



INSTITUT  
TECHNOLOGIQUE

# PROPOBOIS 3

Démarche de PROgrès pour la  
réduction de l'exposition aux  
POusssières de BOIS  
Phase 3



Réf. CODIFAB : 2023 FCBA B 38\_50

Rapport final

Rapport Non confidentiel

Date : décembre 2024

Rédaction : Vincent QUINT – FCBA

En partenariat avec :

**OPPBTP**

Avec le soutien de :

**CODIFAB**

Développement des Industries Françaises  
de l'Ameublement et du Bois

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Contexte et objectifs de l'étude</b>	<b>3</b>
1.1	Contexte de l'étude	3
1.1.1	Le simulateur	3
1.1.2	Pourquoi PROPOBOIS 3	3
1.2	Objectif de l'étude	3
1.3	Méthodologie	4
<b>2</b>	<b>Analyse documentaire</b>	<b>5</b>
2.1	Données requises	5
2.2	Examen des rapports d'essais	5
2.3	Examen des études antérieures	5
<b>3</b>	<b>Mesures en entreprise</b>	<b>8</b>
3.1	Entreprises participantes	8
3.2	Choix des profils métiers	8
3.3	Protocole d'intervention en entreprise	10
3.3.1	Nature des prélèvements et des mesures	10
3.3.2	Dispositifs de mesures gravimétriques	10
3.3.3	Dispositif de mesure optique	12
3.3.4	Observations du poste de travail	13
3.4	Déroulement des mesures	14
3.4.1	Calendrier des interventions	14
3.4.2	Conditions générales des interventions	14
<b>4</b>	<b>Résultats</b>	<b>15</b>
4.1	Poussières de bois	15
4.2	Poussières inhalables (totales) et alvéolaires	16
4.3	Simulations d'exposition	18
<b>5</b>	<b>Interprétation des résultats</b>	<b>20</b>
5.1	Courbe de prédiction	20
5.1.1	Régression linéaire	20
5.1.2	Identification des points extrêmes	21
5.1.3	Définition de la courbe de prédiction	23
5.2	Analyse des points et de leur écart à la courbe de prédiction	25
5.2.1	Résultats généraux	25
5.2.2	Singularité des points et facteurs environnementaux	26
5.3	Nouvelles bornes de classes d'émission	27
<b>6</b>	<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>29</b>
6.1	Conclusions	29
6.2	Perspectives	29
<b>7</b>	<b>Références bibliographiques</b>	<b>30</b>

## 1 Contexte et objectifs de l'étude

### 1.1 Contexte de l'étude

#### 1.1.1 Le simulateur

Dans le cadre de leur partenariat signé en 2020, l'OPPBTB et l'Institut technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement (FCBA) ont élaboré en 2022, avec le soutien du CODIFAB, un outil de simulation de l'exposition des opérateurs aux poussières de bois.

Cet outil, nommé « simulateur » est accessible sur Internet sans restriction depuis les sites du CODIFAB, de l'OPPBTB et de FCBA. Il est hébergé sur le site PreventionBTP de l'OPPBTB. Il permet aux entreprises

- de qualifier l'émissivité des machines (procédés) au sein de l'atelier et de la cartographier ;
- d'évaluer l'exposition des opérateurs en fonction des machines utilisées et du temps effectif d'utilisation ;
- d'identifier et de hiérarchiser les actions d'amélioration à conduire ;
- d'accéder à des ressources documentaires en lien avec les actions d'amélioration identifiées.

Cet outil met en œuvre la méthodologie d'autodiagnostic développé dans le guide « Poussières de bois – Évaluez le risque d'exposition dans votre atelier », également accessible en ligne.

#### 1.1.2 Pourquoi PROPOBOIS 3

Le fonctionnement du simulateur est basé sur une matrice de classement des procédés en fonctions de leur émissivité, appelée « matrice PROPOBOIS ». Ce classement est issu de l'étude PROPOBOIS. Il est établi sur la base de données d'experts et des mesures d'émissions réalisées en situation réelle dans des ateliers de travail du bois. La matrice compte ainsi 27 procédés, répartis dans 5 classes d'émissivité, allant de la plus faible à la plus forte.

Tous les procédés n'ayant pu faire l'objet d'une caractérisation de leur émissivité par des mesures en situation réelle, l'OPPBTB et FCBA ont engagé en 2022, avec l'étude PROPOBOIS 2, une démarche de caractérisation de procédés afin de conforter leur classement au sein de la matrice. Par ailleurs, la méthode de diagnostic élaborée n'avait pu jusqu'à présent bénéficier d'un retour d'expérience suffisant pour en évaluer la robustesse.

Les difficultés constatées lors de l'étude PROPOBOIS 2 pour obtenir les conditions de mesurage requises, notamment une durée suffisante (plusieurs heures) de fonctionnement du procédé étudié, ont conduit le groupe de travail OPPBTB-FCBA à abandonner le protocole jusqu'alors mis en œuvre et à proposer au CODIFAB une autre approche pour l'étude PROPOBOIS 3.

### 1.2 Objectif de l'étude

L'étude consiste à éprouver la méthode du guide poussières de bois. Il s'agit d'examiner la concordance entre des résultats obtenus avec le simulateur poussières de bois et des résultats de mesures sur opérateurs en situation réelle d'exposition.

L'objectif demeure *in fine* de conforter la méthode d'auto-diagnostic développée dans le guide poussières de bois et mise en œuvre par le simulateur. Le cas échéant, il s'agira de déterminer les éventuels ajustements à apporter à la méthode et par voie de conséquence à l'outil en ligne.

## 1.3 Méthodologie

Une première étape avait pour but d'identifier, parmi les données disponibles recueillies auprès d'entreprises lors des études antérieures (EPOBOIS, TEMPOBOIS, MESOREM, PROPOBOIS), les résultats de mesures exploitables pour une saisie sur le simulateur.

La seconde étape, la plus importante, consistait en la réalisation de mesures d'exposition dans six entreprises, pour quatre profils-types de métiers représentatifs de la profession.

La troisième étape a porté sur l'interprétation des résultats par étude comparative, avec l'analyse des écarts éventuels et l'identification des ajustements potentiels.

## 2 Analyse documentaire

### 2.1 Données requises

Les données recherchées, nécessaires pour réaliser une simulation d'exposition d'un poste d'opérateur sur le simulateur, sont les suivantes :

- les différents procédés (machines) utilisés au cours d'un poste de travail ;
- le type de protection collective (caractéristiques de l'installation d'aspiration, classe de l'aspirateur...) et sa performance (qui est fonction du contrôle d'efficacité opéré ou non sur l'installation ou le matériel) ;
- le temps consacré à chacun des procédés utilisés, rapporté à 8 heures ;
- le temps hors procédés (déplacements dans l'atelier pour approvisionnement ou enlèvement des pièces, manutention, maintenance, pause, etc.) ;
- le temps consacré aux opérations de nettoyage ;
- le port éventuel d'un appareil de protection respiratoire associé au procédé utilisé et son type de protection.

### 2.2 Examen des rapports d'essais

Auparavant accrédité pour le contrôle réglementaire du respect de la VLEP-8h pour poussières de bois (prélèvements au poste de travail et analyse en laboratoire), FCBA a réalisé dans ce cadre bon nombre d'interventions en entreprises. Cinquante-cinq rapports d'essais à notre disposition, portant sur les périodes 2008, 2009 et 2010, ont été ainsi étudiés dans le but d'identifier des résultats de mesures exploitables pour réaliser des simulations.

Chaque rapport d'essai comporte une description des activités réalisées par l'opérateur faisant l'objet du prélèvement (différentes machines utilisées, manutention, pauses, nettoyage à la soufflette, etc.). Cette description, le plus souvent détaillée, montre bien la diversité des postes de travail et donc des groupes d'exposition similaires (GES) à prendre en compte lors d'un contrôle d'exposition.

Aussi détaillées soient les descriptions de poste, le temps consacré à chaque type d'opération conduite par l'opérateur lors du prélèvement n'est pas consigné, ce qui ne nous permet pas de renseigner comme de nécessaire le simulateur pour comparer la note et la classe d'exposition avec la VLEP mesurée.

### 2.3 Examen des études antérieures

Les études relatives aux poussières de bois antérieurement conduites par le binôme OPPBTP-FCBA sont : EPOBOIS, TEMPOBOIS, TEMPOBOIS SUITE, TEMPOBOIS 3, MESOREM et PROPOBOIS.

Un récapitulatif des mesures réalisées dans le cadre de ces études est fourni ci-dessous.

- EPOBOIS *Etude des conditions de mise en œuvre des dispositions réglementaires applicables à la mesure de l'exposition aux poussières de bois selon le décret et l'arrêté du 15 décembre 2009*, FCBA (2011)
  - 224 mesures (par organismes accrédités), 31 GES, 11 entreprises de la seconde transformation
  - Pas d'observation permettant d'en déduire des temps d'activités
- TEMPOBOIS - *Etude du développement d'une Technologie de Mesure des Poussières de Bois*, FCBA (2013)
  - 27 mesures, 5 entreprises
  - Pas d'observation permettant d'en déduire des temps d'activités
- TEMPOBOIS - *Suite Etude pour le développement d'une Technologie de Mesure des Poussières de Bois - Partie 2*, FCBA (2014)
  - Mesures en atelier menuiserie de FCBA. 15 échantillons analysés

- Procédés utilisés et durées de travail connues
- Pas d'observation permettant d'en déduire des temps d'activités (conditions expérimentales non représentatives d'un poste de travail réel)
- MESOREM - *MEsures de vérification des SOLutions REMarquables de la convention poussières de bois*, FCBA (2015)
  - 4 entreprises, 16 GEH mesurés
  - Pas d'observation permettant d'en déduire des temps d'activités
- TEMPOBOIS 3 - *Etude pour le développement d'une Technologie de Mesure des Poussières de Bois - Partie 3*, FCBA (2016)
  - 5 GEH mesurés
  - Pas d'observation permettant d'en déduire des temps d'activités
- PROPOBOIS - *Démarche de PROgrès pour la réduction de l'exposition aux POussières de BOIS*, FCBA (2019)
  - 17 procédés, 8 entreprises
  - Des observations lors des mesures potentiellement exploitables
- PROPOBOIS 2 - *Démarche de PROgrès pour la réduction de l'exposition aux POussières de BOIS FCBA – Phase 2* (2022)
  - 4 procédés, 2 entreprises
  - Des observations lors des mesures potentiellement exploitables

Jusqu'à TEMPOBOIS 3, l'observation en continu des postes de travail lors des mesures - nécessaire pour renseigner le simulateur - n'était pas systématique car sans intérêt direct sur l'objet de ces études. C'est à partir de l'étude PROPOBOIS que l'observation en continu est venue s'associer à la mesure gravimétrique.

L'étude PROPOBOIS ayant conduit à la définition de la matrice du même nom, élément-clé de la méthode de cotation mise en œuvre dans le simulateur, la reprise des données n'est pas apparue pertinente car ne permettant pas de confronter la méthode à des nouvelles données de postes de travail (mesures gravimétriques et observations).

L'essai de simulations ci-dessous, néanmoins réalisé pour cinq procédés de l'étude PROPOBOIS, montre une correspondance globalement satisfaisante, avec pour trois d'entre eux une cohérence entre la valeur gravimétrique du prélèvement sur opérateur et la note d'exposition fournie par le simulateur :

- ponceuse larges bandes : 0,1 mg/m<sup>3</sup> (10 % de la VLEP) pour une classe A ;
- perceuse multibroche : 0,3 mg/m<sup>3</sup> (30 % de la VLEP) pour une classe B ;
- ponceuse portative : 0,6 mg/m<sup>3</sup> (60 M de la VLEP) pour une classe comprise entre C et D selon le type de fonctionnement retenu.

	Mesure gravimétrique		Exposition (simulateur)	
	[x] mg/m <sup>3</sup>	Durée (min)	Classe	Neo
Scie à panneaux horizontale	0,457	443	Bo	14,4
Perceuse multibroche	0,296	460	Bo	11,6
Centre d'usinage à CN	< 0,11	378	Bo	14,1
Ponceuse larges bandes	0,122	420	Ao	8,6
Ponceuse portative – montage Fonc <sup>1</sup> aspi présumé Fonc <sup>1</sup> aspi non garanti	0,581	422	Co	36,3
			Do	43,5

Hypothèses de simulation :

- 1) Protection collective C extérieure sans recyclage et bon fonctionnement présumé pour les machines fixes
- 2) Temps ajusté par ratios sur 8 h.
- 3) Classe M pour l'aspirateur mobile de la machine portative
- 4) Arrêt usinage compté en hors procédé

Tableau 1 : Mesures gravimétriques et résultats de simulation pour 5 procédés de l'étude PROPOBOIS

La très faible exposition sur le centre d'usinage ( $< 0,1 \text{ m/m}^3$ ) au regard d'une classe B trouve son explication dans la spécificité de ce poste de travail où l'opérateur, par sa situation éloignée et ses déplacements, est en général *in fine* peu exposé.

L'exposition sur la scie à panneaux horizontale de  $0,46 \text{ mg/m}^3$  pour une classe B n'appelle en revanche pas d'explication particulière sur les bases des données d'observation disponibles.

Par ailleurs, à défaut d'informations suffisantes, plusieurs hypothèses ont dû être prises pour renseigner le simulateur.

A la lumière de cet exercice, le choix a été fait de consacrer le temps d'étude à la collecte de nouvelles données en entreprises, adaptées précisément à nos besoins pour disposer du niveau de précision requis et répondre ainsi à l'objectif initial.

## 3 Mesures en entreprise

### 3.1 Entreprises participantes

Six entreprises ont été sollicitées et ont accepté de participer à l'étude :

Ent.	Secteur d'activité	Activités principales
1	Construction	Menuiserie intérieure et extérieure Charpente, MOB
2	Construction	Menuiserie intérieure et extérieure MOB
3	Construction	Menuiserie intérieure et extérieure
4	Ameublement	Fabricant de meubles et plans de travail
5	Construction	Menuiserie extérieure (fenêtres)
6	Ameublement	Fabricant de cercueils

Tableau 2 : Entreprises participant à l'étude

### 3.2 Choix des profils métiers

L'objectif était d'étudier quatre profils-types de métiers représentatifs de la profession, chaque profil étant destiné à être mesuré trois fois dans trois entreprises différentes.

Pour ce faire, six profils types ont été définis, sur la base de trois variables : le caractère posté (travail sur une machine principale, voire unique) ou polyvalent (travail sur plusieurs machines), le type d'opération (débit ou usinage) et la nature du matériau travaillé (bois massif ou panneau).

1. Opérateur *polyvalent* travaillant sur *bois massif*, fabriquant un produit du début à la fin (débit, usinage et finition) et intervenant sur différentes machines telles que dégauchisseuse, raboteuse, toupie, corroyeuse, tenonneuse, mortaiseuse, ponceuse à bandes... ;
2. Opérateur *posté de débit* de *bois massif*, intervenant principalement sur de machines de débit telles que déligneuse, scie radiale... ;
3. Opérateur *posté de débit* de bois de *panneaux* intervenant principalement sur des machines de débit telles que scie à panneaux verticale et/ou horizontale, scie à format... ;
4. Opérateur *posté d'usinage* de *bois massif* intervenant principalement sur des machines d'usinage telles que centre d'usinage encoffré type Speed Cut... Centre Usinage non encoffré ;
5. Opérateur *posté d'usinage* de *panneaux* intervenant principalement sur machines d'usinage (centre d'usinage non encoffré à commande numérique...)
6. Opérateur *polyvalent d'usinage* de *bois massif* intervenant sur différentes machines d'usinage telles que dégauchisseuse, raboteuse, toupie, corroyeuse, tenonneuse, mortaiseuse, ponceuse à bandes....



In fine, le choix des postes étudié s'est adapté aux disponibilités des entreprises qui ont accepté de participer à l'étude. Ils sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Ent.	Poste étudié	Machines utilisées
1	1.1. Posté / Usinage / Bois massif	Centre d'usinage non encoffré
	1.2. Polyvalent / Débit-usinage / Bois massif	Déligneuse, radiale, dégauchisseuse, 4 faces, calibreuse, toupie, scie à format...
2	2.1. Posté / Usinage / Bois massif	Centre d'usinage non encoffré
	2.2. Polyvalent / Débit-usinage / Bois massif	Déligneuse, radiale, 4 faces, ponçeuse larges bandes, toupie, scie à format, ponçage portatif...
3	3.1. Posté / Usinage / Bois massif	Rabotage, mortaiseuse
	3.2. Polyvalent / Débit-usinage / Bois massif	Débit scie à format, scie radiale (+ rabotage)
4	4.1. Posté / Usinage / Panneaux particules	Perceuse multibroche
	4.2. Posté / Usinage / Panneaux particules	Scie à panneaux horizontale
5	5.1. Polyvalent / Usinage / Bois massif	Profileuse, tenonneuse centre d'usinage non encoffré, ponçeuse orbitale, scie radiale toupie
	5.2. Posté / Usinage / Bois massif	Centre d'usinage non encoffré
6	6.1. Posté / Usinage / Bois massif	Toupie encoffrée
	6.2. Posté / Usinage / Bois massif	Raboteuse encoffrée

Tableau 3 : Postes étudiés en entreprise

### 3.3 Protocole d'intervention en entreprise

#### 3.3.1 Nature des prélèvements et des mesures

Le but des interventions en entreprise était de disposer pour chaque poste étudié :

- d'un résultat de mesure gravimétrique (équivalente à celle que pourrait faire l'entreprise dans le cadre d'un contrôle réglementaire par un organismes accrédité), sur la durée d'un poste de travail (en lien avec la VLEP-8 h) ;
- du détail des tâches de l'opérateur sur l'ensemble de poste de travail (machines utilisées, opérations pratiquées et temps consacrés correspondants) afin de pouvoir renseigner le simulateur le plus fidèlement possible.

