est supérieure à la valeur mesurée.	<p>Une température élevée favorise la dispersion.</p> <p>Les conditions prises en compte par KATESTONE sont donc plus favorables à la dispersion que celles obtenues lors des campagnes de mesure.</p>

Unités	Constat	Conclusions
<u>290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel</u>	La vitesse d'éjection prise en compte par KATESTONE est plus importante que la valeur mesurée.	<p>Une vitesse d'éjection élevée favorise la dispersion.</p> <p>Les conditions prises en compte par KATESTONE sont donc plus favorables à la dispersion que celles obtenues lors des campagnes de mesure.</p>
<u>275 - Précipitation du carbonate de cobalt</u>	La vitesse d'éjection prise en compte par KATESTONE est plus importante que la valeur mesurée.	<p>Une vitesse d'éjection élevée favorise la dispersion.</p> <p>Les conditions prises en compte par KATESTONE sont donc plus favorables à la dispersion que celles obtenues lors des campagnes de mesure.</p>
<u>320 - Usine de chaux</u>	La température prise en compte par KATESTONE est supérieure à la valeur mesurée.	<p>Une température élevée favorise la dispersion.</p> <p>Les conditions de dispersion prises en compte par KATESTONE sont légèrement meilleures qu'en situation réelles. Toutefois, les différences observées sont faibles et ne permettent pas de justifier un écart significatif de concentration atmosphérique entre le modèle et la réalité.</p>
<u>330 - Usine d'acide sulfurique</u>	La vitesse d'éjection prise en compte par KATESTONE est plus importante que la valeur mesurée.	Le modèle surestime la vitesse d'émission et de ce fait peut sous-estimer les concentrations atmosphériques obtenues (meilleure dispersion que la réalité).
<u>Autres unités</u>	Les conditions d'émission prises en compte par KATESTONE sont équivalents ou pénalisantes comparées aux valeurs mesurées.	-



Unité	Emissaire N°	Date des mesures	Température (K)		Vitesse d'éjection m/s	
			KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures
220 - Lixiviation sous pression 3 cheminées	1-A	janv-12	430.00	372.15	8.00	6.10
	1-B	déc-10		371.15		2.40
	1-C	déc-11		372.25		6.40
240 - Neutralisation partielle 4 cheminées	2-A	févr-11	Non pris en compte	305.15	Non pris en compte	1.30
	2-B	juin-11		310.15		7.00
	2-C	févr-11		303.15		6.00
	2-D	juin-11		310.15		5.30
240 - Neutralisation partielle 4 cheminées	2-A	mai-12	Non pris en compte	298.15	Non pris en compte	1.70
	2-B	mai-12		310.15		8.90
	2-C	mai-12		314.15		3.20
	2-D	mai-12		297.15		1.60
250 - Extraction Primaire par solvant 1 cheminée	4	janv-12	503.00	370.15	8.00	10.90
270 - Pyrohydrolyse du nickel 1 cheminée	5	Pas de mesure réalisée	298.00		12.70	
270 - Pyrohydrolyse du nickel 3 cheminées	7A	Pas de mesure réalisée	388.00		21.80	
	7B	Pas de mesure réalisée				
	7C	févr-12		349.15		12.80
270 - Pyrohydrolyse du nickel 1 cheminée	8	déc-09	313.00	313.15	62.30	1.33
		févr-12		311.15		9.30
290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel 1 cheminée	9	févr-12	301.00	301.15	9.06	6.20
275 - Précipitation du carbonate de cobalt 1 cheminée	10	mars-12	313.00	312.15	28.00	5.90
320 - Usine de chaux 1 cheminée	12A	Absence de mesures	308.00	273.15	25.00	
310 - Usine de calcaire 1 cheminée	12B	déc-11	308.00	300.15	19.90	18.80



Unité	Emissaire N°	Date des mesures	Température (K)		Vitesse d'éjection m/s	
			KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures
320 - Usine de chaux 2 cheminées par fours. Les fours ne fonctionnent pas simultanément	13A	févr-12	393.00	361.15	15.00	11.50
	13B	nov-11		371.15		9.00
		févr-12		369.15		10.90
330 - Usine d'acide sulfurique 1 cheminée	14	nov-11	353.00	345.15	21.70	2.50
350 - Centrale thermique au fioul (6) 1 cheminée unique pour les 3 chaudières	15A	juil-12	332.00	327.15	2.85	7.85
	15B	janv-12		332.15		14.60
		avr-12		332.15		12.00
	15C	janv-12		330.45		14.00
		avr-12		332.15		12.20
juil-12	327.15	7.60				
285 - Traitement des effluents	17	févr-12	318.00	303.15	25.00	11.70
		mai-12		301.15	15.90	
Centrale thermique PRONY	16	déc-10	401.00	417.65	14.40	16.00

Tableau 3 : Comparaison des conditions d'émissions prises en compte par KATESTONE et celles mesurées lors des campagnes de mesure.

4.2.2 Comparaison des flux

Le **Tableau 3** ci-dessous établit une comparaison entre les flux de polluants pris en compte dans les modélisations de KATESTONE et les flux mesurés pour chaque émissaire lors des campagnes de mesure.

Les conclusions de la comparaison sont les suivantes :

Unités	Constat	Conclusions
<p>Unité 240 Neutralisation partielle</p>	<p>Les sources d'émission 2A/B/C/D n'ont pas été prises en compte dans la modélisation de KATESTONE.</p> <p>Cette unité est génératrice d'émissions de poussières (PM10) et de SO₂.</p>	<p>Emissions de SO₂ :</p> <p>Il faut souligner que le total des émissions de SO₂ au niveau de cette unité représente moins d'1 % des émissions totales de soufre sur l'ensemble du site (total réel à partir des mesures réalisées).</p> <p>Il faut noter également que le total des émissions de soufre pris en compte dans la modélisation de KATESTONE est environ 2,3 fois plus important que le total des émissions de soufre mesuré lors des campagnes de mesure.</p> <p>→ De ce fait, nous pouvons considérer que la modélisation reste majorante par rapport à la réalité en ce qui concerne les flux de SO₂ émis.</p> <p>Emissions de poussières :</p> <p>Il faut souligner que le total des émissions de poussières au niveau de cette unité représente moins d'1 % des émissions totales de soufre sur l'ensemble du site (total réel à partir des mesures réalisées).</p> <p>Notons que les émissions totales de poussières prises en compte dans la modélisation de KATESTONE sont 1,5 fois supérieures aux émissions totales de poussières mesurées.</p> <p>→ De ce fait, nous pouvons considérer que la modélisation reste majorante par rapport à la réalité en ce qui concerne les flux de poussières émis.</p>
<p>Unité 270 : Pyrohydrolyse du nickel</p>	<p>Émissaires 7 A/B/C : les flux de Cl₂ et dioxines-furanes n'ont pas été pris en compte dans les modélisations de KATESTONE</p>	<p>Non prise en compte des émissions de Cl₂ dans les modélisations de KATESTONE</p>
<p>Unité 350 Centrale thermique au fioul</p>	<p>Le flux mesuré en NO_x sur les émissaires 15B et 15C en janvier 2012 est environ 2 fois plus important que celui pris en compte par KATESTONE.</p> <p>Les variations observées dans les émissions de NO_x sont dues aux différents essais sur le réglage des installations (optimisation de la combustion, injection de NH₃ pour abattre les NO_x,...).</p> <p>Pour les autres polluants, les flux mesurés sont inférieurs aux flux pris en compte dans les modélisations de KATESTONE.</p>	<p>Une comparaison avec le modèle pourra être effectuée une fois que les paramètres de fonctionnement nominaux seront définis.</p>

