

Rapport de synthèse en hygiène industrielle

Risque : Poussière de bois brûlé

Entrée des billots dans la scierie, écorçage

Période d'évaluation : septembre 2023 à février 2024

*Rédigé par :
Aurélien Calmet
Hygiéniste du travail*

*Équipe de Santé au travail
Membre du Réseau de santé publique en santé au travail
Pour la région 08 qui dessert également le sud-ouest de la région 10*

Table des matières

Sommaire	4
Introduction.....	4
Objectifs.....	5
Stratégie et méthodologie	5
➤ Poussières de procédés	6
➤ Poste fixe d'échantillonnage	6
➤ Choix méthodologique d'analyse.....	7
Résultat	8
➤ Poussières de procédés	8
➤ Poste fixe d'échantillonnage	10
➤ Moyen de prévention	13
Discussion	13
➤ Poussières de procédés	13
➤ Échantillonnage en poste fixe	14
➤ Directives de récolte	15
➤ Isolation.....	16
➤ Humidification	16
➤ Ventilation	16
➤ Protection respiratoire.....	17
Limites et portées	17
➤ Limites méthodologiques	17
➤ Une grande hétérogénéité dans les paramètres d'entrée	18
➤ Une grande variabilité de conditions de production :.....	18
Conclusion/recommandation.....	19
Remerciements	20
Références	21

Sommaire

Lorsque les scieries passent des billots affectés par des incendies, on observe une émission de poussière plus sombre et plus fine que si le bois est sain. Les travailleurs exposés à cette poussière peuvent présenter des symptômes d'irritation des voies respiratoires supérieures. Beaucoup de questionnements entourent la composition de ces poussières.

L'objectif de ce projet exploratoire est de documenter cette composition afin d'identifier d'éventuelles substances et de déterminer les méthodes d'échantillonnage les plus indiquées pour évaluer l'exposition des travailleurs aux poussières de bois brûlé.

Les évaluations effectuées dans ce projet visaient à renseigner la possibilité de présence de composés organiques tels que des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ou encore de composés inorganiques comme certains métaux que l'on peut retrouver dans les cendres de feux de forêt (Harper Ashleigh, 2019) (1). Une évaluation de nature gravimétrique des poussières a également été réalisée.

De septembre 2023 à février 2024, cinq scieries ont participé à ce projet pour neuf interventions. Cela a permis de récolter dix échantillons pour l'analyse de poussière de procédé et quatorze en poste fixe.

Les conclusions de ces évaluations restent restreintes au cadre des conditions de réalisation du projet et seule la réalisation d'analyses plus exhaustives et robustes permettrait d'étendre la portée de celles-ci.

Néanmoins, les résultats du projet exploratoire « bois brûlé » indiquaient, en dehors de toute généralisation abusive, que :

- Les HAP et les métaux ne semblent pas être de bons indicateurs pour évaluer l'exposition des travailleurs de scierie lors du passage de bois récolté dans des zones d'incendie présentant une calcination superficielle de l'écorce.*
- La fraction inhalable semble être la meilleure fraction à échantillonner pour représenter l'exposition des travailleurs de scierie lors du passage de « bois brûlé ».*

Enfin, du fait de la dernière tendance, il sera recommandé regionalement de comparer les résultats d'exposition des travailleurs de scierie lors du passage de « bois brûlé » au seuil préventif de l'ACGIH de 1 mg/m³ pour les poussières de bois sain en fraction inhalable comme le stipule le guide de surveillance du RSPSAT (2).

Introduction

Avec l'ampleur des feux de forêt de l'été 2023, l'industrie du bois a été sollicitée à passer dans leur production le bois récolté sur les sites d'incendie avant que celui-ci ne devienne inutilisable. Si cela fait longtemps que les scieries voient passer du bois brûlé, c'est la première fois qu'il y en a autant et sur une aussi grande période de production. En se basant sur les consensus scientifiques (3), la fréquence de cet aléa climatique devrait être en augmentation dans le futur.

Les caractéristiques du bois brûlé (poussière fine et sombre), l'existence de symptômes d'irritation respiratoire, dans un contexte médiatique lourd, ont généré une inquiétude importante chez les travailleurs et employeurs du milieu.

Lorsque la santé au travail a été sollicitée pour émettre des recommandations, peu de références scientifiques étaient disponibles pour statuer de façon claire sur la composition probable de la poussière de bois brûlé émise dans ces zones et donc sur l'exposition des travailleurs. Cependant, s'appuyant sur le principe de précaution, une série de recommandations ont été émises et furent assez bien suivies par l'industrie (4).

Le projet « bois brûlé » a été mis en place pour documenter l'exposition à ces poussières et tenter d'apporter des réponses aux interrogations des milieux de travail de l'industrie du bois, notamment dans la région d'Abitibi-Témiscamingue.

Objectifs

- Documenter la composition de la poussière de bois brûlé émise lors de l'écorçage.
- Identifier **les substances présentes et la fraction granulométrique**.
- Déterminer quel serait le meilleur indicateur pour évaluer l'exposition des travailleurs de scierie à ces poussières avec les méthodes d'échantillonnage disponibles.

Stratégie et méthodologie

Le poste d'écorçage a été sélectionné pour la prise d'échantillon. Porte d'entrée des billots dans le bâtiment, c'est le procédé susceptible de générer le plus de poussière de bois brûlé. Une étape de tronçonnage en amont est souvent présente dans le bâtiment et a pu faire l'objet d'échantillonnage. Cependant, les résultats ne seront pas traités dans ce document.