Pour permettre une analyse fine du poste de travail, il convenait de repérer les situations les plus exposantes par la prise des mesures instantanées et enregistrées, associée à l'observation en continu de l'activité de l'opérateur.

Il a également été convenu en cours d'étude de profiter de nos interventions pour procéder à des mesures de poussières alvéolaires au regard du décret du 23 décembre 2021<sup>1</sup> ayant introduit de nouveaux seuils de concentrations en modifiant l'article R4222-10 du code du travail.

Pour répondre à ces objectifs, deux modalités de mesures ont été mises en œuvre :

- l'équipement de l'opérateur avec deux dispositifs :
  - o un système de prélèvement gravimétrique, destiné à fournir une concentration d'exposition sur la durée du poste de travail, pour les poussières de bois au regard de la VLEP-8h de 1 mg/m<sup>3</sup> et par assimilation<sup>2</sup> pour les poussières inhalables (totales) au regard de la valeur seuil de 4 mg/m<sup>3</sup> ;
  - o un appareil de mesures instantanées par sonde optique à lecture directe ;
- un dispositif sur trépied, placé au plus près du poste de travail, équipé pour réaliser en mesure d'ambiance, un prélèvement de poussières alvéolaires et fournir une concentration au regard de la valeur seuil de 0,9 mg/m<sup>3</sup>.

#### 3.3.2 Dispositifs de mesures gravimétriques

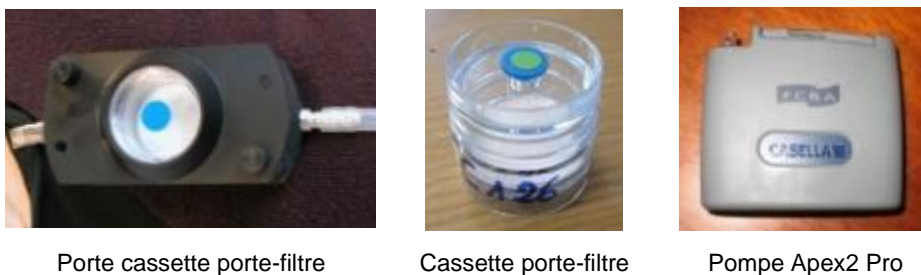
- Poussières de bois et poussières inhalables

Les poussières sont prélevées à l'aide d'une pompe créant un flux d'air au travers d'une cassette porte-filtre ouverte sur un orifice de 4 mm de diamètre et équipée d'un filtre à fibres de quartz d'un diamètre 37 mm (porosité 2,2 µm).

Les pompes de prélèvement sont calibrées au débit de 2 l/min à l'aide d'un débitmètre.

<sup>1</sup> Décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique

<sup>2</sup> Comme pour les poussières alvéolaires, la valeur seuil de concentration des poussières inhalables (totales) est à contrôler par une mesure d'ambiance. Pour autant, la concentration en poussières de bois mesurée sur opérateur est assimilable à la concentration en poussières inhalables : le prélèvement porte sur une fraction granulométrique > 10 µm, le prélèvement sur opérateur équivaut à un prélèvement d'ambiance et la méthodologie de mesurage est identique.



Porte cassette porte-filtre

Cassette porte-filtre

Pompe Apex2 Pro

Figure 1 – Matériel de prélèvement gravimétrique de poussières de bois et inhalables

Les prélèvements puis analyses (par pesées) ont été confiées au laboratoire ITGA<sup>3</sup> accrédité pour les deux types de prestations.

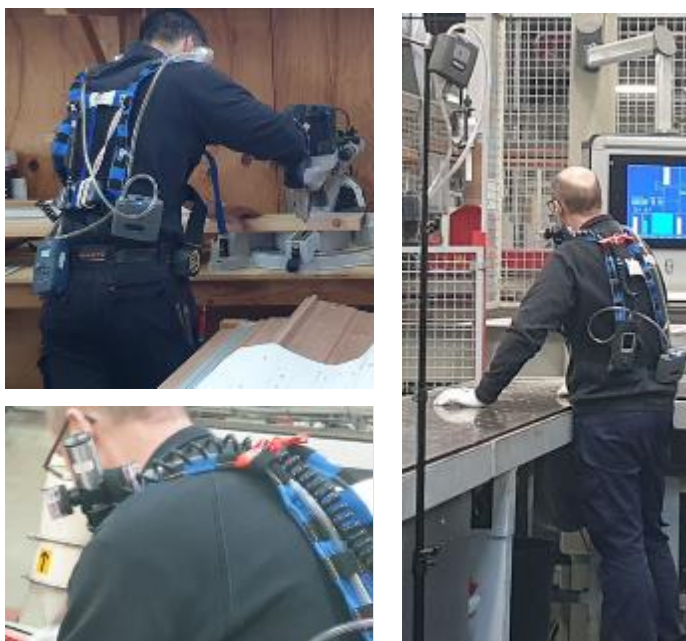


Figure 2 – Mise en œuvre du dispositif de prélèvement de poussières de bois et inhalables sur opérateur

- **Poussières alvéolaires**

Les poussières alvéolaires ont été prélevées selon la norme NF X43-259 à l'aide d'un capteur cyclonique (Dorr Oliver) associé à un filtre à membrane PVC de diamètre 37 mm (porosité 5 µm), raccordé à une pompe caibrée au débit de 1,7 l/min.

<sup>3</sup> Organisme accrédité sur la base du respect d'un référentiel d'accréditation comportant la norme NF EN ISO/CEI 17025 « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais - Septembre 2005 » ainsi que les exigences définies aux articles 4 et 5 de l'arrêté du 15 décembre 2009 relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelle sur les lieux de travail et aux conditions d'accréditation des organismes chargés des contrôles.



 : Orifice d'entrée du cyclone

Figure 3 – Matériel de prélèvement de poussières alvéolaires (cyclone Dorr Oliver)



Figure 4 – Mise en œuvre du dispositif de prélèvement de poussières alvéolaires sur trépied

Les prélèvements et analyses ont été également confiées au laboratoire ITGA.

### 3.3.3 Dispositif de mesure optique

L'appareil de mesure à sonde optique et à lecture directe équipant l'opérateur était un appareil de marque CASELLA CEL, modèle 712 MicroDust Pro (appelé par la suite « MicroDust »).



Figure 5 – Dispositif de mesure optique CASELLA CEL – 712 MicroDust Pro

Un adaptateur, placé de part et d'autre de la tête de captage de l'appareil, permet de combiner un porte cassette porte-filtre afin d'associer un prélèvement gravimétrique. Pour la présente étude, cet adaptateur a été utilisé sans filtre pour permettre le raccordement à une pompe et assurer ainsi un flux d'air de 2 l/min au sein de la sonde.



Figure 6 – Dispositif de mesure optique CASELLA CEL avec adaptateur gravimétrique

### 3.3.4 Observations du poste de travail

Chaque poste étudié a fait l'objet d'une observation en continu avec consignation de chaque évènement lié à l'activité de l'opérateur et indication de l'heure correspondante à la minute près. Parmi les évènements, on peut citer :

- présence sur le poste ou départ du poste ;
- existence et fonctionnement de l'aspiration centralisée ;
- machine utilisée ou opération d'usinage pratiquée, notamment pour les profils polyvalents ;
- manutention des matériaux (approvisionnement, enlèvement, opérations de défilage/empilage...)
- réglages de la machine, changement d'outils ;
- nettoyage du poste, moyens utilisés et port de protection individuelle le cas échéant ;
- évènements extérieurs au poste tels que le passage d'un chariot, l'ouverture de porte de quai ;
- prise de pauses ;
- ...

La consignation des observations a été réalisée sur un tableur dédié afin de faciliter *in fine* la comptabilité des temps en fonction des évènements, en vue de leur saisie dans le simulateur.

Heure	Observation poste	OBSERVATIONS			Attribution	CALCUL DES TEMPS				
		Observation opérateur	Matériel de mesure	Observation environnement		Durée	Nettoyage	Heure procédée	Soie à panneaux horizontale	-
						7:15	005	1:58	3:16	-
09:40	DEBIT 141	ESSY	(début mesure oral)		Soie à panneaux horizontale	00:05	-	-	0:25	-
09:05	réglage machine à chariot à propreté. Soie en marche	Empilage des panneaux	début MR : enr. 78 (72 à supprimer)		Soie à panneaux horizontale	00:05	-	-	0:05	-
09:10	Chariot pour enlèvement charge (nido) Soie en marche		Début mesure ultrason (09:10 pour le 211)		Soie à panneaux horizontale	00:08	-	-	0:08	-
09:18	Chariot pour enlèvement charge (nido) Soie en marche	Empilage des panneaux			Soie à panneaux horizontale	00:07	-	-	0:07	-
09:20	soie à l'arrêt.	Couloir le pouva fer			Nota procédée	00:01	-	00:01	-	-
09:21	soie à l'arrêt	Retour au poste			Soie à panneaux horizontale	00:01	-	-	0:01	-
09:22	soie à l'arrêt	Empilage des panneaux			Soie à panneaux horizontale	00:02	-	-	0:02	-
09:24	soie à l'arrêt.	D'occupation des outils			Soie à panneaux horizontale	00:06	-	-	0:06	-
09:30	soie à l'arrêt	quitter / décollage empilage de petits panneaux			Soie à panneaux horizontale	00:11	-	-	0:11	-
09:41	soie à l'arrêt	Fin panneau			Soie à panneaux horizontale	00:01	-	-	0:01	-
09:42	soie à l'arrêt.	Objets machine			Soie à panneaux horizontale	00:02	-	-	0:02	-
09:44	soie à l'arrêt	Retour au poste fin de ligne			Soie à panneaux horizontale	00:02	-	-	0:02	-
09:46	soie à l'arrêt	intervention sur soie			Soie à panneaux horizontale	00:01	-	-	0:01	-
09:47	soie à l'arrêt.	Couloir le pouva. intervention sur tapis chutes courtes (1-2 personnes)			Nota procédée	00:03	-	00:03	-	-
09:50	soie à l'arrêt	intervention sur soie - 1 pers.	exposition Procédée ?		Heure procédée	00:07	-	00:07	-	-

Figure 7 – Extrait du tableur de consignation des observation par poste de travail

### 3.4 Déroulement des mesures

#### 3.4.1 Calendrier des interventions

Les interventions en entreprise se sont échelonnées entre septembre 2023 et mars 2024.

Entreprise	Date d'intervention
1	26 septembre 2023
2	05 octobre 2023
3	17 octobre 2023
4	28 février 2024
5	07 mars 2024
6	13 mars 2024

Tableau 4 : Dates d'interventions en entreprise

#### 3.4.2 Conditions générales des interventions

Chaque intervention a fait l'objet d'un entretien téléphonique préalable avec l'interlocuteur de l'entreprise pour définir ensemble les postes possibles à étudier. Chaque fois que possible, une reconnaissance de l'atelier et des postes retenus ou pressentis a été faite la veille en fin de journée avec l'interlocuteur.

Les interventions ont porté sur une journée pour couvrir la durée des postes de travail étudiés.

Pour certaines entreprises fonctionnant en postes décalés sur la journée, ou bien pour faire face à des aléas de production nécessitant l'arrêt du poste étudié, des adaptations au programme de mesures ont parfois été nécessaires, tels que le changement d'opérateur en cours de journée et/ou le changement de machine.

Lors d'un changement d'opérateur en cours de poste, le matériel de mesurage a été transféré d'une personne à l'autre de façon à disposer en fin de journée d'un prélèvement équivalent à un poste de travail complet.

Les informations nécessaires au renseignement du simulateur ont été collectées directement auprès de l'interlocuteur de l'entreprise. Elles concernent notamment la protection collective (aspiration centralisée) :

- Type d'installation : interne ou externe à l'atelier, avec ou sans retour de l'air filtré dans l'atelier ;
- Etat de fonctionnement de l'installation : date du dernier contrôle, résultat du récolement avec les valeurs de référence du dossier d'installation, existence d'une vérification de l'adéquation de l'installation en cas de modification du parc machines...

L'information relative à la protection individuelle (port de masque) relève de nos observations (pratiques de l'opérateur).

Enfin, il faut mentionner la complète collaboration du personnel des entreprises que nous avons sollicité (interlocuteur et opérateurs) et l'excellent accueil qui nous a été chaque fois réservé.

## 4 Résultats

### 4.1 Poussières de bois

Les résultats des mesures gravimétriques sont regroupés dans le tableau suivant. Ils sont issus des rapports d'essais établis par ITGA. Ces résultats sont mis en parallèle des indices d'empoussièrément correspondants aux valeurs moyennes des mesures instantanées enregistrées par le MicroDust.

Ent.	Machines utilisées par l'opérateur	Concentration en poussières de bois (mg/m <sup>3</sup> ) Mesures gravimétriques sur opérateur	Indice d'empoussièrément (mg/m <sup>3</sup> ) Mesures optiques sur opérateur
1	1.1. Centre d'usinage non encoffré	0,33	0,018
	1.2. Déligneuse, radiale, dégauchisseuse, 4 faces, calibreuse, toupie, scie à format...	0,85	0,083
2	2.1. Centre d'usinage non encoffré	1,23	0,098
	2.2. Déligneuse, radiale, 4 faces, ponceuse larges bandes, toupie, scie à format, ponçage portatif...	1,40	0,129
3	3.1. Rabotage, mortaiseuse	0,50	0,053
	3.2. Débit scie à format, scie radiale (+ rabotage)	0,46	0,103
4	4.1. Perceuse multibroche	0,25	0,021
	4.2. Scie à panneaux horizontale	0,35	0,070
5	5.1. Profileuse, tenonneuse centre d'usinage non encoffré, ponceuse orbitale, scie radiale toupie	0,34	0,045
	5.2. Centre d'usinage non encoffré	0,58	0,003
6	6.1. Toupie encoffrée	1,00	0,495
	6.2. Raboteuse encoffrée	0,57	0,036

Tableau 5 : Concentrations en poussières bois (gravimétrique) et indices d'empoussièrément (optique)

#### Commentaires :

Les concentrations en poussières de bois varient de 0,25 à 1,40 mg/m<sup>3</sup> selon le poste étudié. Trois valeurs sont supérieures ou égale à la VLEP-8h de 1mg/m<sup>3</sup>.

Les indice d'empoussièrément sont compris entre 0,003 et 0,495 mg/m<sup>3</sup>. L'absence de corrélation fiable entre la mesure gravimétrique et la mesure optique, qui avait été constatée lors de l'étude TEMPOBOIS 3<sup>4</sup>, se vérifie également ici sur la base des valeurs mesurées. En effet, le traitement statistique par la régression linéaire aboutit à un coefficient de détermination R<sup>2</sup> de 0,226 (cf. figure ci-dessous), valeur trop éloignée de 1 pour traduire une corrélation satisfaisante.

C'est précisément pour cette raison que nous avons retenu le terme « indice d'empoussièrément » pour exprimer la valeur de mesure fournie par le MicroDust. L'intérêt de l'appareil à mesure optique réside dans l'information livrée par la variation des amplitudes mesurées, traduisant des niveaux d'émissivité – et donc d'exposition – différents selon les tâches accomplies par l'opérateur ou les événements survenus.

<sup>4</sup> Etude pour le développement d'une Technologie de Mesure des Poussières de Bois - Partie 3, FCBA, 2016

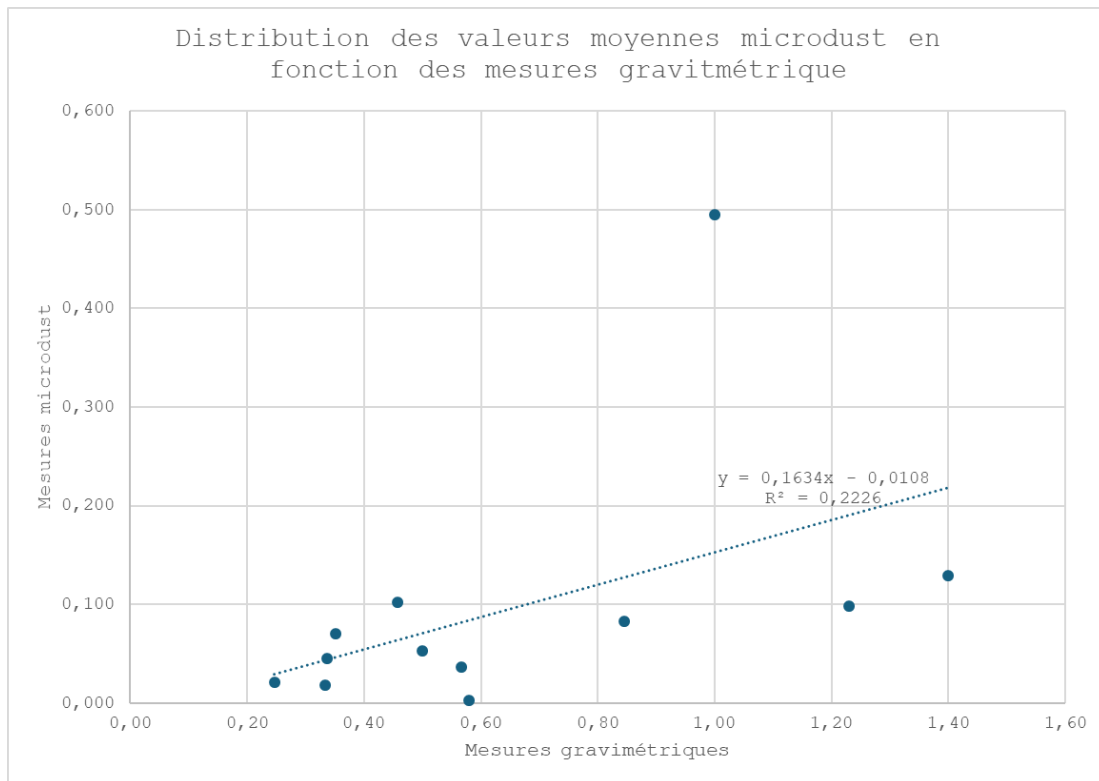


Figure 8 : Distribution des mesures optiques en fonction des mesures gravimétriques

Chaque poste a fait l'objet d'une analyse approfondie des résultats, s'appuyant notamment sur les graphiques d'enregistrements des mesures optiques et sur nos observations du poste de travail durant les mesures.