Unités	Constat	Conclusions
<u>Centrale thermique PRONY</u>	<p>On observe que certains flux mesurés sont supérieurs aux flux pris en compte par KATESTONE :</p> <ul style="list-style-type: none"> - NOx : le flux mesuré est 1,3 fois plus important que le flux pris en compte par KATESTONE, - PM10 : le flux mesuré est 1,3 fois plus important que le flux pris en compte par KATESTONE. 	<p>NOx : le flux pris en compte par KATESTONE représente 75,8% du flux mesuré → légère sous-estimation du modèle</p> <p>PM10 : le flux pris en compte par KATESTONE représente 79,7% du flux réglementaire → légère sous-estimation du modèle</p>
<u>Autres unités</u>	<p>Les flux mesurés sont actuellement inférieurs aux flux pris en compte dans les modélisations de KATESTONE.</p>	-

Unité	Emissaire N°	Date des mesures	SOx (kg/h)		NOx (kg/h)		PM10 (kg/h)		CO (kg/h)		COV (kg/h)		HAP (kg/h)	
			KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures
220 - Lixiviation sous pression 3 cheminées	1-A	janv-12	16.767	0.075			1.677	0.290						
	1-B	déc-10	16.767	0.007			1.677	0.001						
	1-C	déc-11	16.767	0.029			1.677	0.155						
240 - Neutralisation partielle 4 cheminées	2-A	févr-11		3.00E-04				2.00E-03						
	2-B	juin-11		2.80E-02				8.00E-03						
	2-C	févr-11		5.00E-04				5.00E-03						
	2-D	juin-11		7.00E-03				1.80E-02						
240 - Neutralisation partielle 4 cheminées	2-A	mai-12		1.00E-03				1.00E-02						
	2-B	mai-12		2.90E-04				1.00E-02						
	2-C	mai-12		6.00E-03				1.00E-02						
	2-D	mai-12		7.50E-05				2.30E-03						
250 - Extraction Primaire par solvant 1 cheminée	4	janv-12			0.085	0.003			0.085	0.020	0.017	0.001		
270 - Pyrohydrolyse du nickel 1 cheminée	5	Pas de mesure réalisée									0.300			
270 - Pyrohydrolyse du nickel 3 cheminées	7A	Pas de mesure réalisée												
	7B	Pas de mesure réalisée												
	7C	févr-12	23.534	0.040	39.223	non mesuré	1.570	0.200						
270 - Pyrohydrolyse du nickel 1 cheminée	8	déc-09									1.000	non mesuré		
		févr-12										7.120		
290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel 1 cheminée	9	févr-12					0.270	0.020						
275 - Précipitation du carbonate de cobalt 1 cheminée	10	mars-12					0.424	0.002						
320 - Usine de chaux 1 cheminée	12B	déc-11					0.073	0.006						
310 - Usine de calcaire 1 cheminée	12A	Absence de mesures					0.364	non mesuré						
320 - Usine de chaux 2 cheminées par fours. Les fours ne fonctionnent pas simultanément	13A	févr-12		0.005		1.260		0.210		2.090				5.24E-05
	13B	nov-11	1.456	0.050	13.690	0.820	0.815	0.020	14.560	7.210		0.003		non mesuré
		févr-12		0.010		1.010		0.160		1.380				6.25E-05
330 - Usine d'acide sulfurique 1 cheminée	14	nov-11	513.965	59.520	6.230	0.920								
350 - Centrale thermique au fioul (6) 1 cheminée unique pour les 3 chaudières	15A	juil-12		0.056		3.400		0.200		1.320		0.020		6.80E-05
	15B	janv-12		1.280		16.790		0.600		0.100		0.080		1.50E-04
		avr-12		non mesuré		non mesuré		non mesuré		non mesuré		1.300		9.70E-05
	15C	janv-12		1.280		17.660		1.000		0.080		0.040		1.45E-04
		avr-12		non mesuré		non mesuré		non mesuré		non mesuré		0.900		9.10E-05
		juil-12		0.100		4.300		0.200		0.600		0.030		6.70E-05
285 - Traitement des effluents	17	févr-12		0.001										
		mai-12	10.734	0.001										
Centrale thermique PRONY	16	déc-10	395.863	388.20	262.562	346.40	12.118	15.20	80.788	11.80	4.44 (1)	0.30	0.040	0.0003

Tableau 4 : comparaison des flux de polluants pris en compte par KATESTONE à ceux mesurés lors des campagnes de mesures.

(1) Le flux renseigné dans le dossier ICPE (Section B – Caractérisation des pollutions et consommation des ressources, Tableau 5) ainsi que dans le rapport « Katestone.Model_FR.doc » est 44,4 kg/h alors que la valeur réelle entrée dans le modèle est de 4,44 kg/h.