De septembre 2023 à février 2024, cinq scieries ont participé à ce projet pour neuf interventions. Cela nous a permis de récolter dix échantillons pour l'analyse de poussière de procédé et quatorze échantillons en poste fixe.

➤ Poussières de procédés

Le caractère exploratoire implique une analyse à large spectre de la composition de ces poussières.

Trois prélèvements de poussières de procédé, comme évoqué à la section 2.6.2.2 du Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail (8e édition, version 8.1) seront effectués.

Analyses	Quantité	Contenant
Analyse des composés organiques	Minimum de cinq (5) grammes	Contenant IRSST (n° 1105 ou n° 1110) étiquette « 100 divers »
Analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Minimum de cinq (5) grammes	Contenant IRSST (n° 1105 ou n° 1110) étiquette « 100 divers »
Analyse des composés inorganiques (30 métaux)	Minimum 0,1 gramme	Contenant étanche ou contenant IRSST (n° 1105, n° 1110 ou n° 1910) étiquette « 100 divers »

Tableau 1 – information des quantités et contenants à utiliser pour les trois types d'analyse de poussières déposées.

Les principaux objectifs étant l'obtention d'une analyse semi-quantitative des poussières de procédé et d'un portrait de la composition générale de la poussière de bois brûlé qui se dépose au cours d'une journée d'exploitation. Cela pourrait soulever l'existence de substances à risque qui seraient alors sélectionnées pour des évaluations plus poussées. Cependant, des limites méthodologiques ont été soulevées et seront traitées en fin de discussion.

La plupart des composés retrouvés dans les résultats ont fait l'objet d'une revue narrative (revue de littérature de référence superficielle : Pub Chem, répertoire toxicologique, etc.) afin de trouver un lien avec leur présence dans ces poussières et éventuellement d'identifier cette présence comme spécifique au bois brûlé.

➤ Poste fixe d'échantillonnage

Une caractérisation de l'émission de la poussière de bois brûlé au niveau de l'écorçage, pour des substances plus spécifiques telles que 21 HAP (méthode IRSST MA-225) et 13 métaux (méthode IRSST MA-362) ou encore pour évaluer les fractions inhalables (méthode IRSST MA-373) et respirables (méthode IRSST MA-048) sera faite par l'installation de postes d'échantillonnage fixe (voir figure 1).

Analyse	Matériel (N° IRSST)	Débit	Volume minimum
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Cassette n° 911 + Tube <u>orbo</u> n° 2187	2 L/min	200 L
Composés inorganiques partiels (13 métaux en fraction totale)	Cassette n° 990	1,5 L/min	180 L
Poussières inhalables	Cassette n° 922	2 L/min	400 L
Poussières respirables	Cassette n° 902 + Dorr Oliver (nylon)	1,7 L/min	400 L



Figure 1 – station de poste fixe d'échantillonnage dans un milieu.

Afin d'optimiser l'échantillonnage des HAP, la cassette #911 a été couplée à un tube Orbo #2187. En effet, les HAP, sous forme particulaire, sont captés par la cassette et ceux sous forme gazeuse le sont par le tube. Le résultat de chaque HAP correspond à l'addition des valeurs des deux fractions.

La stratégie d'échantillonnage en poste fixe présente des limites méthodologiques qui seront évoquées en fin de discussion.

Le détail des résultats de chaque entreprise participante a été communiqué à celles qui l'ont souhaité.

➤ Choix méthodologique d'analyse

Par souci de confidentialité, l'ensemble des résultats ne seront pas exposés dans ce rapport de synthèse. Il a toutefois été jugé pertinent d'en présenter une synthèse sous la forme de tableaux indiquant les valeurs statistiques de minimum, maximum et médiane, issues des différents résultats pour chacune des substances échantillonnées. Cette présentation sommaire permettra de mettre en lumière la variabilité de certains résultats ou encore l'ordre de grandeur des concentrations.

Pour certains résultats, une représentation sous la forme de diagramme en boîte à moustache (ou box plot) a été jugée d'intérêt afin de mieux imager la distribution des valeurs obtenues. L'« outil 1 » d'estimation des paramètres de la distribution log normale du site d'interprétation de donnée d'hygiène expositats sera utilisé pour générer cette représentation graphique.

Les particules de poussières en **fraction inhalable** sont celles qui vont entrer dans l'arbre respiratoire au cours de la respiration. La taille de ces particules est généralement inférieure à 100 μm .

Les particules de poussières en **fraction respirable** sont un sous-ensemble de celles de la fraction inhalable. Ces particules vont se rendre au plus profond de l'arbre respiratoire, les alvéoles. Leur taille est généralement inférieure à 10 μm .

Un ratio des résultats des particules de poussière en fraction respirable sur ceux pour la fraction inhalable pourrait représenter un indicateur intéressant de la granulométrie des poussières. Ainsi, plus le ratio est élevé et plus la poussière est fine.

Résultat

Des exemples de rapports dépersonnalisés donnant plus de détails sur les analyses effectuées sont en annexe.

➤ Poussières de procédés

Les résultats bruts des analyses des poussières de procédé n'ont pas été jugés pertinents à présenter dans leur globalité.

L'analyse qualitative des composés organiques a été obtenue sous la forme de listes de plusieurs dizaines de molécules présentant une grande variabilité interéchantillon.

Le tableau 2 présente la synthèse des valeurs obtenues pour les HAP lors de l'analyse pour les 10 échantillons de poussières prélevés.