Une note de synthèse a été transmise à chaque entreprise pour les deux postes étudiés qui la concernaient. Une copie de ces notes, anonymisées, est jointe en annexe.

## 4.2 Poussières inhalables (totales) et alvéolaires

Les concentrations en poussières inhalables (totales) et alvéolaires provenant des mesures gravimétriques sont regroupées dans le tableau suivant. Elles sont issues des rapports d'essais établis par ITGA. Ces résultats sont à comparer aux valeurs seuils de l'article R4222-10.



Ent.	Machines utilisées par l'opérateur	Concentration en poussières inhalables (mg/m <sup>3</sup> ) Mesures gravimétriques sur opérateur	Concentration en poussières alvéolaires (mg/m <sup>3</sup> ) Mesures gravimétriques sur trépied (ambiance)
	<i>Valeurs seuils (art. R4222-10)</i>	4,00	0,9
1	1.1. Centre d'usinage non encoffré	0,33	< 0,076 (LQ)
	1.2. Déligneuse, radiale, dégauchisseuse, 4 faces, calibreuse, toupie, scie à format...	0,85	< 0,076 (LQ)
2	2.1. Centre d'usinage non encoffré	1,23	< 0,061 (LQ)
	2.2. Déligneuse, radiale, 4 faces, ponceuse larges bandes, toupie, scie à format, ponçage portatif...	1,40	< 0,061 (LQ)
3	3.1. Rabotage, mortaiseuse	0,50	< 0,061 (LQ)
	3.2. Débit scie à format, scie radiale (+ rabotage)	0,46	< 0,061 (LQ)
4	4.1. Perceuse multibroche	0,25	< 0,062 (LQ)
	4.2. Scie à panneaux horizontale	0,35	< 0,051 (LQ)
5	5.1. Profileuse, tenonneuse centre d'usinage non encoffré, ponceuse orbitale, scie radiale toupie	0,34	< 0,062 (LQ)
	5.2. Centre d'usinage non encoffré	0,58	< 0,066 (LQ)
6	6.1. Toupie encoffrée	1,00	0,512
	6.2. Raboteuse encoffrée	0,57	< 0,061 (LQ)

Tableau 6 : Concentrations en poussières inhalables (totales) et alvéolaires

#### Commentaires :

- Poussières inhalables : Toutes les valeurs mesurées sont en-deçà de la valeur seuil de concentration de 4 mg/m<sup>3</sup> ;
- Poussières alvéolaires : Toutes les valeurs sont en-deçà de la valeur seuil de concentration de 0,9 mg/m<sup>3</sup>. Les valeurs mesurées sont inférieures également à la limite de quantification, hormis pour la toupie encoffrée.

Les commentaires par poste de travail ont été consignés dans la note de synthèse des résultats adressée à chaque entreprise (cf. plus haut, § 4.1.), dont la copie anonymisée est fournie en annexe.

## 4.3 Simulations d'exposition

Chaque profil étudié a été renseigné sur le simulateur en fonction :

- des opérations pratiquées par l'opérateur (machines utilisées, procédés mis en œuvre, autres activités) ;
- de la protection collective associée aux opérations pratiquées (type et état de fonctionnement) ;
- du temps consacré à chaque opération, rapporté à un poste de 8 heures.

Concernant le temps consacré par l'opérateur à ses différentes tâches, l'exploitation de nos observations nous conduit à une approche dite « fine », le temps ayant été comptabilisé et réparti à la minute près. Cette approche diffère de celle plus globale qu'aurait un chef d'entreprise pour répartir le temps de travail d'un salarié sur différentes opérations ou machines.

Nous avons réalisé pour chaque poste deux simulations : l'une avec l'approche fine issue de nos observations et l'autre avec une approche plus globale en nous plaçant dans la démarche d'un responsable d'atelier ou d'entreprise. Les résultats des simulations sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Ent.	Machines utilisées par l'opérateur	Approche fine		Approche globale		Ecart des notes d'exp. (fine par rapport à globale)
		Note d'exposition	Classe d'exposition	Note d'exposition	Classe d'exposition	
1	1.1. Centre d'usinage non encoffré	28,4	C	17,2	B	11,2
	1.2. Déligneuse, radiale, dégauchisseuse, 4 faces, calibreuse, toupie, scie à format...	18,8	B	22,0	C	-3,2
2	2.1. Centre d'usinage non encoffré	36,3	C	25,6	C	10,7
	2.2. Déligneuse, radiale, 4 faces, ponceuse larges bandes, toupie, scie à format, ponçage portatif...	23,9	C	26,1	C	-2,2
3	3.1. Rabotage, mortaiseuse	22,5	C	23,1	C	-0,6
	3.2. Débit scie à format, scie radiale (+ rabotage)	27,4	C	27,2	C	0,2
4	4.1. Perceuse multibroche	7,6	A	8,2	A	-0,6
	4.2. Scie à panneaux horizontale	16,6	B	16,6	B	0,0
5	5.1. Profileuse, tenonneuse centre d'usinage non encoffré, ponceuse orbitale, scie radiale toupie	27,9	C	22,5	C	5,4
	5.2. Centre d'usinage non encoffré	36,9	C	32,5	C	4,4
6	6.1. Toupie encoffrée	28,8	C	35,0	C	-6,2
	6.2. Raboteuse encoffrée	8,6	A	7,1	A	1,5

Tableau 7 : Résultats des simulations selon approche des temps (fine ou globale)

Pour mémoire, la correspondance entre note et classe d'exposition est la suivante :

Notes d'exposition de l'opérateur	Classe d'exposition de l'opérateur
0 à 10	Ao
11 à 20	Bo
21 à 40	Co
41 à 60	Do
61 à 100	Eo

Tableau 8 : Correspondance entre notes et classes d'exposition

**Commentaires :**

Concernant les notes d'exposition, on observe selon les cas des variations positives ou négatives (allant de - 6,2 à + 11,2) entre les deux approches.

Ces variations affectent peu le classement puisque deux postes seulement changent, l'un pour une classe de moindre exposition (1.1.) et l'autre pour une classe d'exposition supérieure (1.2.). Ce passage d'une classe à l'autre est lié à l'écart entre les deux notes mais également à leur position au regard des bornes des classes.

Le travail sur ces deux approches a conduit à préciser les consignes de renseignement du temps à affecter aux procédés par l'utilisateur :

- Le temps à affecter à un procédé est celui consacré par l'opérateur lorsqu'il intervient directement sur son poste de travail : consultation documents, réglage machines, positionnement des pièces à usiner, changement d'outils, retrait des pièces usinées, soufflage ponctuel avant réglage/positionnement, etc.
- Le temps consacré à d'autres tâches, y compris pendant les cycles d'usinage, est à affecter soit à d'autres procédés, soit à une activité dite « hors procédé » tel que prévu dans le simulateur.

Par exemple, pour un opérateur posté sur un centre d'usinage, le ponçage manuel de pièces ou leur assemblage pendant un cycle de travail de la machine est à renseigner respectivement comme procédé « *Ponçage manuel* » ou comme procédé « *Temps d'activité hors procédé* ».

Ces précisions seront intégrées dans le guide et le simulateur lors de leur prochaine révision.

## 5 Interprétation des résultats

La saisie du simulateur selon une approche globale, telle qu'un chef d'atelier aurait rempli les informations, apparait comme la plus adaptée pour interpréter les résultats. Il s'agit en effet de l'utilisation normale et prévue lors de la conception du simulateur. Ainsi le tableau de synthèse des résultats est le suivant :

Ent.	Machines utilisées par l'opérateur	Concentration en poussières de bois (mg/m <sup>3</sup> ) Mesures gravimétriques sur opérateur	Approche globale	
			Note d'exposition	Classe d'exposition
1	1.1. Centre d'usinage non encoffré	0,33	17,2	B
	1.2. Déligneuse, radiale, dégauchisseuse, 4 faces, calibreuse, toupie, scie à format...	0,85	22,0	C
2	2.1. Centre d'usinage non encoffré	1,23	25,6	C
	2.2. Déligneuse, radiale, 4 faces, ponceuse larges bandes, toupie, scie à format, ponçage portatif...	1,40	26,1	C
3	3.1. Rabotage, mortaiseuse	0,50	23,1	C
	3.2. Débit scie à format, scie radiale (+ rabotage)	0,46	27,2	C
4	4.1. Perceuse multibroche	0,25	8,2	A
	4.2. Scie à panneaux horizontale	0,35	16,6	B
5	5.1. Profileuse, tenonneuse centre d'usinage non encoffré, ponceuse orbitale, scie radiale toupie	0,34	22,5	C
	5.2. Centre d'usinage non encoffré	0,58	32,5	C
6	6.1. Toupie encoffrée	1,00	35,0	C
	6.2. Raboteuse encoffrée	0,57	7,1	A

Tableau 9 – Synthèses des résultats (mesures gravimétriques et notes simulateurs)

Le but des travaux d'interprétation décrits dans les paragraphes suivants est de tenter d'établir une correspondance entre la note simulateur et la mesure gravimétrique.

### 5.1 Courbe de prédiction

#### 5.1.1 Régression linéaire

En première approche, une régression linéaire a été réalisée afin de déterminer s'il y avait d'ores et déjà une corrélation entre les deux séries de données (mesures gravimétriques et notes simulateur) (cf. fig. 9).

La régression linéaire donne un résultat ne permettant pas de conclure à une corrélation, le coefficient  $R^2$  de 0,24 n'étant pas proche de 1. Il faut donc déterminer quels sont les points extrêmes qui diffèrent des autres.

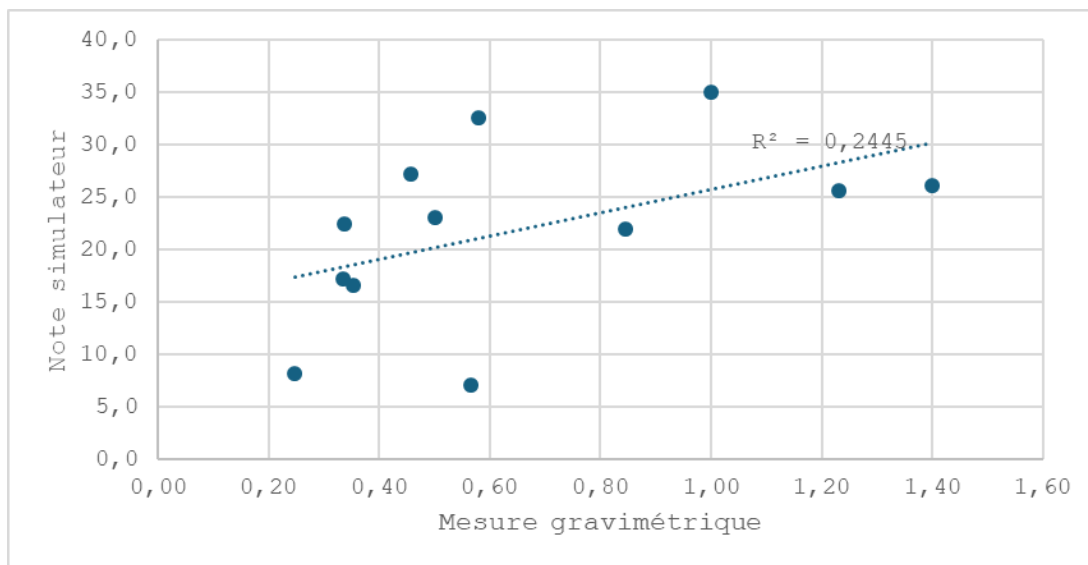


Figure 9 – Distribution des notes simulateur en fonction des mesures gravimétriques

## 5.1.2 Identification des points extrêmes

Afin de déterminer les points extrêmes, nous cherchons à établir une première courbe de prédiction entre les notes simulateur et les mesures gravimétriques.

En première approche, nous traçons une courbe linéaire d'équation de forme  $f(x) = a \cdot x + b$ . Afin de paramétrer cette droite, nous cherchons les coefficients  $a$  et  $b$  tels qu'ils correspondraient au plus grand nombre de points. Pour cela nous fixons une note d'exposition attendue en fonction de la mesure gravimétrique. Trois vérifications sont effectuées afin de nous aider à statuer d'un paramétrage adéquat :

- Vérification selon l'écart en valeur absolue entre la note simulateur attendue et la note simulateur obtenue ;
- Vérification selon l'écart en pourcentage entre la note simulateur attendue et la note simulateur obtenue ;
- Vérification selon la classe d'exposition attendue et la classe d'exposition obtenue.

La méthode présentant encore des incertitudes, nous avons fixé des seuils d'écart à  $\pm 10$  pour la vérification en valeur absolue et  $\pm 25\%$  pour la vérification en pourcentage (cf. tableau 10). Le paramétrage linéaire permettant de garantir le plus de points proches de la droite est le suivant :

Mesure gravimétrique	Note d'exposition attendue
1	45
0,35	20
Coefficient	Valeur
a	38,46
b	6,54
<b>Equation : Note d'exposition attendue = 38,46 x Mesure gravimétrique + 6,54</b>	

Tableau 10 – Paramétrage de la courbe de prédiction linéaire

La courbe de prédiction est tracée dans le graphique ci-dessous (fig. 10). Le tableau 11 présente les résultats obtenus selon la courbe et les méthodes de vérification.