Unité	Emissaire N°	Date des mesures	Cd+Hg+Tl (kg/h)		Cd (kg/h)		Hg (kg/h)		Tl (kg/h)		As+Se+Te (kg/h)		Pb (kg/h)	
			KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures
220 - Lixiviation sous pression	1-A	janv-12												
	1-B	déc-10												
	1-C	déc-11												
240 - Neutralisation partielle	2-A	févr-11												
	2-B	juin-11												
	2-C	févr-11												
	2-D	juin-11												
240 - Neutralisation partielle	2-A	mai-12												
	2-B	mai-12												
	2-C	mai-12												
	2-D	mai-12												
250 - Extraction Primaire par solvant	4	janv-12												
270 - Pyrohydrolyse du nickel	5	Pas de mesures réalisées												
270 - Pyrohydrolyse du nickel	7A	Pas de mesures réalisées												
	7B	Pas de mesures réalisées												
	7C	févr-12												
270 - Pyrohydrolyse du nickel	8	déc-09												
		févr-12												
290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel	9	févr-12												
275 - Précipitation du carbonate de cobalt	10	mars-12												
310 - Usine de calcaire	12B	déc-11												
320 - Usine de chaux	12A	Absence de mesures												
320 - Usine de chaux	13A	févr-12	0.003	2.30E-05							0.003	2.10E-05	0.029	2.00E-05
	13B	nov-11		1.90E-05						1.40E-05		3.40E-05		
		févr-12		2.00E-05						1.90E-05		2.10E-05		
330 - Usine d'acide sulfurique	14	nov-11								0.311	0.000			
350 - Centrale thermique au fioul (6)	15A	juil-12	0.004	2.50E-05		4.00E-06		1.10E-05		9.00E-06	0.004	2.50E-05	0.004	2.30E-05
	15B	janv-12		8.70E-05						1.03E-04		4.06E-04		
		avr-12		5.90E-05		1.80E-05		2.70E-05		1.50E-05		2.80E-04		
		janv-12		9.10E-05						1.36E-04		2.16E-04		
	15C	avr-12		4.80E-05		1.20E-05		2.40E-05		1.20E-05		1.01E-04		
		juil-12		2.63E-05		4.60E-06		1.27E-05		9.00E-06		3.56E-05		
285 - Traitement des effluents	17	févr-12												
		mai-12												
Centrale thermique PRONY	16	déc-10	0.040	0.001							0.404	0.006	0.404	0.005

Tableau 3 (suite) : comparaison des flux de polluants pris en compte par KATESTONE à ceux mesurés lors des campagnes de mesures de rejets sur les émissaires du site.

Unité	Emissaire N°	Date des mesures	Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn (kg/h)		Ni (kg/h)		Cl2 (kg/h)		NH3 (kg/h)		Dioxines Furanes (kg/h)		HCl (kg/h)	
			KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures	KATESTONE	Mesures
220 - Lixiviation sous pression	1-A	janv-12												
	1-B	déc-10												
	1-C	déc-11												
240 - Neutralisation partielle	2-A	févr-11												
	2-B	juin-11												
	2-C	févr-11												
	2-D	juin-11												
240 - Neutralisation partielle	2-A	mai-12												
	2-B	mai-12												
	2-C	mai-12												
	2-D	mai-12												
250 - Extraction Primaire par solvant	4	janv-12												
270 - Pyrohydrolyse du nickel	5	Pas de mesures réalisées											0.150	
270 - Pyrohydrolyse du nickel	7A	Pas de mesures réalisées												
	7B	Pas de mesures réalisées												
	7C	févr-12	0.392	0.053	0.392	0.051		1.00E-04					3.922	0.020
270 - Pyrohydrolyse du nickel	8	déc-09												6.00E-04
		févr-12											0.500	1.00E-03
290 - Conditionnement de l'oxyde de nickel	9	févr-12	0.070	0.007	0.070	0.004								
275 - Précipitation du carbonate de cobalt	10	mars-12	0.053	2.26E-04									0.530	0.002
310 - Usine de calcaire	12B	déc-11												
320 - Usine de chaux	12A	Absence de mesures												
320 - Usine de chaux	13A	févr-12	0.015	0.012										
	13B	nov-11	0.015	0.001										
		févr-12		0.002										
330 - Usine d'acide sulfurique	14	nov-11												
350 - Centrale thermique au fioul (6)	15A	juil-12	0.438	4.20E-03						0.014				
	15B	janv-12		2.56E-02						0.002				
		avr-12		1.68E-02						0.001				
		janv-12		4.10E-02						0.002				
	15C	avr-12		1.60E-02						0.001				
		juil-12		4.60E-03						0.001				
285 - Traitement des effluents	17	févr-12												
		mai-12												
Centrale thermique PRONY	16	déc-10	4.039	0.099										

Tableau 3 (suite) : comparaison des flux de polluants pris en compte par KATESTONE à ceux mesurés lors des campagnes de mesures de rejets sur les émissaires du site.

4.3 COMPARAISON DES FLUX GLOBAUX ET CONCLUSIONS CONCERNANT LA PRISE EN COMPTE DES EMISSIONS CANALISEES

Le tableau page suivante établit une comparaison des flux globaux pour chaque substance émise au niveau des installations du site VALE.

On note que, globalement, les **flux globaux pris en compte par KATESTONE** dans les modélisations :

- correspondent aux flux globaux donnés par les arrêtés ICPE, excepté pour :
 - o Les COV → *du fait du facteur 10 entre le flux pris en compte par KATESTONE et le flux réglementaire, le flux global de COV de la modélisation est environ 7 fois inférieur au flux réglementaire global.*
 - o Le chlore, l'ammoniac et les dioxines furanes → *flux cependant relativement faibles.*
- sont supérieurs (ou égaux pour les NOx et les COV) aux flux mesurés sur les installations du site lors des dernières campagnes de mesure.

Rappelons toutefois que les mesures réalisées au niveau des installations ne reflètent pas le fonctionnement nominal de l'installation car le site est en phase de démarrage. Il serait pertinent de comparer les flux mesurés aux valeurs prises en compte par KATESTONE une fois les installations « stabilisées » en fonctionnement nominal.

On note également que le polluant majoritairement émis au niveau du site est le dioxyde de soufre (SO₂).

Ainsi, globalement, même si les comparaisons précédentes ont relevé une sous-estimation du modèle pour certains polluants au niveau de certaines unités (PM10 et SO₂ au niveau de l'unité 240, NOx au niveau de l'unité 350, NOx et PM10 au niveau de la centrale Prony Energies) les hypothèses de flux prises en compte dans les modélisations de KATESTONE ne sous-estiment pas la contribution globale du site, excepté pour les COV (facteur 7).

Concernant les **conditions d'émission**, les valeurs (vitesse et température d'éjection) prises en compte par KATESTONE :

- correspondent à celles prescrites par les arrêtés ICPE,
- sont globalement proches des conditions réelles d'émissions (valeurs mesurées), excepté pour :
 - o les vitesses d'éjection au niveau des unités 330 (usine d'acide sulfurique) et 275 (Précipitation du carbonate de cobalt) pour lesquelles les vitesses prises en compte dans le modèle sont plus favorable à la dispersion que celles mesurées :
 - L'unité 330 émet principalement des SO₂ (environ 13,2% des émissions totales de SO₂ mesurées) et des NOx (environ 0,24% des émissions totales de NOx mesurées)
 - L'unité 275 émet principalement des poussières (0,01% des émissions totales de poussières mesurées) et des métaux lourds (2,75% des émissions totales de métaux lourds mesurées)

Les flux pris en compte dans la modélisation sont largement supérieurs aux flux réels émis par ces deux unités, nous pouvons donc conclure que la modélisation KATESTONE reste pénalisante par rapport à la situation réelle.