Substances (mg/kg)	Min	Max	Médiane
Acénaphène	<0,003	0,018	<0,003
Acénaphthylène	<0,003	0,011	<0,003
Anthracène	<0,010	0,050	<0,010
Benzo(a)anthracène	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(a)pyrène	<0,100	<0,100	<0,100
Benzo(b)fluoranthène	<0,100	<0,100	<0,100
Benzo(j)fluoranthène	<0,100	<0,100	<0,100
Benzo(k)fluoranthène	<0,100	<0,100	<0,100
Benzo(c)phénanthrène	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(ghi)pérylène	<0,100	<0,100	<0,100
Chrysène	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,030	<0,030	<0,030
Dibenzo(a,i)pyrène	<0,100	<0,100	<0,100
Dibenzo(a,h)pyrène	<0,100	<0,100	<0,100
Dibenzo(a,l)pyrène	<0,100	<0,100	<0,100
7,12-Diméthylbenzanthracène	<0,100	<0,100	<0,100
Fluoranthène	<0,100	0,24	<0,100
Fluorène	<0,010	0,069	<0,010
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	<0,100	<0,100	<0,100

Substances (mg/kg)	Min	Max	Médiane
3-Méthylcholanthrène	<0,100	<0,100	<0,100
Naphtalène	<0,010	0,24	<0,010
Phénanthrène	<0,010	0,35	0,08
Pyrène	<0,100	0,35	0,08
2-Méthylnaphtalène	<0,010	0,12	<0,010
1-Méthylnaphtalène	<0,010	0,10	<0,010
1,3-Diméthylnaphtalène	<0,010	0,13	<0,010
2,3,5-Triméthylnaphtalène	<0,010	0,04	<0,010

Tableau 2 – Synthèse des valeurs obtenues pour les HAP lors de l'analyse pour les 10 échantillons de poussières prélevés
(« < » indique que la substance n'a pas été détectée par la méthode d'analyse).

Le tableau 3 présente la synthèse des valeurs obtenues pour les métaux lors de l'analyse pour les 10 échantillons de poussières prélevés.

Substances (mg/kg)	Min	Max	Médiane
Aluminium	150	5300	1150
Antimoine	<2,0	3,5	<2,0
Argent	<2,0	<2,0	<2,0
Arsenic	<2,0	<2,0	<2,0
Baryum	14	150	97
Béryllium	<0,5	<0,5	<0,5
Bismuth	<5,0	<5,0	<5,0
Bore	5,9	26,0	15,5
Cadmium	<0,10	2,60	0,48
Calcium	270	13000	9800
Chrome	<2,0	200,0	16,5
Cobalt	<2,0	12,0	<2,0
Cuivre	3,0	68,0	15,0
Étain	<5,0	21	<5,0
Fer	280	16 000	2850
Lithium	<10	21	<10
Magnésium	86	2100	845
Manganèse	16	950	550
Molybdène	<2,0	32,0	1,1

Substances (mg/kg)	Min	Max	Médiane
Nickel	<1,0	180,0	7,6
Potassium	<50	2100	1500
Plomb	<5,0	66,0	8,2
Sélénium	<1,0	<1,0	<1,0
Sodium	23	530	110
Strontium	<10	38	31
Tellure	<20	<20	<20
Thallium	<2,0	<2,0	<2,0
Titane	8,6	160,0	73,0
Vanadium	<5,0	29,0	<5,0
Zinc	42	270	110

Tableau 3 – Synthèse des valeurs obtenues pour les métaux lors de l'analyse pour les 10 échantillons de poussières prélevés (« < » indique que la substance n'a pas été détectée par la méthode d'analyse).

➤ Poste fixe d'échantillonnage

Le tableau 4 présente la synthèse des valeurs obtenues pour les HAP lors de l'analyse pour les 14 échantillons de poste fixe échantillonnés au niveau des écorceurs.

Substances (µg/m³)	Min	Max	Médiane
Acénaphène	<0,0001	0,2000	<0,0002
Acénaphthylène	<0,0001	<0,0010	<0,0002
Anthracène	<0,0001	0,3500	<0,0002
Benz(a)anthracène	<0,0001	<0,0010	<0,0002
Benzo(a)pyrène	<0,0001	<0,0010	<0,0002
Benzo(b,j,k)fluoranthène	<0,0004	<0,0029	<0,0006
Benzo(c)phénanthrène	<0,0001	0,2500	<0,0002
Benzo(e)pyrène	<0,0001	<0,0010	<0,0002
Benzo(g,h,i)pérylène	<0,0001	<0,0010	<0,0002
Chrysène	<0,0001	0,2500	<0,0002
Dibenz(a,h)anthracène	<0,0001	0,4200	<0,0002
Diméthyl-1,3 naphthalène	<0,0001	0,1700	<0,0002
Fluoranthène	<0,0001	1,0300	<0,0002
Fluorène	<0,0001	0,2800	<0,0002
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	<0,0001	<0,0010	<0,0002

Substances (µg/m³)	Min	Max	Médiane
Méthyl-1 naphthalène	<0,0001	<0,0010	<0,0002
Méthyl-2 naphthalène	<0,0001	0,1900	<0,0002
Naphtalène	<0,0001	<0,0010	<0,0002
Phénanthrène	<0,0001	1,8600	<0,0002
Pyrène	<0,0001	0,7700	<0,0002
Triméthyl-2,3,5 naphthalène	<0,0001	<0,0010	<0,0002

Tableau 4 – Synthèse des valeurs obtenues pour les HAP lors de l'analyse pour les 14 échantillons de poste fixe échantillonnés au niveau des écorceurs. (« < » indique que la substance n'a pas été détectée par la méthode d'analyse).