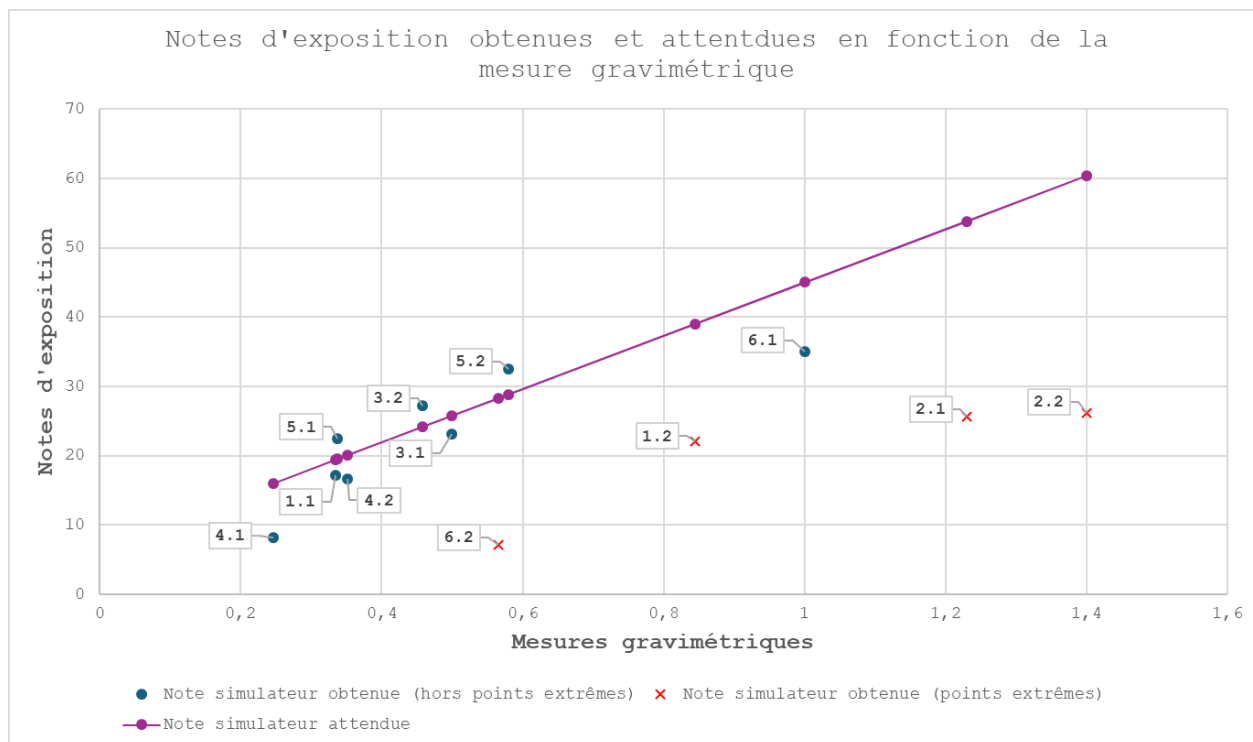


Figure 10 – Approche linéaire de la distribution des notes simulateur en fonction des mesures gravimétriques

Ent.	Machines utilisées par l'opérateur	Note simulateur obtenue		Note simulateur attendue selon la courbe de prédiction		Vérfications		
		Note d'exposition	Classe d'exposition	Note d'exposition	Classe d'exposition	Delta	%	Classes
1	1.1. Centre d'usage...	17,2	B	19,4	B	-2,2	-11%	Ok
	1.2. Déligneuse...	22,0	C	39	C	-17,0	-44%	Ok
2	2.1. Centre d'usage...	25,6	C	53,8	D	-28,2	-52%	Pas Ok
	2.2. Déligneuse...	26,1	C	60,4	E	-34,3	-57%	Pas Ok
3	3.1. Rabotage...	23,1	C	25,8	C	-2,7	-10%	Ok
	3.2. Scie à format...	27,2	C	24,2	C	3,0	12%	Ok
4	4.1. Perceuse multib.	8,2	A	16	B	-7,8	-49%	Pas Ok
	4.2. Scie à Px horiz.	16,6	B	20,1	C	-3,5	-17%	Pas Ok
5	5.1. Profileuse...	22,5	C	19,5	B	3,0	15%	Pas Ok
	5.2. Centre d'usage...	32,5	C	28,8	C	3,7	13%	Ok
6	6.1. Toupie encoffrée	35,0	C	45	D	-10,0	-22%	Pas Ok
	6.2. Raboteuse...	7,1	A	28,3	C	-21,2	-75%	Pas Ok
<b>Nombre de points concordants aux tests de vérification :</b>						<b>8/12</b>	<b>7/12</b>	<b>5/12</b>

Tableau 11 – Vérifications de la correspondance des points à la courbe de prédiction linéaire

Les vérifications conduisent à :

- 8 points conformes en valeur absolue
- 7 points conformes en %
- 5 classes conformes

Quatre points extrêmes sont identifiés :

- Entreprise 1 (1.2.) : Déligneuse, radiale, dégauchisseuse, 4 faces, calibreuse, toupie, scie à format...
- Entreprise 2 (2.1.) : Centre d'usinage non encoffré
- Entreprise 2 (2.2.) : Déligneuse, radiale, 4 faces, ponceuse larges bandes, toupie, scie à format, ponçage portatif...
- Entreprise 6 (6.2.): Raboteuse encoffrée

### 5.1.3 Définition de la courbe de prédiction

En excluant les quatre points extrêmes, nous recalculons une courbe de régression qui présente le meilleur rapport de corrélation entre les notes simulateur obtenues et les mesures gravimétriques. Le graphique suivant (fig. 11) montre ainsi une courbe logarithmique d'équation  $f(x) = 18,76 \cdot \ln(x) + 38,37$  et de coefficient  $R^2$  égal à 0,84, beaucoup plus proche de 1 que le précédent résultat de la régression linéaire à 0,24.

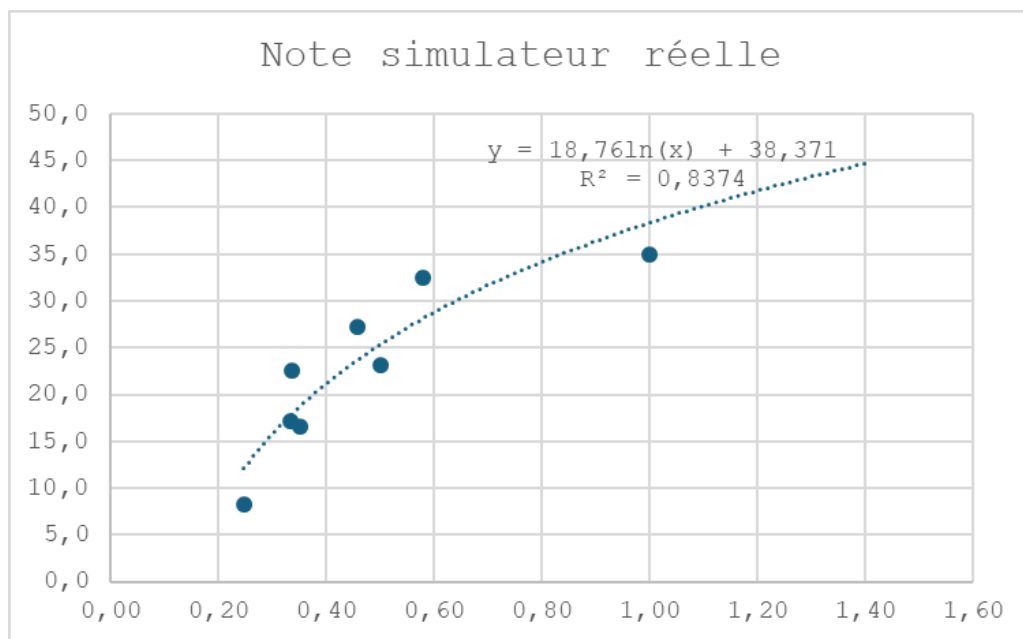


Figure 11 – Régression logarithmique

Ainsi nous définissons la courbe de prédiction entre notes simulateur et mesures gravimétriques selon cette relation :

$$\text{Note simulateur attendue} = 18,76 \times \ln(\text{Mesure gravimétrique}) + 38,37$$

Le tableau 12 suivant présente les résultats obtenus selon la nouvelle courbe de prédiction et les méthodes de vérification.

Ent.	Machines utilisées par l'opérateur	Note simulateur obtenue		Note simulateur attendue selon la courbe de prédiction		Vérifications		
		Note d'exposition	Classe d'exposition	Note d'exposition	Classe d'exposition	Delta	%	Classes
1	1.1. Centre d'usinage...	17,2	B	17,8	B	-0,6	-3%	Ok
	1.2. Déligneuse...	22,0	C	35,2	C	-13,2	-38%	Ok
2	2.1. Centre d'usinage...	25,6	C	42,3	D	-16,7	-39%	Pas Ok
	2.2. Déligneuse...	26,1	C	44,7	D	-18,6	-42%	Pas Ok
3	3.1. Rabotage...	23,1	C	25,4	C	-2,3	-9%	Ok
	3.2. Scie à format...	27,2	C	23,7	C	3,5	15%	Ok
4	4.1. Perceuse multib.	8,2	A	12,1	B	-3,9	-32%	Pas Ok
	4.2. Scie à Px horiz.	16,6	B	18,8	B	-2,2	-12%	Ok
5	5.1. Profileuse...	22,5	C	18	B	4,5	25%	Pas Ok
	5.2. Centre d'usinage...	32,5	C	28,2	C	4,3	15%	Ok
6	6.1. Toupie encoffrée	35,0	C	38,4	C	-3,4	-9%	Ok
	6.2. Raboteuse...	7,1	A	27,7	C	-20,6	-74%	Pas Ok
<b>Nombre de points concordants aux tests de vérification :</b>						<b>8/12</b>	<b>7/12</b>	<b>7/12</b>

Tableau 12 – Vérification de la correspondance des points selon la courbe de prédiction logarithmique

Les vérifications conduisent à :

- 8 points conformes en valeur absolue
- 7 points conformes en %
- 7 classes conformes

La courbe recalculée en écartant les quatre points extrêmes augmente sensiblement le nombre de points concordants, ce qui traduit une amélioration de la qualité de prédiction.



## 5.2 Analyse des points et de leur écart à la courbe de prédiction

### 5.2.1 Résultats généraux

La figure ci-dessous présente les notes d'exposition obtenues (losanges bleus) et les notes d'exposition attendues d'après la courbe de prédiction (points violets) en fonction de la mesure gravimétrique.

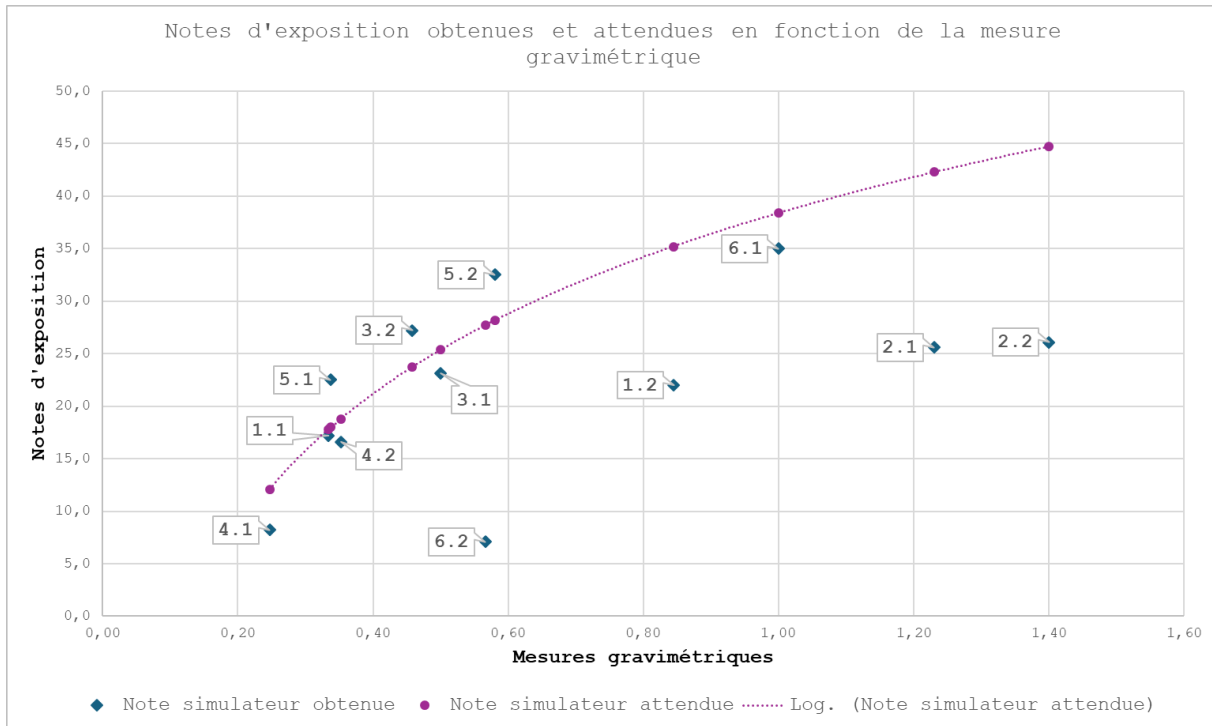


Figure 12 – Notes d'exposition obtenues et attendues selon la mesure gravimétrique

- 1.1. Centre d'usinage non encoffré
- 1.2. Déligneuse, radiale, dégauchisseuse, 4 faces, calibreuse, toupie, scie à format...
- 2.1. Centre d'usinage non encoffré
- 2.2. Déligneuse, radiale, 4 faces, ponceuse larges bandes, toupie, scie à format, ponçage portatif...
- 3.1. Rabotage, mortaiseuse
- 3.2. Débit scie à format, scie radiale (+ rabotage)
- 4.1. Perceuse multibroche
- 4.2. Scie à panneaux horizontale
- 5.1. Profileuse, tenonneuse centre d'usinage non encoffré, ponceuse orbitale, scie radiale toupie
- 5.2. Centre d'usinage non encoffré
- 6.1. Toupie encoffrée
- 6.2. Raboteuse encoffrée

Nous observons que :

- Une bonne concordance de la note du simulateur avec les mesures gravimétriques dont la valeur est comprise entre 0,2 et 0,6 mg/m<sup>3</sup>, à l'exception du point 6.2 qui est sous-estimé ;
- Une sous-estimation de la note du simulateur pour les mesures gravimétriques plus élevées (points 2.2, 2.1, et 1.2).

Il convient d'identifier les singularités de chaque point, selon les observations conduites lors des mesures, pour comprendre l'écart à la courbe de prédiction des points dont la note est sous-estimée.

## 5.2.2 Singularité des points et facteurs environnementaux

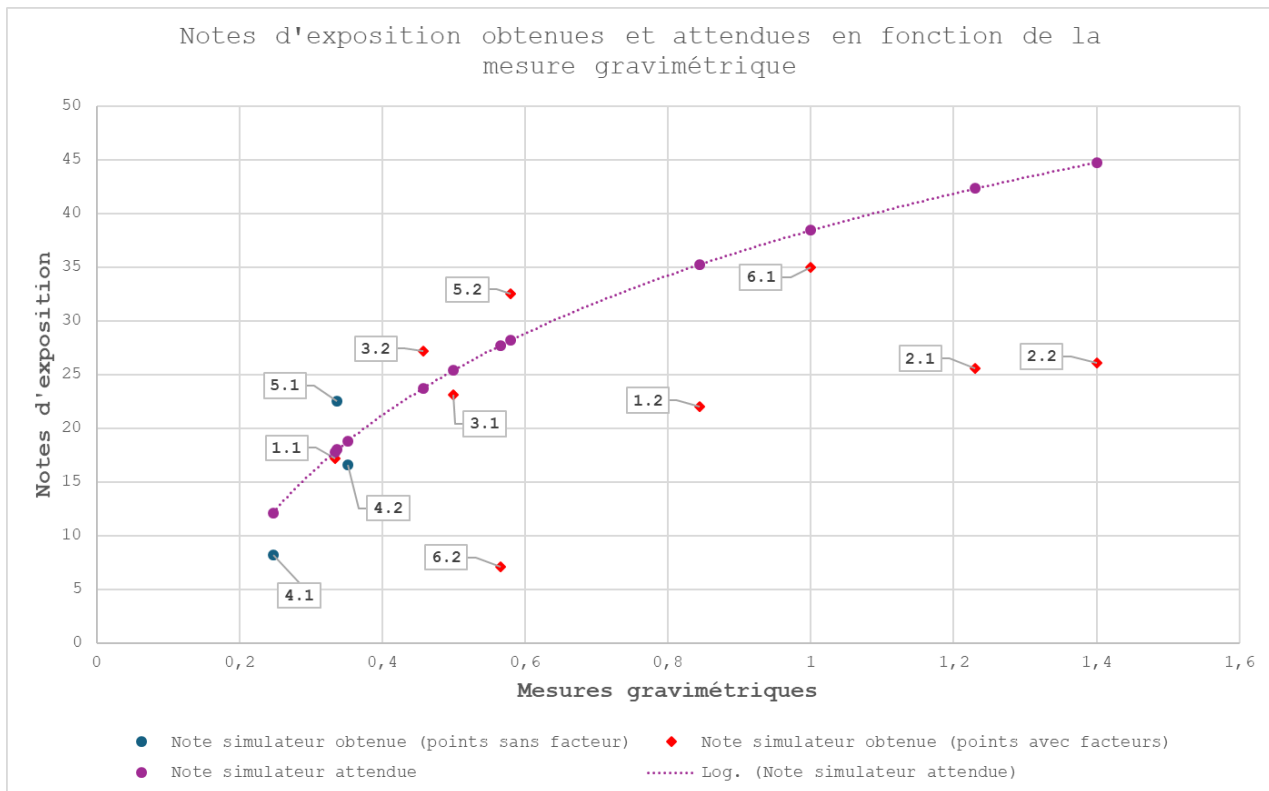


Figure 13 – Identification des points présentant des facteurs environnementaux hors simulateur

La courbe ci-dessus présente les points (losanges rouges) pour lesquels des événements ou des conditions de travail particuliers ont pu être observés. Il s'agit de facteurs environnementaux ou de conditions de travail qui ne sont pas, ou pas suffisamment pris en compte dans le simulateur et qui peuvent influencer sur l'exposition aux poussières de bois. Il s'agit de :

- Utilisation intensive de la soufflette ;
- Captation défectueuse de la protection collective au niveau d'un procédé ;
- Empoussièremment important des planches manipulées par l'opérateur ;
- Manipulation de, ou exposition de l'opérateur à des dépôts de poussières (sur le sol, ou dans des bacs ouverts sur le poste de travail) ;
- Nettoyage d'une cabine ou d'une zone (très) fortement empoussiérée ;
- Utilisation de procédés portatifs non ou insuffisamment captés .

En analysant point par point selon ces différents facteurs environnementaux, nous pouvons établir le tableau d'observations ci-dessous. Dans le tableau, « X » témoigne d'un facteur significatif, c'est-à-dire récurrent ou permanent caractérisant le poste de travail observé ce jour-là ; « (X) » traduit un évènement plus ponctuel.

Poste étudié	Soufflette	Captation défectueuse	Planches empoussiérées	Dépôts de poussières	Envir <sup>t</sup> empoussiéré	Procédé portatif	Total X	Total X + (X)
1.1			X				1	1
1.2			X			X	2	2
2.1	X		X				2	2
2.2		X	X			X	3	3
3.1						(X)	0	(1)
3.2			X	(X)			1	(2)
4.1					(X)		0	1
4.2							0	0
5.1						X	1	1
5.2			X	(X)			1	(2)
6.1				X	X		2	2
6.2			X		X		2	2

Tableau 13 – Analyse des facteurs d’empoussièrments

On observe que les postes présentant au moins deux facteurs environnementaux significatifs correspondent aux quatre points extrêmes éloignés de la courbe de prédiction, ainsi qu’au point du poste 6.1 (toupie encoffrée) relativement proche de la courbe.

