

NOTE TECHNIQUE

À : Hélène Cartier, Annie Beaulieu (Ressources Falco Ltée.)

DE : Julien Poirier (WSP)

OBJET : Modélisation de la dispersion atmosphérique des événements de réservoirs de xanthates – Projet Horne 5 – Ressources Falco Ltée

DATE : 29 novembre 2024

1 MISE EN CONTEXTE

Dans le contexte de l'Étude d'impact environnementale (ÉIE) du projet Horne 5 de Ressources Falco Ltée (Falco), une étude de la dispersion atmosphérique a été déposée au Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) dont la plus récente version correspond à la Révision 3 (WSP, 2023).

À la suite du dépôt de ce rapport de modélisation, le MELCCFP a déposé une troisième série de questions et commentaires (MELCCFP, 2023b) et, à la question QC3-2, le MELCCFP identifie que du disulfure de carbone (CS₂) est susceptible d'être émis par le projet. La présente note technique expose donc une analyse de ces émissions potentielles et de leur modélisation dans l'atmosphère, et ce, en vue de vérifier leur conformité avec les normes et critères de qualité de l'atmosphère.

L'emploi et l'entreposage du xanthate comme réactifs peut mener à des émissions de disulfure de carbone (CS₂) par les événements de réservoir de ces réactifs.

2 NORMES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'ATMOSPHÈRE

Selon le document des *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* [NCQQA] (MELCCFP, 2023a), il existe une norme pour cette substance, et ce, pour la période 4 minutes. Celle-ci est présentée au tableau 1.

Tableau 1 : Concentrations initiales et seuils applicables pour la substance d'intérêt

Substance	Formule chimique	Période	Statistique	Valeur limite (µg/m ³)	Type de seuil	Concentration initiale NCQQA V8 (µg/m ³)
Disulfure de carbone	CS ₂	4 minutes	1er maximum	25	Norme	0

3 MÉTHODE DE MODÉLISATION

La méthode de modélisation générale employée pour obtenir les résultats présentés dans cette note technique est la même que celle décrite à la section 6 du rapport de modélisation Révision 3. C'est-à-dire que le modèle¹, les options, les données météorologiques, les récepteurs et la topographie, etc. qui ont été considérés sont exactement les mêmes. La seule distinction réside dans les sources considérées et les composés émis.

¹ La version du modèle AERMOD a néanmoins été ajustée pour une version plus récente, soit la version 23123. Le changement de version n'impact généralement pas les résultats de modélisation de façon significative.

4 CARACTÉRISATION DES SOURCES D'ÉMISSION ET MODÉLISATION

Le xanthate est un groupe de réactifs couramment utilisé dans l'industrie minière lors de la flottation des minéraux. Ce produit est susceptible de se dégrader en CS_2 gazeux sous certaines conditions et en particulier lorsqu'il est en solution. À l'usine de traitement du minerai du projet Horne 5, deux types de xanthates sont prévus être utilisés le PAX (Potassium Amyl Xanthate) et le SIPX (Sodium Isopropyl Xanthate). Le xanthate est reçu à l'usine sous forme de pastille solide en sac. Une solution est alors préparée dans un réservoir de mélange. Cette solution est ensuite transvasée dans un réservoir d'entreposage pour son utilisation en continu pour le procédé. Ainsi, pour chacun des deux types de xanthates (PAX et SIPX), deux réservoirs contenant les solutions sont identifiés (réservoir de mélange et réservoir d'entreposage). Ces réservoirs sont situés à l'intérieur de l'usine et ils sont munis d'un évent vers l'air ambiant extérieur. La carte 1 présente la localisation de cet évent.

Ces réservoirs sont identifiés comme des sources de CS_2 . Selon cette description des activités, deux situations d'émission potentielles ont été identifiées :

1. La volatilisation du CS_2 à la surface du liquide dans le réservoir d'entreposage, laquelle sera mise à l'évent par ventilation naturelle ou forcée, si requis;
2. Le transfert de la solution du réservoir de mélange vers le réservoir d'entreposage, lequel provoquerait la mise à l'évent de l'air résiduel du réservoir d'entreposage.

4.1 VOLATILISATION DU CS_2 À LA SURFACE DU LIQUIDE DANS LE RÉSERVOIR D'ENTREPOSAGE

Pour la première situation, la volatilisation du CS_2 suivant la dégradation du xanthate est un phénomène complexe qui dépend de plusieurs facteurs, par exemple, le pH de la solution, la température de la solution, la surface de liquide exposée, la concentration du xanthate dans la solution, etc. Dans ce contexte, Falco a fait préparer une étude de caractérisation en laboratoire de la dégradation du xanthate en CS_2 et de ces émissions potentielles. Cette étude a été préparée par le Centre technologique des résidus industriels (CTRI) et s'intitule *Mesure de la dégradation du xanthate en CS_2* (CTRI, 2024).