Le tableau 5 présente la synthèse des valeurs obtenues pour les métaux lors de l'analyse pour les 14 échantillons de poste fixe échantillonnés au niveau des écorceurs.

À noter qu'un échantillonnage n'a pu être analysé. De plus, les analyses pour l'aluminium, le nickel et le vanadium n'ont pas été réalisées sur deux échantillons (une colonne indiquant le nombre d'échantillons est ajoutée au tableau).

Substances (mg/m³)	Nombre d'échantillons	Min	Max	Médiane
Aluminium	11	<0,007	<0,051	<0,011
Arsenic	13	<0,00007	<0,00019	<0,00012
Cadmium	13	<0,00003	<0,000095	<0,00006
Chrome	13	<0,0014	<0,0038	<0,0024
Cobalt	13	<0,00005	<0,00015	<0,00009
Cuivre	13	<0,0005	<0,0017	<0,0010
Fer	13	<0,011	0,120	0,026
Magnésium	13	<0,014	0,170	<0,024
Manganèse	13	0,0003	0,2000	0,0015
Nickel	11	<0,0004	<0,0008	<0,0005
Plomb	13	<0,0001	0,0011	<0,0002
Vanadium	11	<0,0001	<0,0004	<0,0002
Zinc	13	<0,001	0,043	<0,002

Tableau 5 – Synthèse des valeurs obtenues pour les métaux lors de l'analyse pour les 14 échantillons de poste fixe échantillonnés au niveau des écorceurs (« < » indique que la substance n'a pas été détectée par la méthode d'analyse).

Le tableau 6 présente la synthèse des valeurs obtenues pour les 14 échantillonnages d'air ambiant en poste fixe de particules de poussières en fraction inhalable et respirable au niveau des écorceurs. À noter que deux échantillonnages n'ont pu être analysés (une colonne indiquant le nombre d'échantillons est ajoutée au tableau).

Substances (mg/m ³)	Nombre d'échantillons	Min	Max	Médiane
Particules de poussière en fraction inhalable	13	0,41	390,00	1,19
Particules de poussière en fraction respirable	11	0,05	110,00	0,28

Tableau 6 – Synthèse des valeurs obtenues pour les 14 échantillonnages d'air ambiant en poste fixe de particules de poussières en fraction inhalable et respirable au niveau des écorceurs

Afin d'illustrer la distribution observée pour les résultats des particules de poussière en fraction inhalable, la figure 2 représente sous la forme de graphique en boîte à moustache des concentrations en milligramme par mètre cube d'air échantillonné (mg/m³). En tenant compte des limites méthodologiques qui seront évoquées en fin de discussion, le seuil préventif de l'ACGIH de 1 mg/m³ en fraction inhalable pour les poussières de bois dur et mou à l'exception du cèdre rouge a été pris comme la référence d'exposition aux poussières de bois par le réseau de santé au travail depuis 2014 (2).

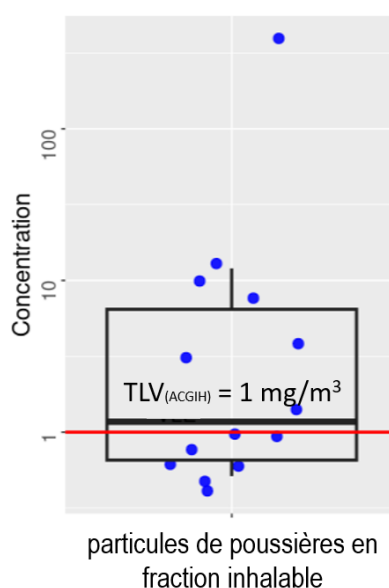


Figure 2 – représentation graphique sous la forme de diagramme en boîte des résultats d'évaluations en poste fixe des particules de poussières en fraction inhalable et respirable en mg/m³ en comparaison avec les seuils préventifs de l'ACGIH pour les poussières de bois.

Le tableau 7 présente la synthèse des valeurs du ratio des résultats des particules de poussière en fraction respirable sur ceux pour la fraction inhalable dans le cas où les deux résultats soient disponibles (soit pour onze échantillonnages).

Ratio (%)	Min	Max	Médiane
Particules de poussière en fraction respirable / Particules de poussière en fraction inhalable	2	37	14

Tableau 7 – Synthèse des valeurs du ratio des résultats des particules de poussière en fraction respirable sur ceux pour la fraction inhalable

➤ Moyen de prévention

Un portrait des moyens de contrôle a été réalisé lors de chaque intervention par le biais d'observations et de réceptions de témoignage de travailleurs ou de superviseurs. Il a été jugé pertinent de ne pas les présenter notamment pour des raisons de confidentialité.

Discussion

1. Analyse synthèse des résultats

➤ Poussières de procédés

L'analyse de la composition des poussières de bois brûlé est complexe. Une grande variabilité due aux nombreux paramètres influençant cette composition ou encore liée à la production sera évoquée dans les limites du projet en fin de discussion.