L’existence de ces facteurs environnementaux sur le poste de travail explique manifestement la sous-évaluation de la note du simulateur pour les postes dont l’exposition est plus importante.

Ces facteurs pourraient être intégrés au simulateur pour prendre en compte toutes les sources d’exposition des opérateurs.

### 5.3 Nouvelles bornes de classes d’émission

Il convient d’ajuster les bornes délimitant les classes d’exposition du simulateur à partir de la courbe de prédiction.

Pour ce faire, il est attribué une gamme de mesures gravimétriques à chacune des classes, suivant le principe selon lequel le passage de la classe C à la classe D correspond à un dépassement de la VLEP.

Le tableau suivant synthétise les plages de concentration retenues et l’ajustement des bornes qui en découle.

Classe d'exposition	Gamme de mesure gravimétrique mg/m <sup>3</sup>	Nouvelles bornes		Anciennes bornes	
		Borne inférieure	Borne supérieure	Borne inférieure	Borne supérieure
<b>Ao</b>	Entre 0 et 0,25	0	12	0	10
<b>Bo</b>	Entre 0,25 et 0,5	12	25	10	20
<b>Co</b>	Entre 0,5 et 1	25	38	20	40
<b>Do</b>	Entre 1 et 2	38	51	40	60
<b>Eo</b>	Supérieur à 2	51	100	60	100

Tableau 14 – Révision des bornes des classes d'exposition

**Avertissement :** Le simulateur ne permet de s'affranchir de la mesure réglementaire pour quantifier l'exposition réelle de l'opérateur. La vocation du simulateur n'est pas de remplacer la mesure gravimétrique, ni d'en présager le résultat. Les analyses précédentes ont montré que plusieurs facteurs non pris en compte aujourd'hui dans le simulateur peuvent influencer la note d'exposition.

## 6 Conclusion et perspectives

### 6.1 Conclusions

Les mesures gravimétriques des poussières totales et alvéolaires réalisées au niveau des douze postes de travail ont montré des résultats conformes aux valeurs seuils réglementaires du décret du 23 décembre 2021 (art. R4222-10 modifié du code du travail).

La réalisation des simulations d'exposition en application de la méthode du guide « Poussières de bois - Évaluer le risque d'exposition dans les ateliers » ont révélé la nécessité de préciser, à l'attention de l'utilisateur du simulateur, les modalités de renseignement du temps de travail à affecter aux procédés.

La comparaison des notes d'exposition issues de simulations et les résultats de mesures gravimétriques a permis de mettre en évidence une concordance pour des concentrations basses des expositions mesurées ( $< 0,6 \text{ mg/m}^3$  dans l'échantillon de douze postes étudiés).

L'analyse comparative a permis également de constater une sous-estimation de la note d'exposition issue du simulateur par rapport à la mesure gravimétrique du poste correspondant dans le cas de concentrations plus hautes ( $> 0,85 \text{ mg/m}^3$  dans l'échantillon de douze postes étudiés).

La sous-représentation de l'exposition réelle par le simulateur a été expliquée par l'influence probable du cumul (au moins deux) de facteurs environnementaux induisant une plus forte exposition de l'opérateur non prise en compte dans le modèle de calcul du simulateur.

Les bornes délimitant les classe d'exposition ont été ajustées sur la base de la courbe de prédiction et du principe selon lequel le passage de la classe C à la classe D correspond à un dépassement de la VLEP.

### 6.2 Perspectives

Les facteurs environnementaux (conditions particulières du poste de travail) qui ont été identifiés comme augmentant l'exposition des opérateurs sont à prendre en compte dans la méthode et le simulateur. Leur intégration s'effectuerait *a priori* sous la forme de coefficients ou d'additifs de pondération dont les valeurs seraient à déterminer. Ce développement devra préserver la simplicité de mise en œuvre du simulateur pour l'utilisateur, à la fois dans la nature des données à renseigner (l'appréciation d'un empoussièrement de planches ou de dépôt de poussières au sol peut être subjective) et dans leur nombre (trop de critères à renseigner serait contre-incitatif à l'utilisation de l'outil).

Les précisions sur les modalités de renseignement des temps des opérateurs dans le simulateur et l'ajustement des bornes des classes d'exposition feront l'objet de deux compléments au guide précité et à l'outil lors de leur prochaine révision respective.

Enfin, la courbe de prédiction mériterait d'être consolidée avec un nombre plus important de données, issues du retour des utilisateurs (encore inexistant à ce jour) et/ou de mesures spécifiques complémentaires.

## 7 Références bibliographiques

### Textes réglementaires et normatifs

Arrêté du 15 décembre 2009 relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelle sur les lieux de travail et aux conditions d'accréditation des organismes chargés des contrôles.

Décret n° 2021-1763 du 23 décembre 2021 portant modification des concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires dans les locaux à pollution spécifique.

NF EN 1093-2 A1. - Sécurité des machines. - Evaluation de l'émission de substances dangereuses véhiculées par l'air. - Partie 2 : méthode par traçage pour l'évaluation du débit d'émission d'un polluant donné (indice de classement : E09-081-2).

NF EN 12779 (janvier 2016) - Sécurité des machines pour le travail du bois - Installations fixes d'extraction de copeaux et de poussières - Prescriptions de sécurité

### Etudes CODIFAB

Démarche de PROgrès pour la réduction de l'exposition aux POussières de BOIS – Phase 2 (PROPOBOIS 2), 2022, FCBA pour le CODIFAB (A et B).

Guide pratique d'auto-évaluation du risque d'exposition aux poussières de bois dans les entreprises, 2021, FCBA pour le CODIFAB (A et B).

Démarche de PROgrès pour la réduction de l'exposition aux POussières de BOIS (PROPOBOIS), 2019, FCBA pour le CODIFAB (A et B).

Développement d'une Technologie de Mesure des Poussières de Bois - Partie 3 (TEMPOBOIS 3), janv. 2016, FCBA pour le CODIFAB (A et B) et FBF.

Mesures de vérification des solutions remarquables de la convention poussières de bois (MESOREM), nov. 2015, FCBA pour le CODIFAB A et B.

Développement d'une Technologie de Mesure des Poussières de Bois - Partie 2 (TEMPOBOIS suite), nov. 2014, FCBA pour le CODIFAB (A et B) et FBF.

Développement d'une Technologie de Mesure des Poussières de Bois (TEMPOBOIS), 2013, FCBA pour le CODIFAB (A et B) et FBF.

Etude des conditions de mise en œuvre des dispositions réglementaires applicables à la mesure de l'exposition aux poussières de bois selon décret et arrêté du 15 déc. 2009 (EPOBOIS), 2011, FCBA pour le CODIFAB A et B.

### Documents techniques

Document n° ED6221, déc. 2015, Edition INRS.

# ANNEXE

**Notes de synthèse anonymisées des résultats de  
mesures adressées à chaque entreprise**

## ANALYSE DÉTAILLÉE ENTREPRISE 1

Bonjour Monsieur [REDACTED]

Nous revenons vers vous dans le cadre de l'étude sur l'exposition des salariés aux poussières de bois nommée PROPOBOIS 3 et nous vous remercions de la participation de votre entreprise à ce projet. Nous sommes désolés du délai écoulé depuis notre intervention ; nous souhaitons avoir visité l'ensemble des entreprises participantes au projet avant d'effectuer les retours individuels.

Pour rappel, l'étude s'inscrit dans la continuité de nos études antérieures qui nous ont conduit à l'établissement d'une méthode développée dans le guide poussières de bois et mise en œuvre via l'outil numérique en ligne, le simulateur : <https://simulateur.preventionbtp.fr/>

PROPOBOIS 3 consiste à comparer des résultats de mesures in situ de poussières de bois avec ceux obtenus par le simulateur, l'objectif étant de consolider notre méthode d'autodiagnostic.

Nous profitons également des mesures de poussières de bois pour réaliser des mesures de poussières inhalables (dites « totales ») et de poussières alvéolaires. Pour ce faire, les mesures de poussières inhalables sont réalisées sur opérateur avec le même système de prélèvement que les poussières de bois (cassette + filtre + pompe de prélèvement). Les poussières alvéolaires sont quant à elles mesurées avec un capteur d'ambiance dédié (cyclone + filtre + pompe de prélèvement). L'ensemble des filtres font l'objet ensuite d'une analyse gravimétrique permettant de déterminer les concentrations.

Nous sommes intervenus au sein de votre atelier de [REDACTED] le 26/09/2023 pour réaliser des observations et des prélèvements (mesures in situ) sur deux opérateurs et en ambiance.

Vous trouverez ci-dessous une synthèse des résultats et nous vous joignons également les rapports d'essai du laboratoire ainsi que les profils d'enregistrements commentés des mesures optiques (système de prélèvement en temps réel).

### Synthèse des résultats gravimétriques des mesurages opérateurs / ambiance :

Opérateurs/Ambiance	Concentration sur la durée de mesure en mg/m <sup>3</sup> (Durée de prélèvement)		
	Poussières de bois (Opérateur)	Poussières inhalables (Opérateur)	Poussières alvéolaires (Ambiance)
Poste centre d'usinage ( [REDACTED] )	0,334 (365 min)	0,334 (365 min)	< 0,076 (LQ)
Poste polyvalent ( [REDACTED] )	0,845 (355 min)	0,845 (355 min)	< 0,076 (LQ)

LQ : Limite de Quantification

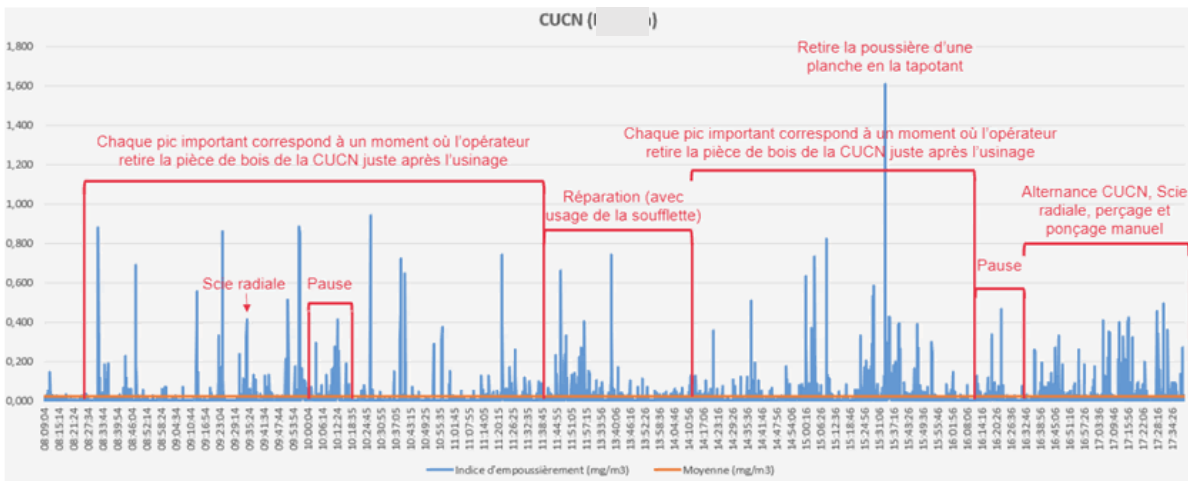
La valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pour les poussières de bois mesurée dans l'air est fixée à 1 mg/m<sup>3</sup> sur 8 heures. Les mesurages ayant été réalisés sur la durée totale de travail de l'opérateur égale à 8 heures, la concentration indiquée ci-dessus est comparable à la VLEP sur 8h. Les résultats obtenus sur la journée sont tous inférieurs à la VLEP-8h « poussières de bois » (atteignant toutefois 85% de la VLEP sur le poste polyvalent).

De plus, les résultats obtenus pour les poussières inhalables et les poussières alvéolaires sont également tous inférieurs aux concentrations seuils fixés respectivement à 4 mg/m<sup>3</sup> et 0,9 mg/m<sup>3</sup> par la réglementation « aération et assainissement ». Les concentrations en poussières alvéolaires sont inférieures à la limite détectable par analyse (limite de quantification).

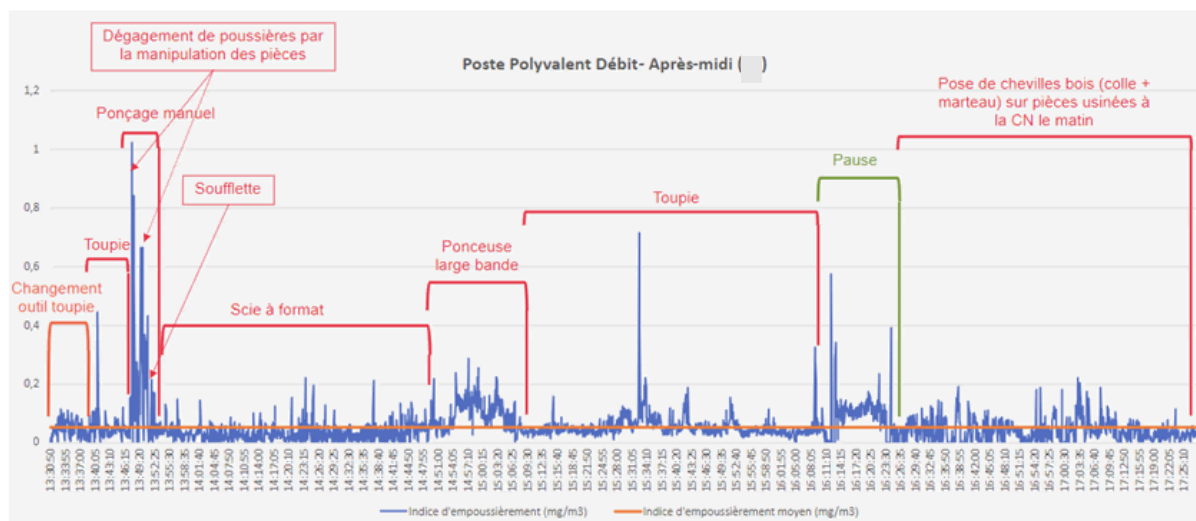
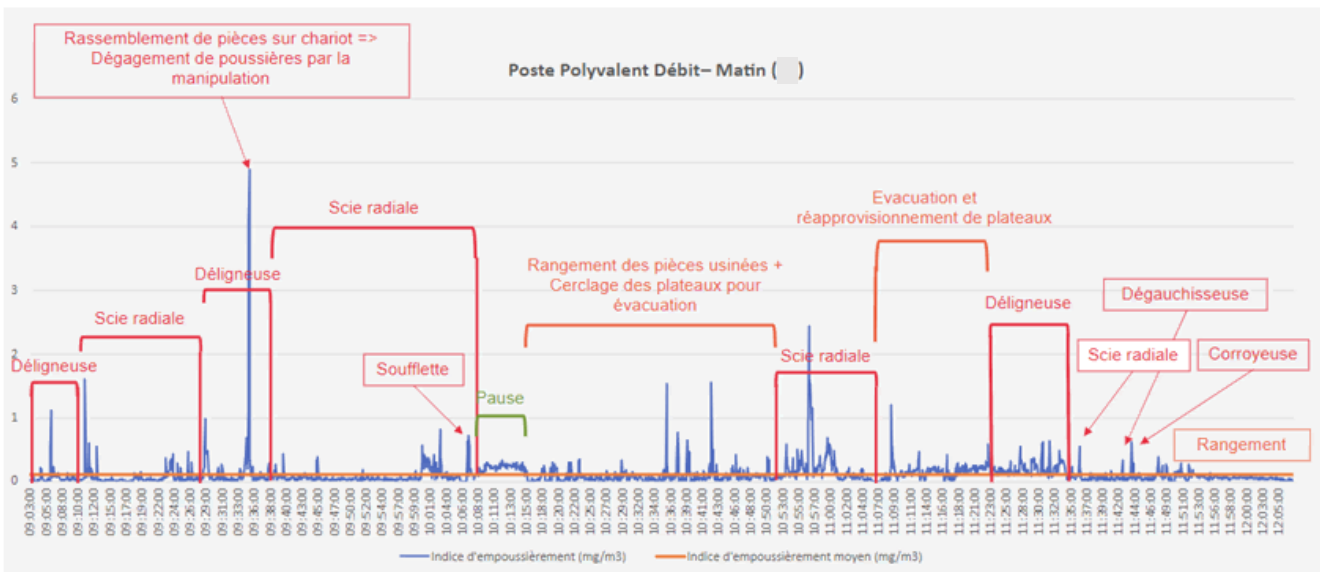
### Synthèse des résultats des mesures optiques sur opérateurs :

En parallèle des mesures gravimétriques, nous avons également équipé les opérateurs de capteurs optiques pour des mesures en temps réel. Vous trouverez ci-après les profils d'enregistrement des mesures optiques pour chaque opérateur (Poste centre d'usinage et Polyvalent). Ces mêmes profils sont également repris dans le document ci-joint. Les profils nous renseignent sur la variation de l'indice d'empoussièrement liée aux différentes activités qui sont menées par les opérateurs ou événements qui interviennent et permettant d'agir plus finement sur les tâches les plus exposantes (pics d'exposition) pouvant amener des dépassements de la VLEP. Les principales observations sont indiquées sur les graphiques des enregistrements optiques suivants :





Pour l'opérateur sur le centre d'usinage, nous constatons que la récupération des pièces de bois juste après usinage impacte le profil d'exposition de l'opérateur avec des pics systématiques. L'utilisation de la scie radiale provoque également des pics d'émission. Celle-ci n'étant pas reliée à un système d'aspiration centralisé, cela peut contribuer à une augmentation de l'exposition de l'opérateur lors de son utilisation. De même, nous observons que l'utilisation de la soufflette se traduit par des pics d'émission et est donc de nature à augmenter l'exposition de l'opérateur aux poussières de bois.