Cette étude caractérise les émissions de CS_2 sous différentes conditions de solution. Le tableau 1 de l'étude résume les différentes conditions de solution qui ont été caractérisées et les résultats de chacun des essais, numérotés de 1 à 32, sont présentés aux tableaux 2 à 20 de l'étude. Selon la description des opérations de Falco, les caractéristiques prévues pour le PAX/SIPX seraient une concentration de 10 %, une température ambiante et un pH supérieur à 8. Ainsi, les essais 4 et 29, pour le PAX, et les essais 3 et 20, pour le SIPX, sont les plus représentatifs des conditions du projet et sont donc retenus pour l'analyse.

Pour caractériser un taux d'émission, le laboratoire a d'abord préparé une solution dans un erlenmeyer fermé et l'évolution de la concentration dans l'air libre du récipient est mesurée à différents moments sur une période de 24h. Par la variation de la concentration en fonction du temps, un taux d'émission moyen est calculé par le laboratoire. Or, puisque la norme d'air ambiant est sur une période 4 minutes, un taux d'émission maximal a également été calculé par WSP directement à partir des différentes mesures disponibles durant la période de 24 heures; la période entre deux mesures présentant le taux d'émission maximal a été retenue. Enfin, le taux d'émission est converti en taux d'émission surfacique en estimant une surface de liquide² de 45 cm² (pour les essais d'un erlenmeyer de 250 ml remplis à 50%). Le tableau 2 résume les taux d'émission surfacique maximum dus à la volatilisation considérée pour la modélisation.

Ces taux d'émission surfacique ont ensuite été appliqués aux réservoirs d'entreposage prévus au projet. Le tableau 3 donne les caractéristiques des deux réservoirs d'entreposage et les taux d'émission résultants.

² La surface du liquide d'un erlenmeyer dépend du volume (hauteur) de la solution dans le contenant et du modèle du contenant. Pour le présent cas, une surface a été fournie par un fabricant d'rlenmeyers pour un modèle typique de 250 ml.

Ces émissions seraient émises à l'atmosphère par un événement, pour chacun des produits. Les caractéristiques des événements considérés sont données au tableau 4. Pour la modélisation deux scénarios ont été considérés, soit en considérant une ventilation naturelle (hypothèse d'une faible vitesse au point d'émission) et par une ventilation forcée. Dans les deux scénarios, les émissions sont néanmoins les mêmes. Ces sources sont considérées en continu.

Les résultats de la modélisation de ces scénarios sont présentés aux tableaux 6 et 7. À la limite d'application des normes et critères, les concentrations maximales modélisées respectent la norme et représentent 9 % de la valeur limite. Aux récepteurs sensibles, les concentrations maximales modélisées sont également faibles et représentent 5 % de la valeur limite. Dans les deux cas, les résultats de la modélisation sont identiques. En effet, puisque la sortie de l'événement considérée est horizontale, la vitesse des gaz à la sortie (le seul paramètre variant entre les scénarios) a peu d'influence sur la dispersion. En raison des faibles concentrations modélisées, les courbes d'isoconcentration n'ont pas été cartographiées.

4.2 TRANSFERT DE LA SOLUTION DU RÉSERVOIR DE MÉLANGE VERS LE RÉSERVOIR D'ENTREPOSAGE

Pour la deuxième situation, puisque le CS₂ présente une norme sur une période 4 minutes, la modélisation a été effectuée à partir de taux d'émission instantanés maximaux sur cette période. Ce taux correspond au taux maximal pouvant survenir lors du transfert de la solution entre les réservoirs. En effet, le transfert de la solution du réservoir de mélange vers le réservoir d'entreposage a un potentiel d'émission plus élevé en raison des débits déplacés sur une période plus courte. Bien que ces opérations soient intermittentes, cette méthode permet d'évaluer de façon conservatrice les concentrations maximales pouvant survenir sur une courte période.

L'opération de transfert est prévue être effectuée une fois par jour pour chacun des deux réactifs. Lors de cette opération, d'une durée de 30 minutes, des volumes maximums de 17,7 m³ et 17,0 m³, respectivement pour chacun des réactifs, seraient transférés, ce qui correspond à des débits de 0,0098 m³/s et 0,0094 m³/s.

Finalement, puisque le débit de gaz expulsé est équivalent au volume de liquide transvasé, le taux d'émission à l'événement est obtenu en multipliant le débit de transfert par la concentration de CS₂ gazeux dans l'air du réservoir, cette concentration doit donc être estimée.