Si la présence de certains composés organiques, tels que l'alpha terpinéol ou la vanilline est notable dans la majorité des échantillons, il est difficile de les retenir comme identifiant d'une exposition au bois brûlé. Leur rôle dans le métabolisme des plantes explique leur présence même dans des poussières de bois sains. Il est à noter que beaucoup des composés (phénols, terpènes, cétones) présents dans la poussière de bois sain et brûlé sont des irritants reconnus. Il ne semble pas qu'il y ait de corrélation entre un composé organique et la présence de poussière de bois brûlé pour qu'un indicateur de l'exposition du bois brûlé soit identifié par cette analyse.

Le tableau 2 nous permet de constater que la concentration de HAP dans les poussières récoltées est soit en dessous des valeurs limites de détection de l'analyse, soit sous forme de trace (légèrement supérieure aux valeurs limites de détection de l'analyse).

Le tableau 3 nous permet de constater une variabilité dans les concentrations pour les métaux détectés. Il est à noter que l'argent, l'arsenic, le béryllium, le bismuth, le cobalt, l'étain, le sélénium, le tellure, le thallium n'ont pas été détectés dans les échantillons récoltés.

➤ Échantillonnage en poste fixe

Les résultats des HAP (tableau 4) évalués sont pour la majorité inférieurs au seuil de détection. Dans les rares cas où ceux-ci sont détectés, soit le résultat est très légèrement supérieur à la valeur minimale rapportée (VMR), soit, pour certains, des incertitudes entourant la qualité incitent à relativiser leur interprétation (pour plus de détails, voir la remarque en annexe 2.a).

La faible détection des HAP pourrait s'expliquer par trois hypothèses formulées par Yargicoglu (2015), soit la température de combustion (400 à 600 C) qui détruirait les HAP formés, la présence d'oxygène qui favorise une dégradation plus complète de la matière organique et réduirait la formation des HAP, ou la durée de combustion qui pourrait influencer la quantité de HAP mesurés.

Les résultats des métaux (tableau 5) évalués sont pour la majorité inférieurs au seuil de détection. Seul le manganèse a été détecté dans l'ensemble des analyses. Le fer est également détecté dans la majorité de celles-ci. L'aluminium, le cuivre et le magnésium seront détectés uniquement à deux reprises sur les 14 échantillons. Alors que le cadmium, le plomb et le zinc ne le seront qu'une fois.

Les métaux présents naturellement dans la matière végétale, notamment du fait du phénomène de bioaccumulation, vont voir leur concentration augmenter en fonction du degré de combustion. À la fin du processus qui peut être assimilé à la destruction des composés organiques, les cendres présentent la plus grande proportion de composés inorganiques, comme les métaux et oxydes de métaux (Prudhomme, 2024) (7). Ainsi, il serait raisonnable de considérer que la combustion partielle de l'écorce observée sur les billots dans la majorité des échantillonnages et la faible présence de cendre, notamment par l'ajout d'une étape de mouillage, soit des facteurs qui permettent d'expliquer des concentrations de métaux relativement faibles.

La stratégie d'échantillonner en poste fixe présente des limites méthodologiques qui seront évoquées en fin de discussion.

Ainsi, toutes comparaisons avec les seuils réglementaires ou préventifs ne peuvent être faites qu'à titre indicatif pour les besoins de la discussion. Le tableau 8 présente les normes réglementaires pour les métaux à cet effet.

Substance	notation	RSST (mg/m ³)	Substance	notation	RSST (mg/m ³)
Aluminium	Pr	5	Magnésium	Pi	10
Arsenic	Pt	0.01	Manganèse	Pi	0.2
Cadmium	Pt	0.01		Pr	0.05
	Pr	0,005*	Nickel	Pi	1.5
Chrome	Pi	0.5	Plomb	Pt	0.05
Cobalt	Pi	0.02	Vanadium	Pi	0.05
Cuivre	Pt	0.2	Zinc	Pr	2
Fer	Pt	5			

* sera en vigueur le 1-03-2026 (Décret 280-2024)

Pt: particules totales.

Pi: particules de la fraction inhalable de l'aérosol.

Pr: particules de la fraction respirable de l'aérosol

Tableau 8 – normes réglementaires des métaux concernés.

Il y a consensus scientifique pour affirmer que la granulométrie de la poussière de bois sain est majoritairement constituée de particules d'un diamètre aérodynamique supérieur ou égal à 10 µm qui ne

seraient pas échantillonnés en fraction respirable (Comité médical provincial en santé au travail du Québec – RSPSAT [2014] [2]). La médiane à 14 % et le maximum à 37 % pour le ratio des résultats des particules de poussière en fraction respirable sur ceux pour la fraction inhalable ne contredisent pas l'observation initiale d'une poussière plus fine. Cependant, les résultats montrent que la poussière de bois brûlé dans les conditions évaluées reste majoritairement constituée de particules d'un diamètre aérodynamique supérieur ou égal à 10 µm qui ne seraient pas échantillonnées en fraction respirable.

Le tableau 6 et la figure 2 montrent que dans les conditions évaluées, l'échantillonnage des particules en fraction inhalable semble être la méthode d'évaluation la plus représentative des émissions de poussières de bois brûlé. Malgré le fait que cette méthode ne permet pas de caractériser spécifiquement la nature de l'exposition aux poussières (bois sain, bois brûlé ou autre), elle semble renseigner plus pertinemment sur l'ampleur de l'exposition.

Il va de soi que certains contextes comme une combustion plus profonde du bois ou la présence accrue de cendre nécessiteraient d'élargir les options d'évaluation.