Pour l'opérateur polyvalent, un plus grand nombre de pics d'émission apparait sur le profil d'enregistrement du matin, lié à une activité sur la déligneuse et la scie radiale, procédés plus difficiles à capter. De plus, la manipulation de pièces fraîchement usinées provoque des dégagements de poussières pouvant augmenter l'exposition de l'opérateur.

Nous vous remercions une nouvelle fois pour votre participation à cette étude et nous restons à votre écoute pour toute précision.

Bien cordialement,

Cordialement

## ANALYSE DÉTAILLÉE ENTREPRISE 2

Bonjour Monsieur [REDACTED]

Nous revenons vers vous dans le cadre de l'étude sur l'exposition des salariés aux poussières de bois nommée PROPOBOIS 3 et nous vous remercions de la participation de votre entreprise à ce projet. Nous sommes désolés du délai écoulé depuis notre intervention ; nous souhaitions avoir visité l'ensemble des entreprises participantes au projet avant d'effectuer les retours individuels.

Pour rappel, l'étude s'inscrit dans la continuité de nos études antérieures qui nous ont conduit à l'établissement d'une méthode développée dans le guide poussières de bois et mise en œuvre via l'outil numérique en ligne, le simulateur : <https://simulateur.preventionbtp.fr/>

PROPOBOIS 3 consiste à comparer des résultats de mesures in situ de poussières de bois avec ceux obtenus par le simulateur, l'objectif étant de consolider notre méthode d'autodiagnostic.

Nous profitons également des mesures de poussières de bois pour réaliser des mesures de poussières inhalables (dites « totales ») et de poussières alvéolaires. Pour ce faire, les mesures de poussières inhalables sont réalisées sur opérateur avec le même système de prélèvement que les poussières de bois (cassette + filtre + pompe de prélèvement). Les poussières alvéolaires sont quant à elles mesurées avec un capteur d'ambiance dédié (cyclone + filtre + pompe de prélèvement). L'ensemble des filtres font l'objet ensuite d'une analyse gravimétrique permettant de déterminer les concentrations.

Nous sommes intervenus au sein de votre atelier de [REDACTED] le 05/10/2023 pour réaliser des observations et des prélèvements (mesures in situ) sur deux opérateurs et en ambiance.

Vous trouverez ci-dessous une synthèse des résultats et nous vous joignons également les rapports d'essai du laboratoire ainsi que les profils d'enregistrements commentés des mesures optiques (système de prélèvement en temps réel).

### Synthèse des résultats gravimétriques des mesurages opérateurs / ambiance :

Opérateurs/Ambiance	Concentration sur la durée de mesure en mg/m <sup>3</sup> (Durée de prélèvement)		
	Poussières de bois (Opérateur)	Poussières inhalables (Opérateur)	Poussières alvéolaires (Ambiance)
Poste Centre d'usage	1,23 (440 min)	1,23 (440 min)	< 0,061 (LQ)
Poste Polyvalent	1,40 (442 min)	1,40 (442 min)	< 0,061 (LQ)

LQ : Limite de Quantification

La valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pour les poussières de bois mesurée dans l'air est fixée à 1 mg/m<sup>3</sup> sur 8 heures. Les mesurages ayant été réalisés sur la durée totale de travail de l'opérateur égale à 8 heures, la concentration indiquée ci-dessus est comparable à la VLEP sur 8h.

Les résultats obtenus sur la journée pour les deux postes étudiés sont supérieurs à la VLEP-8h « poussières de bois » (+ 23 à +43 % de la VLEP), ce qui traduit une exposition significative des opérateurs.

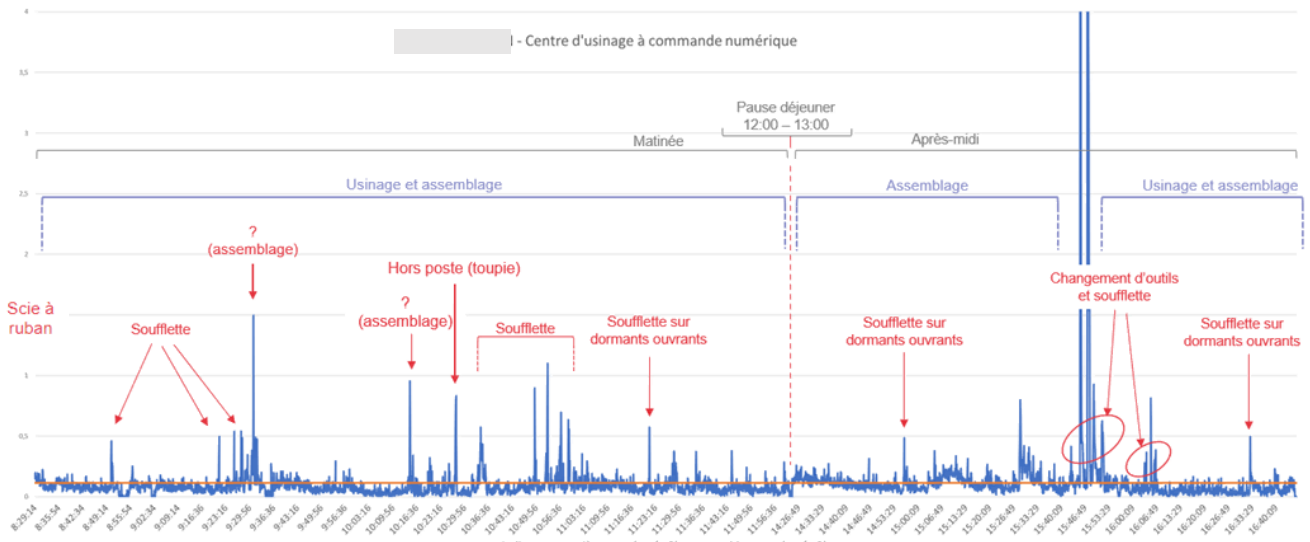
Pour mémoire, le constat d'un dépassement de la VLEP dans le cadre de contrôle technique réglementaire doit conduire à l'arrêt du travail jusqu'à la mise en œuvre de mesures de réduction de l'exposition.

Ces deux postes nécessitent par conséquent une vigilance particulière. Les commentaires ci-dessous des enregistrements optiques, basés sur nos observations, permettent d'identifier quelques pistes d'amélioration. Le port d'un masque adapté, a minima de type P2, doit être envisagé lors des opérations les plus exposantes dans l'attente de solutions plus pérennes.

Les résultats obtenus pour les poussières inhalables et les poussières alvéolaires sont quant à eux tous inférieurs aux concentrations seuils fixées respectivement à 4 mg/m<sup>3</sup> et 0,9 mg/m<sup>3</sup> par la réglementation « aération et assainissement ». Les concentrations en poussières alvéolaires sont inférieures à la limite détectable par analyse (limite de quantification).

## Synthèse des résultats des mesures optiques sur opérateurs :

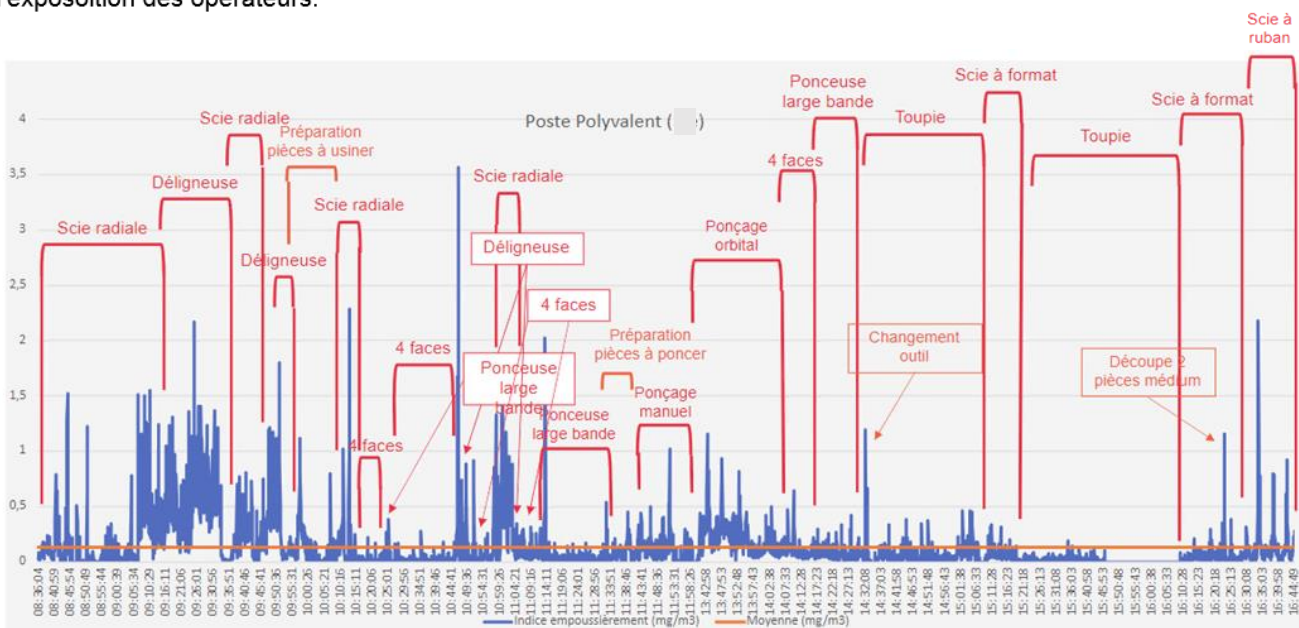
En parallèle des mesures gravimétriques, nous avons également équipé les opérateurs de capteurs optiques pour des mesures en temps réel. Vous trouverez ci-après les profils d'enregistrement des mesures optiques pour chaque opérateur (Posté centre d'usinage et Polyvalent). Ces mêmes profils sont également repris dans le document ci-joint. Les profils nous renseignent sur la variation de l'indice d'empoussièremment liée aux différentes activités qui sont menées par les opérateurs ou événements qui interviennent et permettant d'agir plus finement sur les tâches les plus exposantes (pics d'exposition) pouvant amener des dépassements de la VLEP. Les principales observations sont indiquées sur les graphiques des enregistrements optiques suivants :



Concernant le poste du centre d'usinage, l'indice moyen est de  $0,11 \text{ mg/m}^3$ , valeur relativement faible pour ce type d'enregistrement, ce qui ne minimise pas pour autant la concentration obtenue en mesure gravitaire (cf. ci-avant). Nous avons pu observer le recours régulier de l'opérateur à la soufflette, pour évacuer les poussières résiduelles sur les organes de calage de la machine et sur les pièces de bois. Selon leur durée, les jets d'air comprimé sont, pour plusieurs d'entre eux, repérables sur le graphe ci-dessus par des pics brefs d'amplitude variable. Les plus importants (indices d'empoussièremment atteignant 11 et  $18 \text{ mg/m}^3$ ) correspondent à une phase d'intervention de l'opérateur sur la tête d'usinage pour le changement des outils.

On observe également deux pics lors d'opérations d'assemblage, que l'on ne peut mettre en relation avec un geste particulier au regard de nos observations.

Une moindre utilisation de la soufflette, ainsi que le port d'une protection respiratoire lors des changements d'outils et d'un façon générale pendant les actions de nettoyage sont des mesures à considérer pour la réduction de l'exposition des opérateurs.



Concernant le poste polyvalent, nous avons pu observer une concentration de pics d'émission sur la première moitié du profil mettant en évidence une exposition importante de l'opérateur lors de l'utilisation de la déligneuse et dans une moindre mesure de la scie radiale. Pour la déligneuse, ces pics d'émission sont liés à un défaut du raccordement de la machine à l'aspiration centralisée. Les travaux de réparation étaient planifiés quelques jours après notre intervention, ce qui a dû contribuer à réduire l'exposition de l'opérateur.

Nous vous remercions une nouvelle fois pour votre participation à cette étude et nous restons à votre écoute pour toute précision.

Bien cordialement,

## ANALYSE DÉTAILLÉE ENTREPRISE 3

Bonjour Monsieur et Madame [REDACTED]

Nous revenons vers vous dans le cadre de l'étude sur l'exposition des salariés aux poussières de bois nommée PROPOBOIS 3 et nous vous remercions de la participation de votre entreprise à ce projet. Nous sommes désolés du délai écoulé depuis notre intervention ; nous souhaitons avoir visité l'ensemble des entreprises participantes au projet avant d'effectuer les retours individuels.

Pour rappel, l'étude s'inscrit dans la continuité de nos études antérieures qui nous ont conduit à l'établissement d'une méthode développée dans le guide poussières de bois et mise en œuvre via l'outil numérique en ligne, le simulateur : <https://simulateur.preventionbtp.fr/>  
PROPOBOIS 3 consiste à comparer des résultats de mesures in situ de poussières de bois avec ceux obtenus par le simulateur, l'objectif étant de consolider notre méthode d'autodiagnostic.

Nous profitons également des mesures de poussières de bois pour réaliser des mesures de poussières inhalables (dites « totales ») et de poussières alvéolaires. Pour ce faire, les mesures de poussières inhalables sont réalisées sur opérateur avec le même système de prélèvement que les poussières de bois (cassette + filtre + pompe de prélèvement). Les poussières alvéolaires sont quant à elles mesurées avec un capteur d'ambiance dédié (cyclone + filtre + pompe de prélèvement). L'ensemble des filtres font l'objet ensuite d'une analyse gravimétrique permettant de déterminer les concentrations.

Nous sommes intervenus au sein de votre atelier de [REDACTED] le 17/10/2023 pour réaliser des observations et des prélèvements (mesures in situ) sur deux opérateurs et en ambiance. Vous trouverez ci-dessous une synthèse des résultats et nous vous joignons également les rapports d'essai du laboratoire ainsi que les profils d'enregistrements commentés des mesures optiques (système de prélèvement en temps réel).

### Synthèse des résultats gravimétriques des mesurages opérateurs / ambiance :

Opérateurs/Ambiance	Concentration sur la durée de mesure en mg/m <sup>3</sup> (Durée de prélèvement)		
	Poussières de bois (Opérateur)	Poussières inhalables (Opérateur)	Poussières alvéolaires (Ambiance)
Poste polyvalent [REDACTED]	0,500 (440 min)	0,500 (440 min)	< 0,061 (LQ)
Poste polyvalent + débit [REDACTED]	0,458 (435 min)	0,458 (435 min)	< 0,061 (LQ)

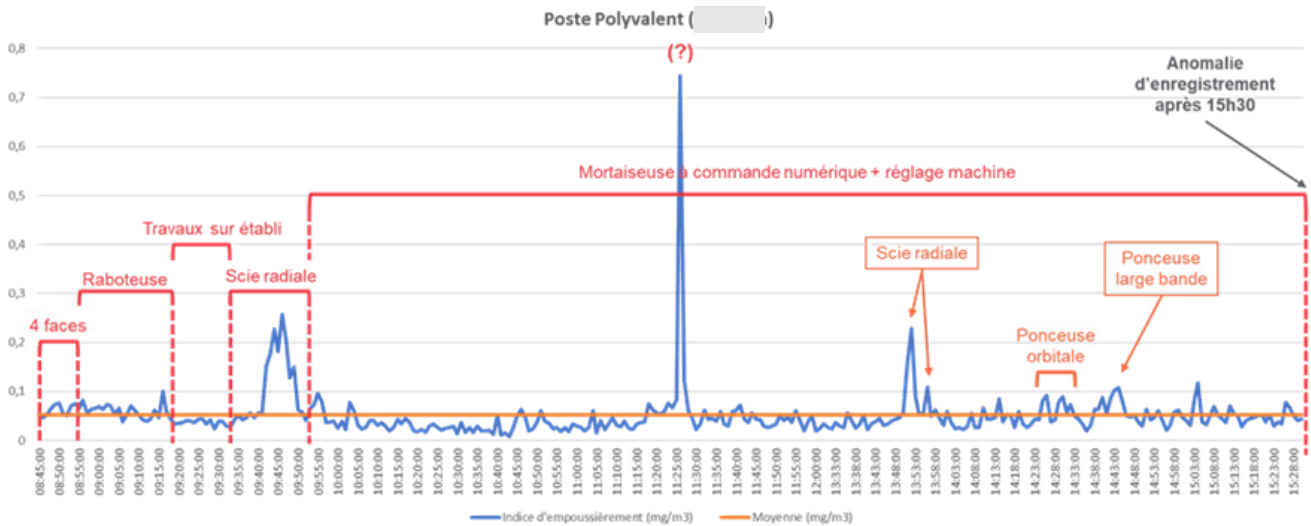
LQ : Limite de Quantification

La valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pour les poussières de bois mesurée dans l'air est fixée à 1 mg/m<sup>3</sup> sur 8 heures. Les mesurages ayant été réalisés sur la durée totale de travail de l'opérateur égale à 8 heures, la concentration indiquée ci-dessus est comparable à la VLEP sur 8h. Les résultats obtenus sur la journée sont tous inférieurs à la VLEP-8h « poussières de bois » (environ 50% de la VLEP).