L'étude du CTRI a mesuré des concentrations dans l'air dans un récipient contenant des solutions de xanthate. L'expérience a été réalisée dans un contenant fermé (contrairement aux réservoirs qui seront ventilés) et les concentrations mesurées sont relativement élevées. Par exemple, plusieurs concentrations mesurées sont supérieures à la limite inférieure d'explosivité (LIE) de 13 000 ppm du CS₂. En pratique, si de telles concentrations sont susceptibles d'être rencontrées, des mesures de gestion seraient mises en place par sécurité afin d'éviter cette situation. Les concentrations mesurées par le CTRI ne sont donc pas représentatives de la réalité et ne peuvent donc pas être utilisées directement.

L'ingénierie détaillée n'est pas encore effectuée et le choix des mesures de gestion n'est pas arrêté à cette étape-ci du projet. Une mesure probable pourrait être l'utilisation d'une ventilation forcée afin de maintenir une concentration résiduelle dans le réservoir sous un certain seuil. Pour les fins de la présente analyse et selon les informations disponibles du CTRI, une ventilation permettant de maintenir une concentration équivalente à 10 % de la LIE (soit 1 300 ppm ou 4 045 mg/m³) a été estimée. En supposant un régime permanent, le débit minimal de ventilation requis est estimé à partir des taux d'émission de la volatilisation du CS₂ à la surface du liquide (voir section 4.1) et la concentration visée. Pour le présent cas, des débits minimums³ de 0,0009 m³/s et 0,00008 m³/s sont obtenus, respectivement pour les réservoirs de PAX et de SIPX. Cette hypothèse sera revalidée à l'ingénierie de détail et, si nécessaire, des mesures de gestion pourront alors être identifiées.

³ Par exemple, pour le PAX, le débit minimal est obtenu en divisant le taux d'émission de volatilisation (3,68E-03 g/s ou 3,68 mg/s) par la concentration visée (4 045 mg/m³) ce qui correspond à 0,0009 m³/s.

Dans ce contexte, l'opération de transfert est modélisée sous l'hypothèse d'une concentration inférieure à 10 % de la LIE dans les réservoirs. Deux scénarios ont été modélisés, soit le transfert de chacune des deux solutions de PAX et de SIPX. Comme il s'agit d'activités intermittentes, les scénarios ont été modélisés une heure par jour. La description des événements, et donc des sources d'émission pour ces scénarios, est présentée au tableau 5.

Les résultats de la modélisation de ces sources sont présentés aux tableaux 6 et 7. À la limite d'application des normes et critères, les concentrations maximales modélisées respectent la norme et représentent 71 % et 68 % de la valeur limite, respectivement pour chacun des produits. Aux récepteurs sensibles, les concentrations maximales modélisées respectent également la norme et représentent 41 % et 40 % de la valeur limite. Les courbes d'isoconcentration de ces scénarios sont présentées aux cartes 2 et 3.

5 CONCLUSION

Afin de vérifier la conformité des émissions des événements de réservoir de solution de xanthates du projet Horne 5, une caractérisation des taux d'émissions potentiels CS₂ a été réalisée. L'analyse des résultats et la modélisation de la dispersion atmosphérique utilisant les taux d'émissions estimés confirment la conformité des émissions de ce composé. Spécifiquement pour la volatilisation du CS₂ des réservoirs d'entreposage, les émissions ont été estimées par les travaux du CTRI. Pour les opérations de transfert de solution des réservoirs de mélange vers les réservoirs d'entreposage, des mesures de gestion pourraient être mises en place par sécurité afin d'assurer des concentrations inférieures à la limite inférieure d'explosivité du CS₂. Pour des fins de modélisation, une hypothèse réaliste a été considérée afin de démontrer la conformité des émissions potentielles par rapport à la norme de qualité de l'atmosphère. Cette hypothèse sera revalidée à l'ingénierie de détail et, si nécessaire, des mesures de gestion pourront alors être identifiées.

PRÉPARÉ PAR

Julien Poirier, ing., M. Sc.
OIQ 5031699
Coordonnateur et directeur de projets en qualité de l'air

JP/nl

RÉFÉRENCES

CENTRE TECNOLOGIQUE DES RÉSIDUS INDUSTRIELS (CTRI). 2024. *Mesure de la dégradation du xanthate en du CS2.*

QUÉBEC, MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP). 2023a. *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère.* Québec. Direction de la qualité de l'air et du climat. Version 8.

QUÉBEC, MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCCFP). 2023b. *Troisième série de questions et commentaires pour le projet minier Horne 5 sur le territoire de la ville de Rouyn-Noranda par Ressources Falco Ltée.*

WSP. 2023. *Projet Horne 5, Rouyn-Noranda, Québec. Étude sectorielle sur la modélisation de la dispersion atmosphérique - Révision 3. Rapport No : 151-11330-09-240-RPT-001.* Trois-Rivières, Québec. Rapport produit pour Ressources Falco Ltée.