Il reste cependant à se questionner sur le seuil de référence sur lequel s'appuyer pour statuer de l'exposition des travailleurs. La réflexion pourrait être portée sur le seuil de l'ACGIH pour la poussière de bois sain « Bois dur et mou à l'exception du cèdre rouge (poussières de) » de 1 mg/m³ en fraction inhalable. C'est le seuil de référence recommandé par le « Guide de surveillance médicale et recommandations concernant les seuils d'interventions préventives pour les poussières de bois » du RSPSAT (2014) (2). En l'absence d'indicateurs plus spécifiques au bois brûlé, étant donnée également la présence de bois sain dans la composition de la poussière, ce seuil préventif représente la référence pour l'évaluation de l'exposition à la poussière de bois brûlé dans notre région.

2. Tour d'horizon des moyens de réduction de l'exposition

Nos évaluations ne permettront pas de valider l'efficacité de tel ou tel moyen de contrôle. Un survol de ceux-ci a été réalisé au cours de nos interventions et nous partagerons nos commentaires dans cette partie.

➤ Directives de récolte

Un des moyens de contrôle qui pourrait être considéré comme efficace et qui devrait faire partie des prochaines recommandations lors des épisodes d'incendie se situe au niveau de la récolte. En effet, des directives sur la sélection des billots semblent avoir fait consensus. Les billots « brûlés » qui ont été livrés aux scieries présentaient majoritairement une calcination à la surface de l'écorce. Très peu de billots présentaient une calcination complète de l'écorce et encore moins ont été observés présentant une calcination partielle du bois lui-même. Cette sélection motivée initialement par souci de la qualité du bois semble être un bon moyen de réduire l'exposition des travailleurs aux métaux ou encore aux HAP, si l'on considère les hypothèses évoquées plus haut dans la discussion.

Selon le témoignage d'un milieu ayant reçu un voyage de bois présentant un degré de combustion plus élevé, la gestion de l'émission des poussières avait présenté un plus gros défi et les symptômes d'irritation avaient été plus soulevés par les travailleurs. Le milieu avait décidé de mettre ce lot de côté et de le procéder lorsque les conditions de contrôle seraient maximales.

➤ Isolation

En raison de la gestion de l'exposition des poussières de bois sain, la majorité des milieux visités fournissait une cabine à pression positive pour l'opérateur d'écorçage. Cette protection est très efficace pour réduire l'exposition de l'opérateur, lorsque la cabine est bien conçue et entretenue et que l'opérateur n'a pas à intervenir trop souvent et trop longtemps hors de celle-ci. L'aide-opérateur ou encore le journalier peut profiter de cette protection quand il n'a pas à intervenir sur la ligne de production.

La fréquentation des zones de production par les travailleurs est très variable en fonction du poste et des tâches à réaliser (entretien mécanique, gestion des blocages, etc.).

La mise en place de grandes toiles pour séparer l'écorçage du reste du bâtiment afin de confiner l'émission de poussières de bois brûlé a été observée. Selon le témoignage des milieux, ce moyen simple paraît apporter une plus-value. Toutefois, l'entretien de la toile et le nettoyage de l'accumulation de poussière semblent être un enjeu à prendre en compte à plus long terme.

➤ Humidification

L'ensemble des milieux visités ont installé des systèmes d'humidification des billots à leur entrée dans l'usine. Selon le témoignage de ces milieux, ce moyen de contrôle entraîne une réduction de l'émission de poussière (que ce soit de bois brûlé ou sain) en plus d'améliorer l'efficacité de l'écorçage.

Les conditions hivernales viennent modifier l'utilisabilité de cette mesure. Selon le témoignage des milieux, lorsque les billots sont gelés, voire couverts de neige, les émissions de poussières seraient réduites.

Il existe des enjeux environnementaux et de gestion de l'eau qui ne sont pas traités dans ce document.

➤ Ventilation

Nous avons observé que certains milieux avaient investi dans des systèmes de captation au-dessus des écorceurs. Ce moyen de contrôle sera toujours une piste d'amélioration lorsque les principes de base de la ventilation (figure 3) sont pris en compte pendant sa mise en place.

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• I. Envelopper au maximum la zone de production de polluants.• II. Capter au plus près de la zone d'émission.• III. Placer le dispositif d'aspiration de manière que l'opérateur ne soit pas entre celui-ci et la source de pollution.• IV. Utiliser les mouvements naturels des polluants. | <ul style="list-style-type: none">• V. Induire une vitesse d'air suffisante.• VI. Répartir uniformément les vitesses d'air au niveau de la zone de captage.• VII. Compenser les sorties d'air par des entrées d'air correspondantes.• VIII. Éviter les courants d'air et les sensations d'inconfort thermique.• IX. Rejeter l'air pollué en dehors des zones d'entrée d'air neuf. |
|---|---|

Figure 3 – les 9 principes de la ventilation locale par aspiration à la source (Principes généraux de ventilation, INRS, 2022 [8]) repris sur la page de la Commission des normes de l'équité de la santé et de la sécurité du travail ([Ventilation des lieux de travail](#)) – CNESTT) (9).

De la même façon, la ventilation générale va permettre une dilution des poussières.

Il est primordial de rappeler ici que l'ensemble des systèmes de ventilation nécessite un entretien fréquent, effectué par des personnes qualifiées, sinon le système perd son efficacité et l'investissement devient inutile.

Enfin, l'utilisation de système de dépoussiérage dans la gestion d'émission de particules dans l'air reste également un moyen de réduction pertinent. Il est toutefois important de prendre en compte l'entretien de ses

systèmes, en protégeant adéquatement les travailleurs ayant à faire ces tâches et en tenant compte de l'aspect sécuritaire puisqu'il s'agit de poussières combustibles (Section VIII, RSST).