Polluants	Flux pris en compte par KATESTONE (kg/h)	Flux réglementaires (kg/h)		Flux mesurés (kg/h)	
		Flux (kg/h)	% par rapport aux flux de la modélisation KATESTONE	Flux (kg/h)	% par rapport aux flux de la modélisation KATESTONE
SOx	1007.77	1061.61	105.3%	450.67	44.7%
NOx	331.31	367.18	110.8%	390.29	117.8%
CO	99.81	111.57	111.8%	21.13	21.2%
PM10	22.78	29.67	130.3%	17.93	78.7%
COV	10.58	70.74	668.9%	9.79	92.6%
HCl	5.10	5.10	100.0%	0.02	0.5%
NH ₃	<i>non pris en compte</i>	4.54	-	2.10E-02	-
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	5.02	1.79	35.6%	0.268	5.3%
As+Se+Te	0.76	0.94	123.3%	0.006	0.8%
Pb	0.48	0.64	134.8%	0.006	1.3%
Ni	0.46	0.46	99.5%	0.055	11.8%
Cl ₂	<i>non pris en compte</i>	0.39	-	1.00E-04	-
HAP	0.05	0.07	137.5%	0.001	1.9%
Cd+Hg+Tl	0.05	0.05	110.8%	0.002	3.5%
Dioxines Furanes	<i>non pris en compte</i>	8.00E-09	-	-	-

Surestimation du modèle
(+ de 10% de différence)

Sous-estimation du modèle
(+ de 10% de différence)

Ordre de grandeur identique

5. QUANTIFICATION DES EMISSIONS DIFFUSES

5.1 INVENTAIRE DES SOURCES D'EMISSION DIFFUSES SUR L'ENSEMBLE DU SITE

Pour mémoire, les **émissions diffuses** émises par le site proviennent essentiellement des installations de stockage de produits chimiques (stockages ouverts, événements) et des opérations de chargement / déchargement de produits volatils.

Les sources d'émission recensées sur le site dans le cadre du DAE ainsi que les flux émis calculés par les concepteurs des installations sont données dans le tableau suivant :

Unité	Equipement / activité génératrice d'émissions diffuses	H ₂ SO ₄ (mg/h)	CO ₂ (t/h)	HCl (g/h)
Unité 220 : Lixiviation	HPAL vers CCD boîte de pompage	négligeable	-	-
Unité 230 : Décantation à contre-courant	Bassins (Epaississeurs) + cuves d'alimentation + cuve de surverse	négligeable	-	-
Unité 240 : Neutralisation partielle	-	-	36,3	-
Unité 245 : Elimination du cuivre	Cuve d'alimentation CUIX + cuve de solution recyclée + cuve de solution	négligeable	-	-
Unité 250 : Extraction primaire	Cuve de raffinat	négligeable	-	-
Unité 250 : Stockage de Cyanex	Stockage de Cyanex	-	-	5
Unité 285 : Neutralisation finale	-	-	7,2	-
Unité 335 : Stockage acide sulfurique	Cuves de stockage H ₂ SO ₄	34	-	-
TOTAL		34 mg/h	43,8 t/h	5 g/h

Les **émissions fugitives** sur les installations suivantes sont associées aux fuites ou pertes dues à l'usure de certains équipements tels que les joints d'étanchéité, les vannes, etc :

Unité	Hydrocarbures
Unité 250 : Stockage de Cyanex	Négligeable
Unité 270 : Pyrohydrolyse	Négligeable
Unité 350 : Stockage de fioul lourd et gazole	Négligeable

(1) HC : Hydrocarbures

Sources : données fournies par le concepteur des installations.

⇒ **Nous n'avons pas noté l'existence d'autres sources majeures d'émission diffuses de polluants sur le site.**

5.2 CALCUL DES FLUX DES EMISSIONS DIFFUSES

Le calcul des émissions diffuses au niveau des différentes installations citées ci-dessus a été réalisé en se basant sur les méthodes de calcul du document « *Emission Estimation Technique Manual for Alumina Refining* », Section 6.5.1, NPI 1999 [I].

La source d'émissions diffuses majoritaire sur le site est l'unité 335 (stockage d'acide sulfurique). Cette unité émet du dioxyde de soufre du fait de la respiration des cuves lors des soutirages et remplissages en H₂SO₄.

Les autres sources d'émissions diffuses sont liées :

- à l'évaporation des polluants vers l'atmosphère,
- au remplissage et soutirage d'HCl dans la cuve de cyanex.

Dans la suite de ce paragraphe, nous avons vérifié les calculs des flux d'émissions diffuses pour les cas suivants :

- émissions diffuses dues aux remplissages et soutirages de cuves de stockage (respiration) → *vérification du calcul pour les cuves de stockage d'acide sulfurique en reprenant la formule utilisée dans le dossier ICPE (formule NPI)*
- émissions par évaporation au niveau des cuves des unités 230, 245 et 250 → *vérification du calcul en utilisant une formule différente de celle utilisée dans le dossier ICPE. Nous prendrons en compte la méthode du TNO.*

- ✓ *Calcul du flux de SO₂ diffus émis par la respiration des cuves de stockage d'acide sulfurique*

La formule d'après le NPI pour calculer les émissions diffuses de vapeurs des cuves de stockage d'acide sulfurique liées aux remplissages est la suivante :

$$E = 0,042 \times MW \times Vvs \times (\text{Vol\%/100})$$

Afin de vérifier le flux calculé dans le cadre du dossier ICPE du site, nous avons repris le calcul en gardant les mêmes hypothèses (hypothèses soulignées dans le tableau ci-dessous) :

Facteur	Intitulé	Valeur retenue
MW	Poids moléculaire de l'acide (acide sulfurique)	98 kg/kmol