De plus, les résultats obtenus pour les poussières inhalables et les poussières alvéolaires sont également tous inférieurs aux concentrations seuils fixés respectivement à 4 mg/m<sup>3</sup> et 0,9 mg/m<sup>3</sup> par la réglementation « aération et assainissement ». Les concentrations en poussières alvéolaires sont inférieures à la limite détectable par analyse (limite de quantification).

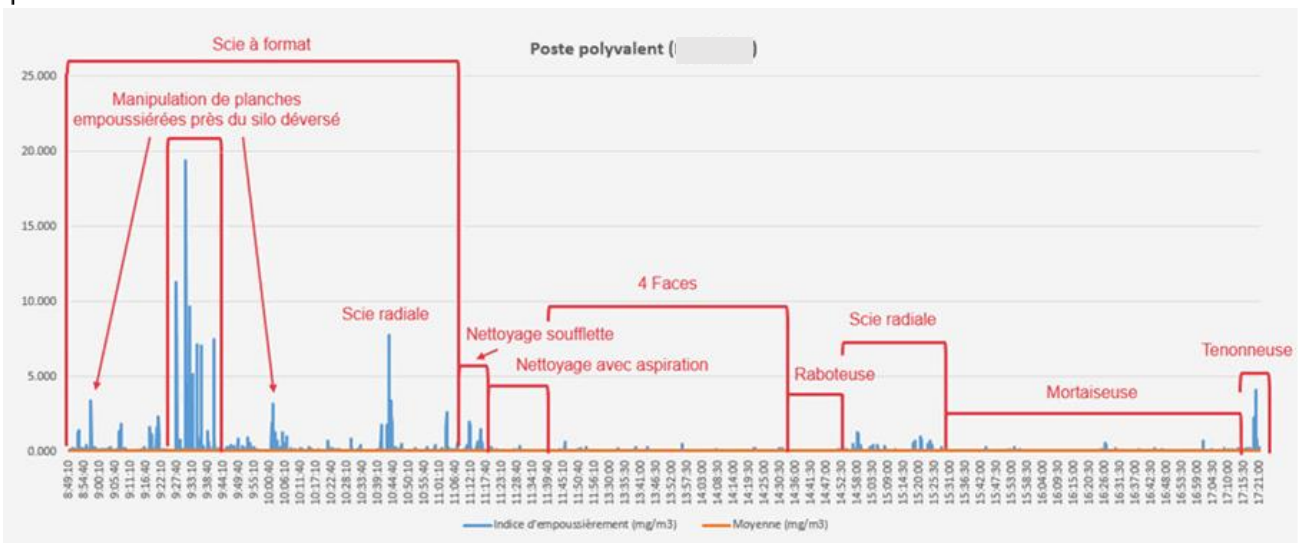
## Synthèse des résultats des mesures optiques sur opérateurs :

En parallèle des mesures gravimétriques, nous avons également équipé les opérateurs de capteurs optiques pour des mesures en temps réel. Vous trouverez ci-après les profils d'enregistrement des mesures optiques pour chaque opérateur (polyvalent et débit + polyvalent). Ces mêmes profils sont également repris dans le PPT ci-joint. Les profils nous renseignent sur la variation de l'indice d'empoussièrément liée aux différentes activités qui sont menées par les opérateurs ou événements qui interviennent et permettant d'agir plus finement sur les tâches les plus exposantes (pics d'exposition) pouvant amener des dépassements de la VLEP. Les principales observations sont indiquées sur les graphiques des enregistrements optiques suivants :



Pour l'opérateur polyvalent, nous constatons que l'émissivité de la scie radiale impacte le profil d'exposition de l'opérateur avec des pics d'expositions à chaque utilisation. Les poussières émises par la scie radiale sont difficiles à capter et le système d'aspiration auquel elle est raccordée n'est apparemment pas suffisamment efficace et entraîne une augmentation de l'exposition de l'opérateur à chaque utilisation. Ce poste mérite une vigilance particulière. En cas d'une utilisation prolongée ou répétée de la scie radiale, le port d'un masque à minima de type P2 pourrait être envisagé dans l'attente d'une mesure plus pérenne.

Enfin, parmi nos observations, nous n'avons pas d'évènement permettant de qualifier le pic le plus important du profil.



Pour l'opérateur polyvalent + débit, nous constatons que la manipulation des planches empoussiérées impacte le profil d'exposition de l'opérateur avec des pics à chaque manipulation. A noter que le poste était positionné à côté de la porte ouverte de l'atelier où était déversé le contenu du silo, renforçant donc l'empoussièrément environnant. Les poussières émises par la scie radiale sont difficiles à capter et le système d'aspiration auquel elle est raccordée n'est apparemment pas suffisamment efficace et entraîne une augmentation de l'exposition de l'opérateur à chaque utilisation. La tenonneuse est également une source d'émission de poussières de bois à laquelle l'opérateur est exposé. Enfin, l'utilisation de la soufflette provoque une remise en suspension des poussières de bois et donc une exposition caractérisée par des pics visibles sur le graphe ci-dessus.

Nous vous remercions une nouvelle fois pour votre participation à cette étude et nous restons à votre écoute pour toute précision.

Bien cordialement,



## ANALYSE DÉTAILLÉE ENTREPRISE 4

Bonjour Monsieur [REDACTED]

Nous revenons vers vous dans le cadre de l'étude sur l'exposition des salariés aux poussières de bois nommée PROPOBOIS 3 et nous vous remercions de la participation de votre entreprise à ce projet. Nous sommes désolés du délai écoulé depuis notre intervention ; nous souhaitons avoir visité l'ensemble des entreprises participantes au projet avant d'effectuer les retours individuels.

Pour rappel, l'étude s'inscrit dans la continuité de nos études antérieures qui nous ont conduit à l'établissement d'une méthode développée dans le guide poussières de bois et mise en œuvre via l'outil numérique en ligne, le simulateur : <https://simulateur.preventionbtp.fr/>

PROPOBOIS 3 consiste à comparer des résultats de mesures in situ de poussières de bois avec ceux obtenus par le simulateur, l'objectif étant de consolider notre méthode d'autodiagnostic.

Nous profitons également des mesures de poussières de bois pour réaliser des mesures de poussières inhalables (dites « totales ») et de poussières alvéolaires. Pour ce faire, les mesures de poussières inhalables sont réalisées sur opérateur avec le même système de prélèvement que les poussières de bois (cassette + filtre + pompe de prélèvement). Les poussières alvéolaires sont quant à elles mesurées avec un capteur d'ambiance dédié (cyclone + filtre + pompe de prélèvement). L'ensemble des filtres font l'objet ensuite d'une analyse gravimétrique permettant de déterminer les concentrations.

Nous sommes intervenus au sein de votre atelier de [REDACTED] le 28/02/2024 pour réaliser des observations et des prélèvements (mesures in situ) sur deux opérateurs et en ambiance.

Vous trouverez ci-dessous une synthèse des résultats et nous vous joignons également les rapports d'essai du laboratoire ainsi que les profils d'enregistrements commentés des mesures optiques (système de prélèvement en temps réel).

### Synthèse des résultats gravimétriques des mesurages opérateurs / ambiance :

Opérateurs/Ambiance	Concentration sur la durée de mesure en mg/m <sup>3</sup> (Durée de prélèvement)		
	Poussières de bois (Opérateur)	Poussières inhalables (Opérateur)	Poussières alvéolaires (Ambiance)
Poste posté perceuse multibroches [REDACTED]	0,247 (485 min)	0,247 (485 min)	< 0,062 (LQ)
Poste posté scie à panneaux horizontale [REDACTED]	0,352 (540 min)	0,352 (540 min)	< 0,051 (LQ)

LQ : Limite de Quantification

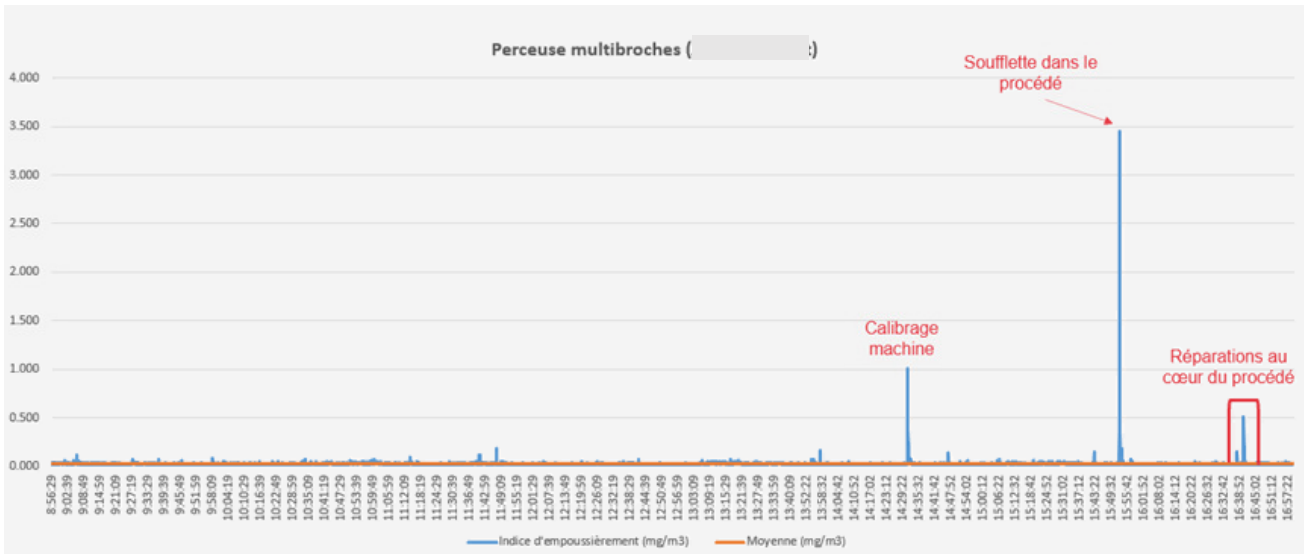
La valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pour les poussières de bois mesurée dans l'air est fixée à 1 mg/m<sup>3</sup> sur 8 heures. Les mesurages ayant été réalisés sur la durée totale de travail de l'opérateur égale à 8 heures, la concentration indiquée ci-dessus est comparable à la VLEP sur 8h.

Les résultats obtenus sur la journée sont tous inférieurs à la VLEP-8h « poussières de bois » (25 % et 35 % de la VLEP).

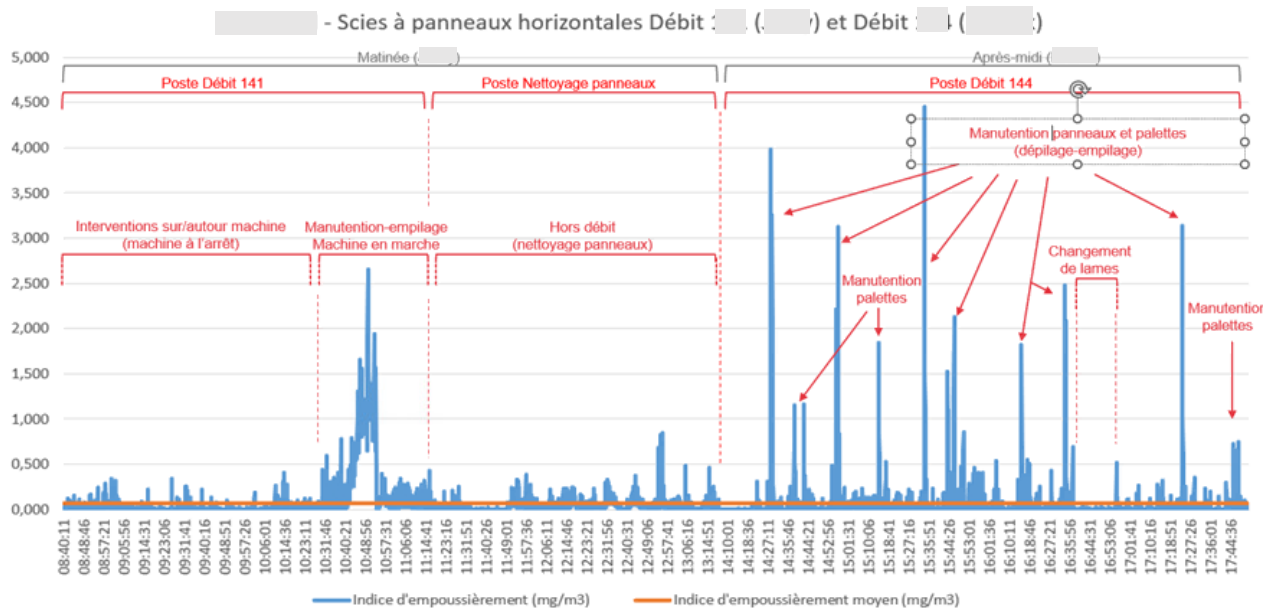
De plus, les résultats obtenus pour les poussières inhalables et les poussières alvéolaires sont également tous inférieurs aux concentrations seuils fixés respectivement à 4 mg/m<sup>3</sup> et 0,9 mg/m<sup>3</sup> par la réglementation « aération et assainissement ». Les concentrations en poussières alvéolaires sont inférieures à la limite détectable par analyse (limite de quantification).

### Synthèse des résultats des mesures optiques sur opérateurs :

En parallèle des mesures gravimétriques, nous avons également équipé les opérateurs de capteurs optiques pour des mesures en temps réel. Vous trouverez ci-après les profils d'enregistrement des mesures optiques pour chaque opérateur (posté perceuse multibroches et posté scie à panneaux horizontale). Ces mêmes profils sont également repris dans le document ci-joint. Les profils nous renseignent sur la variation de l'indice d'empoussièrement liée aux différentes activités qui sont menées par les opérateurs ou événements qui interviennent et permettant d'agir plus finement sur les tâches les plus exposantes (pics d'exposition) pouvant amener des dépassements de la VLEP. Les principales observations sont indiquées sur les graphiques des enregistrements optiques suivants :



L'étude du procédé a concerné deux opérateurs différents ( ). Le matériel de mesurage a été transmis d'un poste à l'autre et d'un opérateur à l'autre. Peu de pics ont été observés au cours de ce poste, les opérateurs étant positionnés assez loin des sources d'émission de poussières de bois. Toutefois nous constatons que le réglage au cœur même du procédé impacte le profil d'exposition de l'opérateur avec des pics d'expositions systématiques. Le pic le plus important correspond à l'utilisation de la soufflette au sein même de la perceuse, l'opérateur est alors particulièrement exposé par les poussières agglomérées dans le procédé et remises en suspension.



L'étude du procédé de débit a porté sur deux machines différentes (141 et 144) et a concerné deux opérateurs différents ( ). Le matériel de mesurage a été transmis d'un poste à l'autre et d'un opérateur à l'autre. Sur les deux postes, l'opérateur est assez éloigné de l'outil en mouvement et est peu soumis aux poussières directement émises par l'usinage. Le risque d'exposition est constitué majoritairement par la manutention des matériaux. Cela concerne l'empilage des panneaux après sciage, le bris et le jet des chutes, et la reprise et dépose sur tapis des palettes vides. Le changement de lames s'effectue dans un environnement non empoussiéré, ce qui se traduit par un indice proche de zéro pendant cette opération. Nous avons remarqué l'absence (ou quasi) du recours à la soufflette ou au balai, ce qui constitue une bonne pratique pour limiter la remise en suspension de poussières.

Nous vous remercions une nouvelle fois pour votre participation à cette étude et nous restons à votre écoute pour toute précision.

Cordialement

## ANALYSE DÉTAILLÉE ENTREPRISE 5

Bonjour Monsieur [REDACTED]

Nous revenons vers vous dans le cadre de l'étude sur l'exposition des salariés aux poussières de bois nommée PROPOBOIS 3 et nous vous remercions de la participation de votre entreprise à ce projet. Nous sommes désolés du délai écoulé depuis notre intervention ; nous souhaitons avoir visité l'ensemble des entreprises participantes au projet avant d'effectuer les retours individuels.

Pour rappel, l'étude s'inscrit dans la continuité de nos études antérieures qui nous ont conduit à l'établissement d'une méthode développée dans le guide poussières de bois et mise en œuvre via l'outil numérique en ligne, le simulateur : <https://simulateur.preventionbtp.fr/>

PROPOBOIS 3 consiste à comparer des résultats de mesures in situ de poussières de bois avec ceux obtenus par le simulateur, l'objectif étant de consolider notre méthode d'autodiagnostic.

Nous profitons également des mesures de poussières de bois pour réaliser des mesures de poussières inhalables (dites « totales ») et de poussières alvéolaires. Pour ce faire, les mesures de poussières inhalables sont réalisées sur opérateur avec le même système de prélèvement que les poussières de bois (cassette + filtre + pompe de prélèvement). Les poussières alvéolaires sont quant à elles mesurées avec un capteur d'ambiance dédié (cyclone + filtre + pompe de prélèvement). L'ensemble des filtres font l'objet ensuite d'une analyse gravimétrique permettant de déterminer les concentrations.