➤ Protection respiratoire

Au cours de nos interventions, l'ensemble des milieux avait fait la promotion de cet équipement de protection individuelle, et même avait rendu obligatoire son utilisation. Cependant, selon nos observations, le port adéquat de la protection respiratoire était respecté par les travailleurs de façon très aléatoire.

Ce moyen de contrôle est systématiquement relégué au rôle de solutions complémentaires ou temporaires. Cela est notamment dû au fait que son utilisation adéquate est tributaire de beaucoup de facteurs, dont le facteur humain.

Les efforts physiques, les températures élevées, l'humidité, les conditions de travail dans une scierie ne favorisent pas le confort lors du port de la protection respiratoire.

Cependant, pour certaines tâches, cela demeure le dernier moyen de protection réaliste. Le port adéquat de la protection respiratoire reste un défi pour cette industrie comme pour beaucoup de milieux de travail.

La protection respiratoire reconnue la plus communément utilisée pour la poussière de bois est le N95 en masque jetable. Cette pièce faciale hermétique requiert une politique de port de barbe et un essai d'ajustement à jour pour être efficace. Il est à noter que pour certaines tâches, particulièrement exposantes comme le nettoyage, des milieux ont obligé le port de protection respiratoire à adduction d'air. Selon leur témoignage, ce type de protection est plus apprécié des travailleurs et donc plus efficace.

Limites et portées

Ce projet exploratoire ciblait le passage des billots brûlés à l'écorçage dans les scieries présentes en Abitibi-Témiscamingue. Ce document s'adresse principalement aux entreprises de l'industrie forestière ayant à gérer ce type d'opération.

Cinq scieries ont participé à ce projet pour neuf interventions. L'analyse de dix échantillons de poussières déposées ont permis d'avoir des résultats sur 27 HAP, 30 métaux et de documenter la présence de certains composés organiques dans ces poussières hétérogènes. L'analyse des postes fixes a permis de documenter la composition dans l'air ambiant pour 13 métaux, 21 HAP et de renseigner sur la granulométrie des particules en documentant la fraction inhalable et respirable.

Le spectre des substances analysées est significatif. Cependant, il est important de prendre en considération les limites de nos évaluations au moment d'analyser nos résultats.

➤ Limites méthodologiques

La quantité de matériel nécessaire pour procéder à l'ensemble des **analyses de poussière de procédé** s'est révélée être un enjeu. Seuls dix échantillonnages ont été réalisés (les cinq milieux ont fait l'objet d'au moins un prélèvement). Pour qu'un échantillon soit représentatif de la journée de production évaluée, le prélèvement devait être effectué dans un endroit quotidiennement nettoyé. Or, sur le terrain, la poussière déposée au cours d'un quart de travail ne permettait pas d'obtenir la masse nécessaire aux analyses. Ainsi, la poussière déposée représente plusieurs journées de production et un ratio variable de poussière de bois brûlé et de bois sain. Les résultats ne sont donc pas représentatifs uniquement des poussières de bois brûlé. Si cette

dilution réduit la possibilité de détection d'un contaminant en faible quantité, elle n'empêcherait pas de relever la présence de substances spécifiques du bois brûlé qui seraient en quantité significative.

L'échantillonnage en poste fixe, s'il ne permet pas d'évaluer l'exposition des travailleurs, va donner une indication à la source de l'émission. Ainsi, toutes comparaisons à des seuils d'exposition réglementaires ou préventifs ne se feront qu'à titre indicatif pour les besoins de la discussion. De plus, il est important de noter que l'échantillonnage des métaux est réalisé en fraction totale. Il sera d'autant plus important de relativiser toutes comparaisons avec des seuils de fractions différentes (inhalable ou respirable) qui pourraient être faites à titre indicatif pour les besoins de la discussion.

➤ **Une grande hétérogénéité dans les paramètres d'entrée**

La composition de la poussière de bois sain peut varier énormément à travers des paramètres comme le type d'essence procédée ou encore la nature du sol où l'arbre a été récolté (Pettersen, 1984) (10).

La composition de la surface du billot calciné va être différente en fonction du degré d'intensité et de durée de la combustion qui l'a affectée, ainsi que la présence ou non d'oxygène au cours de cette transformation (7).

Les limites liées au nombre de paramètres influençant l'émission et la composition des poussières comparées à la quantité de données obtenue sont à prendre en compte au moment d'établir la portée de nos résultats. Faire une analyse exhaustive de l'ensemble des conditions potentielles d'exposition des travailleurs serait un défi important et la plus-value ne serait pas évidente.

➤ **Une grande variabilité de conditions de production :**

Au cours de ces évaluations, nous avons pu observer des pourcentages de bois brûlé très variables dans les différentes productions. Certain jour d'évaluation, un pourcentage élevé de billots brûlés étaient procédés et pour d'autres, la grosse majorité de la production concernait du bois parfaitement sain.

L'émission de poussière de bois brûlé sera également variable en fonction des différents moyens de contrôle en place.

Ces variations d'une évaluation à l'autre ont été observées. La défaillance des moyens de contrôle temporaires, les conditions climatiques et le mouvement d'air dans l'établissement lors de l'une des évaluations ont engendré une accumulation des poussières à l'endroit où était placée une des stations. Inversement, d'autres interventions présentaient des conditions idéales pour limiter l'émission de poussière.