Facteur	Intitulé	Valeur retenue
Vvs	Volume de gaz dans la cuve = Volume d'acide ajouté lors du remplissage (m ³)	<p>Le niveau des cuves varie de 55% à 85% pour une opération normale avec production de l'usine d'acide et utilisation par la lixiviation suivant une courbe sinusoïdale d'une période de 24 jours.</p> <p>Présence de deux cuves interconnectées fonctionnant comme une seule.</p> <p><u>Dimension d'une cuve de stockage :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - diamètre : 32 m - hauteur : 16 m <p>Soit un volume total de 12 868 m³</p> <p>Vgaz-55% : Volume du ciel gazeux avant remplissage (niveau de remplissage de 55%) → 5790,6 m³</p> <p>Vgaz-85% : Volume du ciel gazeux après remplissage (niveau de remplissage de 85%) → 1930,2 m³</p> <p>Vvs = Vgaz-55% - Vgaz-85% = 3860,4 m³</p>
Vol%	Pourcentage du volume d'acide dans le gaz	<p>Vol% = pression partielle du gaz / 101,3 kPa (pression atmosphérique)</p> <p>Pression partielle de l'acide sulfurique à 98,5% à 40°C → 0,2.10⁻⁶ bar soit 2.10⁻⁵ kPa</p> <p>(source : Table 2-14 du Perry & Green (1997) [3])</p> <p>Vol% = 2.10⁻⁵ / 101,3 = 1,97.10⁻⁷</p>
E	Masse d'acide émis lors du remplissage (kg)	<p>Pour une période de 24 jours et pour une cuve :</p> $0,042 \times MW \times Vvs \times (Vol\%/100)$ $= 0,042 \times 98 \times 3860,4 \times 1,97.10^{-7}$ $= 3,14.10^{-3} \text{ kg} / 24 \text{ jours} / \text{cuve}$ <p>Soit : 130,4 mg/jour/cuve ⇒ 5,43 mg/h/cuve ⇒ 10,87 mg/h pour les deux cuves</p>

Nous obtenons un flux plus faible tout en restant dans le même ordre de grandeur que celui du DAE du site VALE. La différence vient du fait que nous avons utilisé la pression de vapeur partielle du H₂SO₄ d'une solution aqueuse d'acide sulfurique (Table 2-14 du Perry's & Green [3] comme indiqué dans le NPI[1]) alors que dans le DAE, la pression de vapeur retenue est la pression de vapeur totale de la solution aqueuse d'acide sulfurique (Table 2-15 du Perry's and Green [3]).

✓ Calcul du flux de SO₂ diffus émis par l'évaporation de surface au niveau du bassin de solution mère – unité 230 – Décantation contre-courant

Différentes méthodes existent afin de calculer le débit d'évaporation d'une nappe formée au sol : INERIS, UFIP, TNO, UIC. Nous retiendrons la méthode du TNO qui est la plus pénalisante.

Le modèle détaillé dans le Yellow Book de TNO– Edition 1997 (chapitre 3 - § 3.5.5.2) [H] est le modèle de Mackay & Matsugu (Kawamura and Mackay, 1978).

Ce modèle est applicable aux liquides en mélange, non à l'ébullition, c'est-à-dire ayant une température d'ébullition supérieure à la température ambiante.

Le débit d'évaporation d'une nappe, à la température ambiante est ainsi donné par la relation suivante :

$$Q = km \times Pv \times M \times A / (R \times Tamb)$$

Avec :

Facteur	Intitulé	Valeur retenue
M	Masse moléculaire en kg.mol ⁻¹	98 g/mol
A	Surface de la cuve en m ²	Diamètre : 140 m Aire de la surface : $\pi r^2 = 15\,394\text{ m}^2$
R	Constante des gaz parfait	8,315 J.mol ⁻¹ .K ⁻¹
Tamb	Température ambiante	70°C
Pv	Pression de vapeur saturante du produit en solution à Tamb en N.m ⁻² ou Pa	Concentration de H ₂ SO ₄ dans la cuve : 3,78% en masse Pression partielle de l'acide sulfurique à 10% (valeur la plus proche de 3,78% dans la table) à 70°C → 5,26.10 ⁻¹¹ Pa (source : Table 2-14 du Perry & Green (1997 [G]))
km	Coefficient de transfert de masse en m.s ⁻¹	$km = 0,004786 \times u_w^{0,78} \times 2.r^{-0,11} \times Sc^{-0,67}$
u _w	Vitesse du vent en m.s ⁻¹	5 m/s
r	Rayon de la flaque en m	Rayon de la cuve : 70 m
Sc	Nombre de Schmitt (adimensionnel).	Ce nombre est pris à 0,8 pour les gaz et vapeurs
Q	Débit d'évaporation de la nappe en kg.s ⁻¹	3,15.10⁻¹³ g/s Soit 1,13.10⁻⁹ g/h Soit 1,13.10⁻³ µg/h

Nous obtenons un flux plus faible que celui du DAE du site VALE (débit du DAE : 10 µg/h). Ainsi, le flux calculé dans le DAE est majorant.

⇒ **Nous pouvons confirmer que les flux des émissions diffuses de soufre calculés dans le DAE sont majorants et toutefois négligeables par rapport au flux total des émissions de soufre sur le site. Ainsi, la non prise en compte des émissions diffuses dans la modélisation de dispersion atmosphérique KATESTONE n'est pas à remettre en question.**

6. EMISSIONS PONCTUELLES DE DIOXYDE DE SOUFRE

Une étude flore a été réalisée aux alentours du site par un spécialiste afin d'étudier la sensibilité des espèces présentes à proximité.

Cette étude a montré que les espèces endémiques présentes à proximité étaient particulièrement sensibles aux émissions de soufre.

Pour mémoire, les principales installations à l'origine d'émissions canalisées de soufre (SO₂) recensées sur le site sont les suivantes :

Unité	Emissaire N°	Description	SO ₂ (kg/h)			
			KATESTONE	%	AP	%
330 - Usine d'acide sulfurique	14	Gaz résiduaire du procédé	513.97	50.2%	514.00	48.4 %
Centrale thermique PRONY	16	Gaz résiduaire de la centrale thermique	395.86	38.7%	396.00	37.3 %
270 - Pyrohydrolyse du nickel	7-A/B/C	Rejets des trains de pyrohydrolyse	23.53	2.3%	23.50	2.2%
220 - Lixiviation sous pression	1-A/B/C	Epurateurs des autoclaves de lixiviation	16.77	1.6%	16.70	1.6%
350 - Centrale thermique au fioul (6)	15	Emissions des chaudières au fioul	11.91	1.2%	61.70	5.8%
285 - Traitement des effluents	17	Emissions résultant du polissage de l'effluent	10.73	1.0%	10.70	1.0%
320 - Usine de chaux	13A/B	Rejets des fours à chaux 1 et 2	1.46	0.1%	24.75	2.3%
240 - Neutralisation partielle	2-A	Neutralisation partielle du Tank 1	<i>Source non prise en compte par KATESTONE</i>		6.00	0.6%
	2-B	Neutralisation partielle du Tank 2			4.02	0.4%
	2-C	Neutralisation partielle du Tank 3			2.61	0.2%
	2-D	Neutralisation partielle du Tank 4			1.63	0.2%
TOTAUX			1007.77		1061.61	

L'installation la plus émettrice de soufre sur le site (en canalisé) est l'usine d'acide sulfurique (50% environ), suivie de la centrale thermique PRONY.