Tableau 2 : Taux d'émission retenu pour la volatilisation du CS₂ de l'étude du CTRI

Produit	Taux moyens de CS ₂			Taux maximum de CS ₂			Taux retenu de CS ₂	
	ppm/min	g/s	Référence	ppm/min	g/s	Référence	g/s	g/s cm ²
PAX	79.0	5.13E-07	Tableau 20; Essai #29	359.5	2.34E-06	Tableau 18; Essai #29; Période 0h-2h	2.34E-06	5.21E-08
SIPX	10.7	7.00E-08	Tableau 13; Essai #20	32.9	2.15E-07	Tableau 12; Essai #20; Période 0h-2h	2.15E-07	4.80E-09

Tableau 3 : Caractéristique des réservoirs d'entreposage et taux d'émission considéré pour la volatilisation du CS₂ au site du CMH5

Type	Produit	Diamètre (m)	Surface		Taux d'émission surfacique	Taux d'émission
			(m ²)	(cm ²)	g/s cm ²	g/s
Réservoir d'entreposage	PAX	3.0	7.1	70 686	5.21E-08	3.68E-03
Réservoir d'entreposage	SIPX	2.9	6.6	66 052	4.80E-09	3.17E-04

Tableau 4 : Description des événements considérés pour les réservoirs d'entreposage et leur émission de CS₂ au site du CMH5

Scénario	Identifiant	Produit	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (°C)	Vitesse (m/s)	Diamètre (m)	Type de source	Taux d'émission de CS ₂ (g/s)
Ventilation naturelle	ph1e	PAX	647 939	5 346 980	295.0	10.6	Ambiante, min. 1°C	négligeable	0.2	Horizontal	3.68E-03
	sh1e	SIPX	647 939	5 346 980	295.0	10.6	Ambiante, min. 1°C	négligeable	0.2	Horizontal	3.17E-04
Ventilation forcée	ph1v	PAX	647 939	5 346 980	295.0	10.6	Ambiante, min. 1°C	0.028	0.2	Horizontal	3.68E-03
	sh1v	SIPX	647 939	5 346 980	295.0	10.6	Ambiante, min. 1°C	0.002	0.2	Horizontal	3.17E-04

Tableau 5 : Description des événements considérés pour le transfert de la solution du réservoir de mélange vers le réservoir d'entreposage et leur émission de CS₂ au site du CMH5

Scénario	Identifiant	Produit	X (m)	Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Température (°C)	Vitesse (m/s)	Diamètre (m)	Type de source	Taux d'émission de CS ₂ (g/s)	Concentration de CS ₂ (ppm)
Transfert de la solution de PAX	ph1r	PAX	647 939	5 346 980	295.0	10.6	Ambiante, min. 1°C	0.30	0.2	Horizontal	3.98E-02	1 300
Transfert de la solution de SIPX	sh1r	SIPX	647 939	5 346 980	295.0	10.6	Ambiante, min. 1°C	0.29	0.2	Horizontal	3.82E-02	1 300

Tableau 6 : Résultats de modélisation au domaine d'application

Description de la norme							Scénario	Concentrations modélisées dans le domaine d'application des normes et critères ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration totale modélisée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet (%)	Pourcentage de la valeur limite (%)				
Substance	Formule chimique	Type de seuil	Période	Statistique	Valeur limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Maximum par année de l'échantillon météorologique											
								A1	A2	A3	A4	A5							
Disulfure de carbone	CS ₂	Norme	4 minutes	1er maximum	25	0		Volatilisation - Ventilation naturelle	2.0	1.8	2.2	2.2	2.0	2.2	2.2	100	9		
								Volatilisation - Ventilation forcée	2.0	1.8	2.2	2.2	2.0	2.2	2.2	100	9		
								Transfert de solution - PAX	14.7	15.9	12.3	17.8	17.1	17.8	17.8	100	71		
								Transfert de solution - SIPX	14.1	15.3	11.8	17.1	16.4	17.1	17.1	100	68		

Tableau 7 : Résultats de modélisation aux récepteurs sensibles

Description de la norme							Scénario	Concentrations modélisées aux récepteurs sensibles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Concentration totale modélisée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution du projet (%)	Pourcentage de la valeur limite (%)				
Substance	Formule chimique	Type de seuil	Période	Statistique	Valeur limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration initiale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Maximum par catégorie											
								Établissement d'enseignement	Établissement de soin	Résidences sud	Résidences sud-ouest	Résidences nord-ouest							
Disulfure de carbone	CS ₂	Norme	4 minutes	1er maximum	25	0		Volatilisation - Ventilation naturelle	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	100	5		
								Volatilisation - Ventilation forcée	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	100	5		
								Transfert de solution - PAX	4.6	5.6	10.2	10.4	9.8	10.4	10.4	100	41		
								Transfert de solution - SIPX	4.4	5.4	9.8	9.9	9.4	9.9	9.9	100	40		