S'il est intéressant de bien circonscrire des paramètres afin de conclure leurs impacts sur un résultat, ici, nos résultats sont représentatifs d'un large spectre de conditions de production pour les entreprises visées (essence d'arbre, pourcentage de bois brûlé, type de procédé...) et de moyen de contrôle. Si cela ne permet pas de conclure spécifiquement de l'impact de chacun sur l'exposition des travailleurs, cela permet d'alimenter notre réflexion.

L'absence de détection significative d'une substance, s'il ne permet pas d'exclure avec certitude toutes éventualités d'expositions, relativise sa survenue dans des conditions similaires.

Aux vues de la variabilité des conditions de production, si l'analyse des résultats obtenus ne permet pas d'identifier de substances spécifiques pouvant être corrélées avec l'émission de poussières de bois brûlé, il est raisonnable de conclure que les substances évaluées ne sont pas de bons indicateurs de l'exposition aux poussières de bois brûlé.

Malgré les limites importantes énoncées, dans les conditions d'évaluation, ce projet nous permet de documenter le potentiel d'exposition des travailleurs au moment du passage de bois brûlé dans les scieries et de nourrir notre réflexion visant l'amélioration de notre surveillance de celle-ci.

Conclusion/recommandation

Les questionnements des milieux de travail aux prises avec cette situation d'exposition ont permis de mettre en lumière un risque peu documenté.

Des moyens de contrôle pour réduire l'exposition des travailleurs aux poussières de bois brûlé ont été identifiés et mis en place dans ces milieux. La plupart de ces moyens de contrôle sont également reconnus pour être efficaces dans la réduction de l'exposition des travailleurs aux poussières de bois sain qui reste un défi majeur pour cette industrie.

À la lumière de nos résultats, nous recommandons, en attendant un meilleur indicateur, d'évaluer l'exposition des travailleurs aux poussières de bois brûlé par un échantillonnage dans la zone respiratoire sur l'ensemble du quart de travail des particules en fraction inhalable. Le seuil préventif de l'ACGIH pour les poussières de bois dur et mou à l'exception du cèdre rouge de 1 mg/m³ en fraction inhalable sera la référence à préconiser dans notre région.

Aurélien Calmet
Hygiéniste du travail

Remerciements

L'ensemble du processus encadrant ce projet a mis en lumière le gain que la collaboration entre les différents acteurs de prévention en santé au travail peut apporter lorsqu'il s'agit de répondre à un enjeu de protection de la santé des travailleurs.

Nous tenons à remercier :

Les milieux pour leur collaboration dans la prise d'échantillons. L'ensemble des scieries qui, à notre connaissance, avait à passer une quantité conséquente de bois brûlé a accepté de participer à ce projet. C'est remarquable !

L'IRSST pour son soutien lors de la recherche de référence, de l'établissement de la stratégie d'échantillonnage, de l'analyse des échantillons, particulièrement Isabelle Maguire pour avoir coordonné des rencontres avec l'ensemble des acteurs du milieu et Pamela Prud'homme et Pierre-Luc Cloutier pour leur soutien d'expert.

La CNESST régionale pour les échanges entourant la publication des recommandations et pour son suivi intéressé.

Les représentants patronaux (Prévibois) et syndicaux de l'industrie (Unifor) pour leur collaboration lors des échanges.

Les techniciens en hygiène du travail qui ont réalisé les évaluations et récolté les précieuses informations ayant permis cette analyse : Joanie Boisvert, Guylaine Fortin, Anik Martel, Fannie Ricard et Alexandre Thivierge.

Mes collègues hygiénistes du RSPSAT et plus particulièrement Natalie Fortin pour nos échanges toujours constructifs.

Références

1. HARPER ASHLEIGH R., Santin Cristina, Doerr Stefan H., Froyd Cynthia A., Albini Dania, Otero Xose Luis, Viñas Lucia, Pérez-Fernández Begoña (2019) Chemical composition of wildfire ash produced in contrasting ecosystems and its toxicity to *Daphnia magna*. *International Journal of Wildland Fire* 28, 726-737.
2. Comité médical provincial en santé au travail du Québec – RSPSAT (2014) ; Guide de surveillance médicale et recommandations concernant les seuils d'interventions préventives pour les poussières de bois ; [RSPSAT | publication](#)
3. Ressource Canada, gouvernement du Canada (2022), [Changement climatique et feux](#)
4. [L'exploitation du bois brûlé : mesures pour prévenir les risques associés - CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue.](#)
5. Règlement sur la santé et la sécurité du travail, [s-2.1, r. 13 – Règlement sur la santé et la sécurité du travail](#)
6. YARGICOGLU, E. N., Sadasivam, B. Y., Reddy, K. R. et Spokas, K. (2015). Physical and chemical characterization of waste wood derived biochars. *Waste Management*, 36, 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.10.029>
7. PRUD'HOMME, P., Aubin, S. et Cloutier, P.-L. (2024). Revue de littérature sur la composition des poussières de bois brûlé (Rapport n° QR-1206-fr). IRSST. <https://doi.org/10.70010/WMAT6356>
8. Principes généraux de ventilation, INRS, (2022) [Principes généraux de ventilation – Brochure – INRS](#)
9. Ventilation des lieux de travail | [Commission des normes de l'équité de la santé et de la sécurité du travail – CNESST](#)
10. PETTERSEN, Roger C. The chemical composition of wood. *The chemistry of solid wood*, 1984, vol. 207, p. 57-126. [Chemical Composition of Wood - Important20190527-131054-9ebbmi-libre.pdf](#)