Pour mémoire, les émissions de soufre diffuses ((*unité 335 – stockage d'acide sulfurique* principalement) représentent une part négligeable du total des émissions de soufre émis sur le site.

Outre ces émissions et les sources d'émission diffuses de dioxyde de soufre identifiées plus haut dans le rapport, les observations sur site (observations du personnel, suivi des mesures hygiénistes – voir § ci-après) ont permis de mettre en évidence d'autres sources d'émission non canalisées de soufre (SO₂) :

- au niveau des cuves de fusion de l'unité de fabrication d'acide sulfurique (événements notamment),
- départs de feu au niveau du stockage extérieur de soufre.

6.1 UNITE DE FABRICATION D'ACIDE SULFURIQUE

Dans le cadre du démarrage de l'unité 330 et suite aux observations des opérateurs (constat d'émanations de gaz sulfurés), un suivi de mesures de gaz toxique (SO_2 et H_2S) a été mis en place par le service « Hygiène » afin de vérifier l'exposition des travailleurs (mesures 2009-2011).

L'ensemble des campagnes de mesures a globalement révélé la présence de SO_2 lors de la fusion de soufre au niveau des cuves de fusion (autour des cuves et au niveau des événements). Les résultats de ces mesures ne sont cependant pas constants et ne permettent pas de connaître les flux émis. Aucune procédure de mesure n'est actuellement adaptée à ce type d'émission. Bureau Veritas pourra accompagner VALE dans la recherche de solution afin de quantifier les émissions.

Le chapitre 8 « *Inorganic Chemical Industry* » du rapport « *AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources* » de l'US-EPA [J] donne des facteurs d'émission pour les rejets de dioxyde de soufre au niveau des installations de production d'acide sulfurique.

D'après l'AP42, la quasi-totalité des émissions de SO_2 des unités de fabrication d'acide sulfurique se retrouvent dans les rejets atmosphériques émis par la cheminée de l'unité. Des essais ont montré que la masse de ces émissions de SO_2 est fonction inverse du rendement de conversion (SO_2 oxydé en SO_3). Cette conversion est toujours incomplète et dépend du nombre d'étape de la version catalytique, de la quantité de catalyseur utilisé, de la température et de la pression et de la concentration des réactifs (SO_2 et O_2).

En plus des gaz rejetés à la cheminée (émissions canalisées), l'AP42 précise que de faibles quantités de SO_2 sont émises par les événements des cuves de stockage (respiration lors des soutirages et remplissages), par les concentrateurs d'acide sulfurique et par les éventuelles fuites (perte d'étanchéité) au niveau des équipements de process. Cependant, très peu de données sont disponibles concernant les quantités émises par ces différentes sources.

Les facteurs d'émissions donnés par l'AP 42 pour quantifier les émissions canalisées de SO_2 au niveau des unités de production d'acide sulfurique sont donnés ci-dessous :

Rendement de conversion du SO_2 en SO_3 (%)	Emission SO_2 [a]	
	kg/Mg de H_2SO_4 produit	lb/ton de H_2SO_4 produit
93	48	96
94	41	82
95	35	70
96	27,5	55
97	20	40
98	13	26
99	7	14
99,5	3,5	7
99,7	2	4
100	0	0

[a] Cette formule d'interpolation linéaire peut être utilisée pour calculer les facteurs d'émission pour des taux de conversion de 93 à 100% : facteur d'émission (kg/Mg de produit) = $682 - 6.82$ (% taux de conversion) (facteur d'émission [lb/ton de produit] = $1365 - 13.65$ [% taux de conversion]).

En supposant une production de 5050 t/j de 100% de H₂SO₄ (masse de H₂SO₄ estimée à partir de la masse de soufre entrante donnée dans le bilan matière de l'unité – *Volume III, Section C, Chapitre 16 du DAE [B]*), le taux de conversion du SO₂ en SO₃ doit être de 99,6% pour obtenir un flux de 514 kg/h en sortie de la cheminée de l'unité (flux pris en compte par KATESTONE et imposé par l'arrêté d'autorisation du site).

Ainsi, la comparaison du rendement de conversion réel pourra permettre de confirmer l'ordre de grandeur du flux de SO₂ pris en compte par KATESTONE.

6.2 FEUX DE SOUFRE AU NIVEAU DU STOCKAGE

Des départs de feu au niveau du stockage de soufre (zone 545) ont été observés depuis la mise en route du site.

La mise en parallèle des concentrations horaires mesurées par le capteur Labo Mobile et le listing des observations de départ de feu permet de constater que les concentrations fortement supérieures au seuil d'information de 300 µg/m³ sont dues à des feux de soufre (événement du 18 novembre 2011).

Le rapport *d'étude critique de la mise en œuvre du modèle de dispersion utilisé par KATESTONE* de CAIRN Développement a par ailleurs confirmé que la direction du vent mesurée au moment de l'événement correspondait à une provenance de l'usine.

✓ Incendie lié au soufre

Le soufre est inflammable, et sa combustion dégage des produits toxiques comme le dioxyde de soufre (SO₂) et le trioxyde de soufre (SO₃).

Le tableau 3 présente les principales caractéristiques d'inflammabilité et d'explosibilité du soufre, issues de la littérature ou mises en évidence lors d'essais menés par l'INERIS [1] sur de la fleur de soufre (formulation définie et décrite dans le paragraphe relatif aux transformations du soufre et à ses appellations commerciales) de granulométrie médiane 113,3 µm.

Paramètres	Valeur
Point d'éclair (liquide)	168 à 188 °C [4]
Température d'auto-inflammation en nuage (poussières)	190 °C [3]
Energie minimale d'inflammation (poussières)	< 1 mJ (granulo. médiane 16 µm) [2] 7,6 mJ < EMI < 9,4 mJ (granulo. Médiane 113 µm) [1]
Inflammation des poussières en dépôt par étincelles électriques	La fleur de soufre est un des rares produits, les poussières métalliques mises à part, qui s'enflamme par étincelles électriques [1]
Température d'auto-inflammation en couche de 5 cm (poussières)	220 °C [3]
Pouvoir calorifique inférieur (PCI)	10 MJ/kg [5]

[1] INERIS, *Etude sur le soufre (Réf. EXI-Clo R96-3013A 31MP50) du 3 juillet 1996, prestation pour le Ministère de l'Environnement – DPPR – SEI*

[2] *Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA), BIA-Report 11/97, Dokumentation Staubexplosionen – Analyse und Einzelfalldarstellung, Dezember 1997*

[3] *INRS, Les mélanges explosifs (ED 335), 4^{ème} édition, 1994*

[4] *Manufacturing Chemists Association, Chemical safety data sheet SD-74, Properties and essential information for safe handling and use of sulfur*

[5] *Modélisation des effets toxiques d'un feu sur l'environnement d'un site industriel : importance des hypothèses relatives à la thermique, G. Marlair et Y. Mouilleau, INERIS, Journée d'études « Dispersion des effluents dans l'atmosphère » Société Française des Thermiciens, Paris, 18 mars 1998*

Par ailleurs, dans le cadre de l'étude [1] citée ci-dessus, des essais de combustion du soufre à plus grande échelle ont conduit aux résultats suivants :

- Un feu de soufre solide s'étend rapidement, en l'absence de rétention, du fait de la fusion rapide du produit et se comporte comme un feu de nappe (le rapport entre les viscosités dynamiques du soufre liquide à 120 °C et de l'eau à 17 °C est de 11),
- Les émissions de dioxyde de soufre (SO₂) sont massives dans les fumées d'incendie,
- L'intensité thermique rayonnée reçue par une cible à 5 m d'un foyer de soufre pur en régime établi est faible (0,12 kW/m²) par rapport aux feux d'autres liquides inflammables.

Il ressort de l'examen des caractéristiques d'inflammabilité et d'explosibilité que le soufre est facilement inflammable. En particulier, l'ordre de grandeur de l'énergie minimale d'inflammation indique que les étincelles mécaniques, électriques et électrostatiques sont susceptibles d'enflammer les poussières de soufre.

De plus, le caractère résistif du soufre favorise la création et l'accumulation des charges électrostatiques au sein du matériau et accroît donc le risque d'inflammation d'origine électrostatique.

✓ *Modélisation de la dispersion atmosphérique des fumées d'un feu de soufre*

Afin de déterminer la contribution d'un éventuel feu de soufre sur la concentration atmosphérique en SO₂ à proximité du site, nous avons réalisé un calcul de dispersion de fumées d'un incendie au niveau du stockage de soufre solide (zone 545). Le modèle de dispersion utilisé est le logiciel ARIA IMPACT (modèle gaussien), développé par ARIA TECHNOLOGIES.

Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Cette simulation a pour objectif de fournir des évaluations des concentrations atmosphériques des polluants.

Ce logiciel répond au cahier des charges de l'US-EPA (Guidelines on Air Quality Models) et a fait l'objet d'inter comparaisons (RECORD Ecole Centrale de Lyon) et de campagnes de validation (Bureau Veritas /PSA / AIRPARIF).

Détermination des caractéristiques thermocinétiques du feu : débit et vitesse d'émission

Débit des fumées :

Le débit de fumées est estimé en appliquant le modèle de Heskestad (1984) qui tient compte de la dilution des flammes par l'air. Selon cette corrélation, le débit des fumées (gaz et vapeurs toxiques émis + air de dilution/entraînement) est proportionnel à la puissance de l'incendie :

$$Q_{\text{fum}} \text{ (kg/s)} = 3,24 \times P \text{ (MW)}$$

Vitesse d'émission des fumées :

La vitesse moyenne d'émission des fumées est égale au débit volumique des fumées rapporté à la surface d'émission.

Nous considérons une source surfacique. Les hypothèses de calcul retenues sont données dans le tableau suivant :

Surface prise en compte :	1 m x 1 m
Vitesse de combustion :	3,7 g/m ² .s [1]
Chaleur de combustion :	9,28 MJ/kg
Flux de SO ₂ émis :	0,11 kg/s soit 400,5 kg/h
Vitesse d'émission des fumées :	0,04 m/s

[1] D'après le rapport d'étude de l'INERIS sur la modélisation incendie et dispersion de fumées toxiques d'un stockage de soufre solide pour GORO NICKEL du 25/04/2007.

Modélisation de la dispersion atmosphérique

Conditions météorologiques :

Les calculs sont effectués pour les conditions météorologiques suivantes :

Stabilité (selon Pasquill)		Vitesse de vent	Température ambiante	Concentration max obtenues (µg/m ³)
B	Instable	5 m/s	20°C	2850 µg/m ³
D	Neutre	5 m/s	20°C	3610 µg/m ³
D	Neutre	10 m/s	20°C	1810 µg/m ³
F	Stable	3 m/s	20°C	7940 µg/m ³

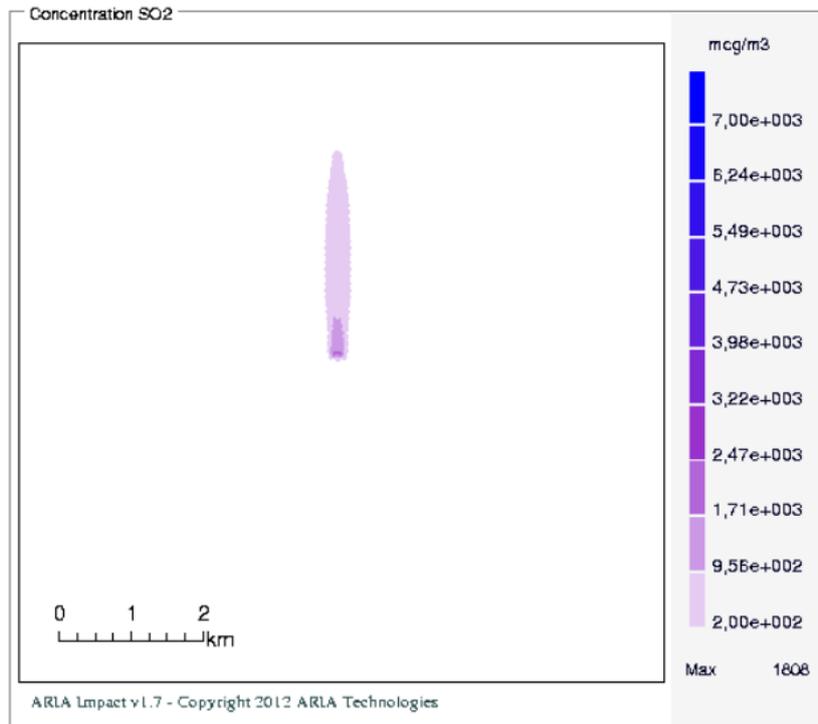
Nota :

Les atmosphères stables (F) sont défavorables à la dispersion atmosphérique.

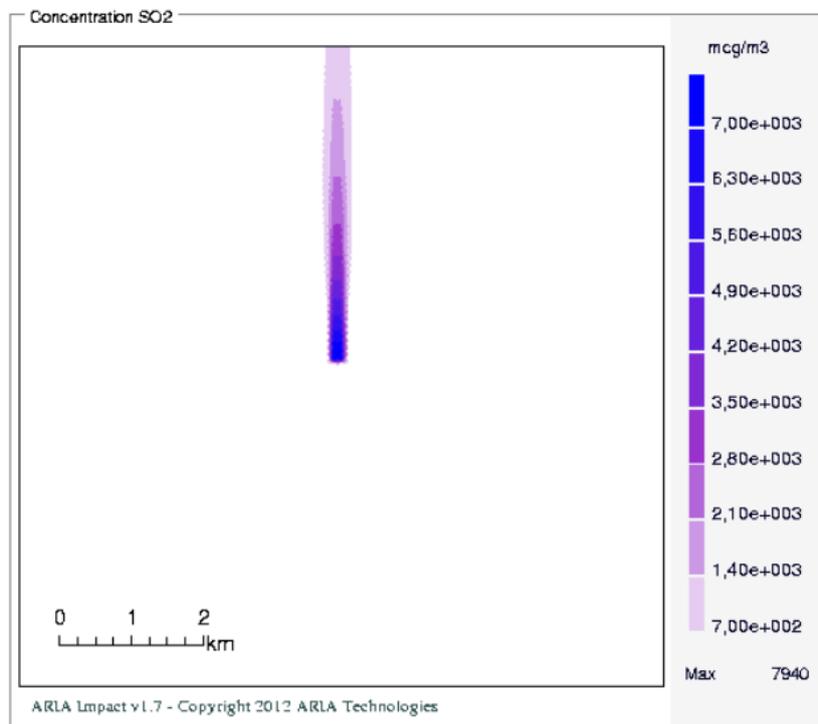
Une atmosphère neutre (D) est plutôt favorable à la dispersion mais cet effet peut être contrecarré par un vent fort (10 m/s) qui rabat le panache de fumées vers le sol.

Les résultats (tracés du panache) sont présentés pour les conditions D10 et F3 qui, par expérience, sont les plus pénalisantes.

Résultat du calcul académique - D10 :



Résultat du calcul académique – F3 :



→ Les concentrations maximales sont obtenues à environ 80 et 90 m de la zone de feu.

Conclusion sur les résultats obtenus :

Les concentrations mesurées le 18 novembre 2011 par la station de mesure Labo Mobile sont de 6716 µg/m³ à 14h00 (heure du départ de feu) et de 1036 µg/m³ à 15h00.

Ces mesures sont de même ordre de grandeur que les concentrations obtenues par la modélisation.

7. CONCLUSIONS

Emissions canalisées :

Malgré les quelques sous-estimations du modèle pour certains polluants au niveau de quelques unités (PM10 et SO₂ au niveau de l'unité 240, NOx au niveau de l'unité 350, NOx et PM10 au niveau de la centrale Prony Energies), nous pouvons conclure que les **flux globaux** pris en compte dans les modélisations de KATESTONE ne sous-estiment pas la contribution globale du site, **excepté pour les COV (facteur 7)**.

Notons que le polluant majoritairement émis au niveau du site est le dioxyde de soufre (SO₂).

Concernant les **conditions d'émission**, les valeurs (vitesse et température d'éjection) prises en compte par KATESTONE correspondent à celles prescrites par les arrêtés ICPE et sont globalement proches de la situation réelle (mesures issues des rapports de contrôle des rejets atmosphérique sur les unités).

Nous rappelons toutefois que les mesures réalisées sur les installations (lors de la phase de démarrage du site) sont à prendre avec précaution car elles ne reflètent pas toujours le fonctionnement nominal des installations.

Il serait, de ce fait, pertinent de comparer les flux mesurés aux valeurs prises en compte par KATESTONE une fois les installations « stabilisées » en fonctionnement nominal.

Emissions diffuses :

Nous avons montré dans ce rapport que les flux des émissions diffuses calculés dans le DAE sont négligeables par rapport au flux total des émissions canalisées sur le site. Ainsi, la non prise en compte des émissions diffuses dans la modélisation de dispersion atmosphérique KATESTONE n'est pas à remettre en question.

Suite aux conclusions de l'étude flore qui a montré que les espèces endémiques présentes à proximité étaient particulièrement sensibles aux émissions de soufre, nous avons identifié d'autres sources potentielles d'émission de soufre :

- Emissions au niveau des cuves de fusion de l'unité de fabrication d'acide sulfurique (événements notamment) → *les mesures réalisées par les hygiénistes ne permettent pas de conclure sur les flux émis. Bureau Veritas pourra accompagner VALE dans la recherche de solution afin de quantifier les émissions.*
- Départs de feu au niveau du stockage extérieur de soufre → *le calcul réalisé permet de confirmer que les feux de soufre peuvent être à l'origine d'une concentration ponctuelle importante en SO₂ à proximité du site.*

ANNEXE 1 : Documents utilisés

DOCUMENTS FOURNIS PAR VALE:

- [A] Katestone Environnement, *Modélisation de dispersion dans l'air Pour le projet GORO NICKEL, INCO Australia Management PRY Ltd*, Mai 2007
- [B] VALE GORO NICKEL, *Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter* :
Volume III – Etude d'Impact, Section B : Caractérisation des pollutions et consommation des ressources, Mai 2006,
Volume III – Section B ANNEXES, Mai 2007,
Volume III – Section C (Description des unités), Mai 2007
- [C] *Arrêté ICPE GORO NICKEL SA*, n° 1467-2008 du 9 octobre 2008
- [D] *Arrêté ICPE de PRONY ENRERGIES SAS*, n° 1532 du 21 novembre 2005.

AUTRES DOCUMENTS :

- [E] INERIS, *Modélisation incendie et dispersion de fumées toxiques d'un stockage de soufre solide GORO NICKEL*, INERIS-DRA-07-87505-06292A, 25/04/2007
- [F] INERIS, *Rubrique 1523 : Soufre, Fabrication industrielle, fusion et distillation, emploi et stockage*, INERIS-DRA-AJa-03-38146, Septembre 2003
- [G] Perry, R.H.; Green, D.W, *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (7th Edition), 1997
- [H] TNO, *Yellow Book*, Edition 1997
- [I] NPI, *Emission Estimation Technique Manual for Alumina Refining, Section 6.5.1*, 1999.
- [J] US-EPA, *AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Chapitre 8-Inorganic Chemical Industry*, Novembre 1997
- [K] BUREAU VERITAS, *Rapports d'essai – Contrôle des émissions atmosphériques* (ensemble des unités du site), 2009-2012