Nous sommes intervenus au sein de votre atelier de [REDACTED], le 07/03/2024 pour réaliser des observations et des prélèvements (mesures in situ) sur deux opérateurs et en ambiance.

Vous trouverez ci-dessous une synthèse des résultats et nous vous joignons également les rapports d'essai du laboratoire ainsi que les profils d'enregistrements commentés des mesures optiques (système de prélèvement en temps réel).

### Synthèse des résultats gravimétriques des mesurages opérateurs / ambiance :

Opérateurs/Ambiance	Concentration sur la durée de mesure en mg/m <sup>3</sup> (Durée de prélèvement)		
	Poussières de bois (Opérateur)	Poussières inhalables (Opérateur)	Poussières alvéolaires (Ambiance)
Poste posté centre d'usinage à commande numérique	0,580 (405 min)	0,580 (405 min)	< 0,066 (LQ)
Poste polyvalent	0,337 (435 min)	0,337 (435 min)	< 0,062 (LQ)

LQ : Limite de Quantification

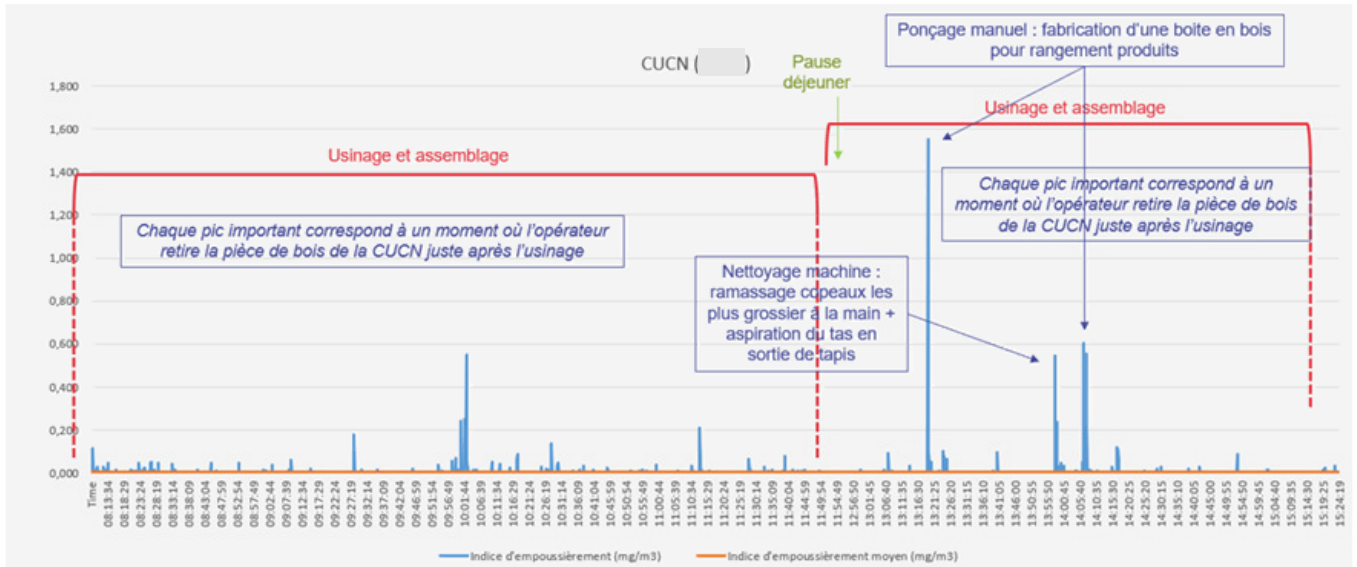
La valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pour les poussières de bois mesurée dans l'air est fixée à 1 mg/m<sup>3</sup> sur 8 heures. Les mesurages ayant été réalisés sur la durée totale de travail de l'opérateur égale à 8 heures, la concentration indiquée ci-dessus est comparable à la VLEP sur 8h.

Les résultats obtenus sur la journée sont tous inférieurs à la VLEP-8h « poussières de bois » (respectivement 58% et 34% de la VLEP).

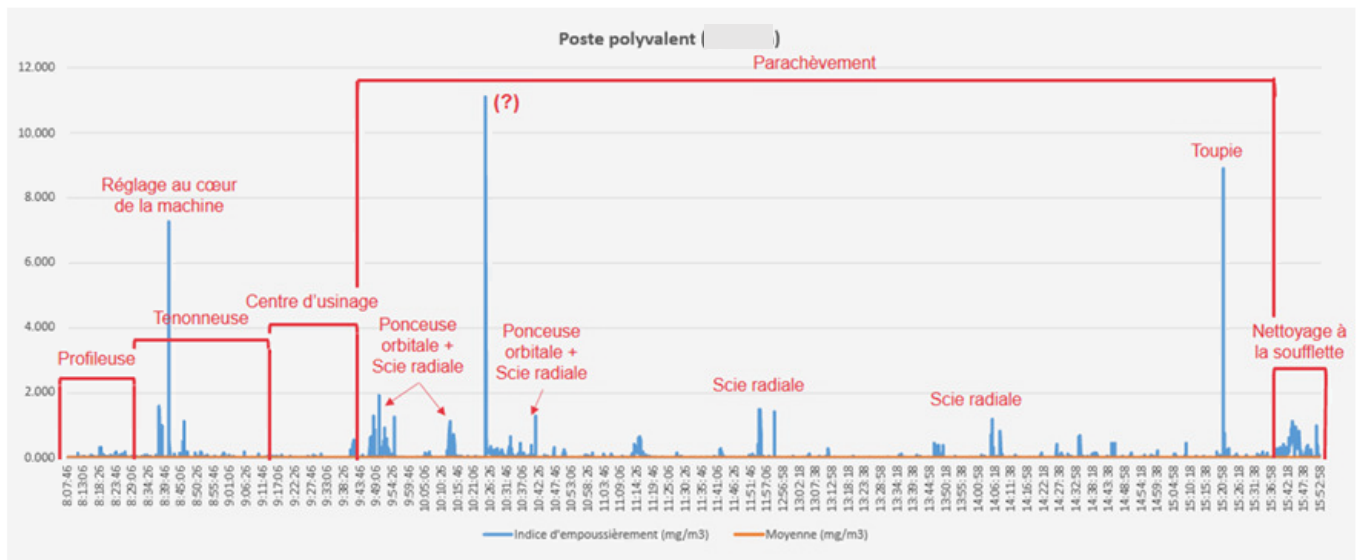
De plus, les résultats obtenus pour les poussières inhalables et les poussières alvéolaires sont également tous inférieurs aux concentrations seuils fixés respectivement à 4 mg/m<sup>3</sup> et 0,9 mg/m<sup>3</sup> par la réglementation « aération et assainissement ». Les concentrations en poussières alvéolaires sont inférieures à la limite détectable par analyse (limite de quantification).

## Synthèse des résultats des mesures optiques sur opérateurs :

En parallèle des mesures gravimétriques, nous avons également équipé les opérateurs de capteurs optiques pour des mesures en temps réel. Vous trouverez ci-après les profils d'enregistrement des mesures optiques pour chaque opérateur (Posté centre d'usinage à commande numérique (CUCN) et Polyvalent). Ces mêmes profils sont également repris dans le document ci-joint. Les profils nous renseignent sur la variation de l'indice d'empoussièrément liée aux différentes activités qui sont menées par les opérateurs ou événements qui interviennent et permettant d'agir plus finement sur les tâches les plus exposantes (pics d'exposition) pouvant amener des dépassements de la VLEP. Les principales observations sont indiquées sur les graphiques des enregistrements optiques suivants :



Pour l'opérateur sur le centre d'usinage, nous constatons que la récupération des pièces de bois juste après usinage impacte le profil d'exposition de l'opérateur avec des pics systématiques. D'autre part, les courtes opérations de ponçage manuel se traduisent par deux pics bien identifiables sur le profil. Enfin, la phase de nettoyage est également bien identifiable sur le graphe ci-dessus.



Pour l'opérateur sur le poste polyvalent, nous constatons que le réglage et le fonctionnement de la tenonreuse double et de la toupie impacte le profil d'exposition de l'opérateur avec des pics d'expositions au moment de leur utilisation. L'utilisation de la scie radiale provoque systématiquement une exposition de l'opérateur. La scie radiale est reliée à un système d'aspiration individuel. Cependant, les poussières émises par la scie radiale sont difficiles à capter et entraînent une augmentation de l'exposition de l'opérateur à chaque utilisation. De même, nous observons que l'utilisation de la soufflette pour le nettoyage du poste expose l'opérateur aux poussières de bois. Enfin, parmi nos observations, nous n'avons pas d'évènement permettant de qualifier le pic le plus important du profil.

Nous vous remercions une nouvelle fois pour votre participation à cette étude et nous restons à votre écoute pour toute précision.  
Bien cordialement,

## ANALYSE DÉTAILLÉE ENTREPRISE 6

Bonjour Madame [REDACTED]

Nous revenons vers vous dans le cadre de l'étude sur l'exposition des salariés aux poussières de bois nommée PROPOBOIS 3 et nous vous remercions de la participation de votre entreprise à ce projet. Nous sommes désolés du délai écoulé depuis notre intervention ; nous souhaitons avoir visité l'ensemble des entreprises participantes au projet avant d'effectuer les retours individuels.

Pour rappel, l'étude s'inscrit dans la continuité de nos études antérieures qui nous ont conduit à l'établissement d'une méthode développée dans le guide poussières de bois et mise en œuvre via l'outil numérique en ligne, le simulateur : <https://simulateur.preventionbtp.fr/>

PROPOBOIS 3 consiste à comparer des résultats de mesures in situ de poussières de bois avec ceux obtenus par le simulateur, l'objectif étant de consolider notre méthode d'autodiagnostic.

Nous profitons également des mesures de poussières de bois pour réaliser des mesures de poussières inhalables (dites « totales ») et de poussières alvéolaires. Pour ce faire, les mesures de poussières inhalables sont réalisées sur opérateur avec le même système de prélèvement que les poussières de bois (cassette + filtre + pompe de prélèvement). Les poussières alvéolaires sont quant à elles mesurées avec un capteur d'ambiance dédié (cyclone + filtre + pompe de prélèvement). L'ensemble des filtres font l'objet ensuite d'une analyse gravimétrique permettant de déterminer les concentrations.

Nous sommes intervenus au sein de votre atelier de [REDACTED] le 13/03/2024, pour réaliser des observations et des prélèvements (mesures in situ) sur deux opérateurs et en ambiance.

Vous trouverez ci-dessous une synthèse des résultats et nous vous joignons également les rapports d'essai du laboratoire ainsi que les profils d'enregistrements commentés des mesures optiques (système de prélèvement en temps réel).

### Synthèse des résultats gravimétriques des mesurages opérateurs / ambiance :

Opérateurs/Ambiance	Concentration sur la durée de mesure en mg/m <sup>3</sup> (Durée de prélèvement)		
	Poussières de bois (Opérateur)	Poussières inhalables (Opérateur)	Poussières alvéolaires (Ambiance)
Poste raboteuse encoffrée ( [REDACTED] )	0,566 (435 min)	0,566 (435 min)	< 0,061 (LQ)
Poste toupie encoffrée Créneau 3 ( [REDACTED] )	1,00 (440 min)	1,00 (440 min)	0,512 (440 min)

LQ : Limite de Quantification

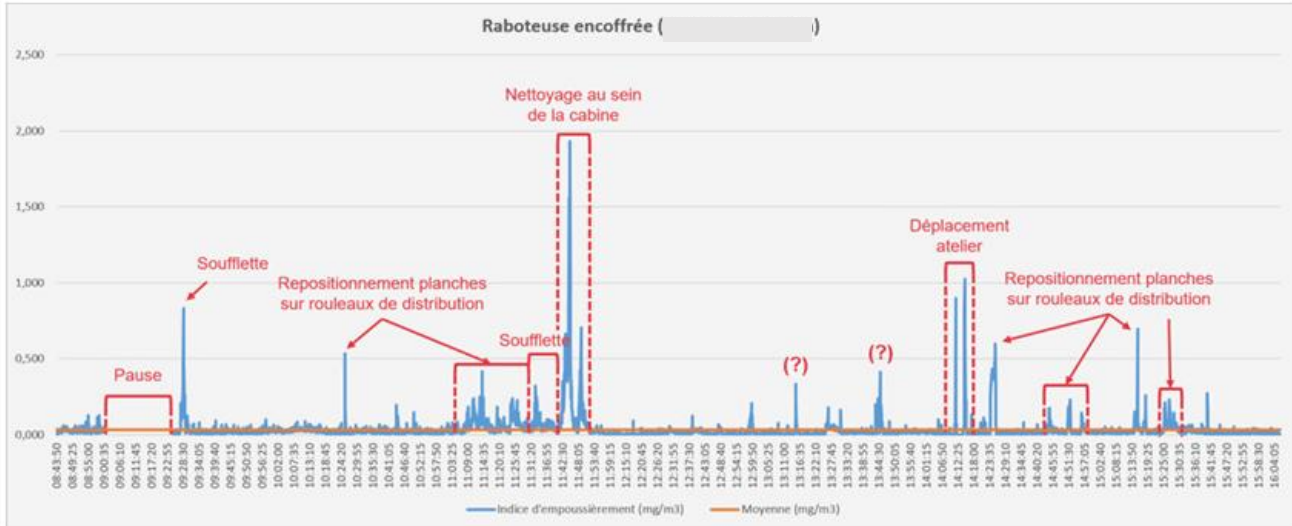
La valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) pour les poussières de bois mesurée dans l'air est fixée à 1 mg/m<sup>3</sup> sur 8 heures. Les mesurages ayant été réalisés sur la durée totale de travail de l'opérateur égale à 8 heures, la concentration indiquée ci-dessus est comparable à la VLEP sur 8h.

Le résultat obtenu sur la journée est inférieur à la VLEP-8h « poussières de bois » (57% de la VLEP) pour le poste raboteuse encoffrée, tandis qu'il y a atteinte de la VLEP pour le poste toupie encoffrée. Pour ce poste, il existe une forte probabilité de dépassement du seuil de 1 mg/m<sup>3</sup>. Pour mémoire, le constat d'un dépassement de la VLEP dans le cadre de contrôle technique réglementaire doit conduire à l'arrêt du travail jusqu'à la mise en œuvre de mesures de réduction de l'exposition. Ce poste nécessite par conséquent une vigilance particulière. Les commentaires ci-dessous de l'enregistrement optique, basés sur nos observations, permettent d'identifier quelques pistes d'amélioration. Le port d'un masque adapté, a minima de type P2, doit être envisagé lors des opérations les plus exposantes dans l'attente de solutions plus pérennes.

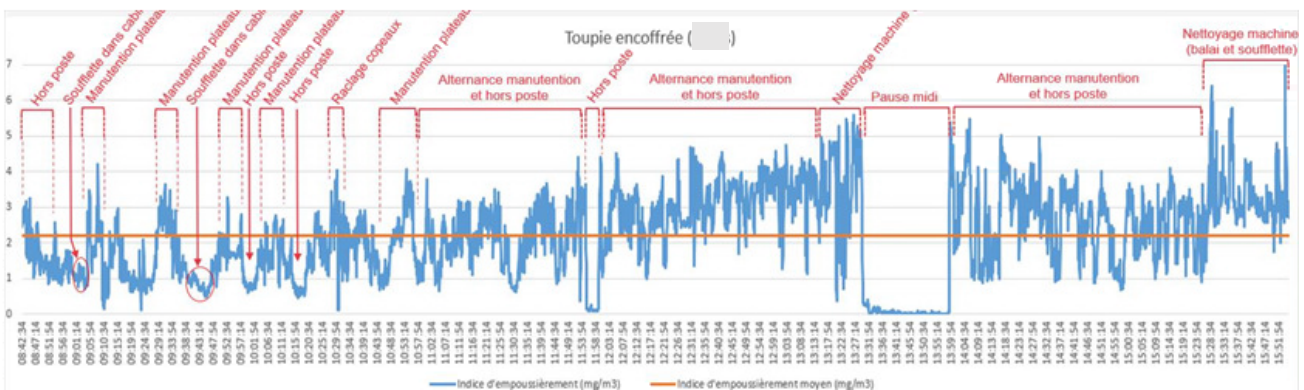
De plus, les résultats obtenus pour les poussières inhalables et les poussières alvéolaires sont également tous inférieurs aux concentrations seuils fixés respectivement à 4 mg/m<sup>3</sup> et 0,9 mg/m<sup>3</sup> par la réglementation « aération et assainissement ». Les concentrations en poussières alvéolaires sont respectivement mesurées à 0,512 mg/m<sup>3</sup> et inférieure à la limite détectable par analyse (limite de quantification).

## Synthèse des résultats des mesures optiques sur opérateurs :

En parallèle des mesures gravimétriques, nous avons également équipé les opérateurs de capteurs optiques pour des mesures en temps réel. Vous trouverez ci-après les profils d'enregistrement des mesures optiques pour chaque opérateur (raboteuse encoffrée et toupie encoffrée). Ces mêmes profils sont également repris dans le document ci-joint. Les profils nous renseignent sur la variation de l'indice d'empoussièrement liée aux différentes activités qui sont menées par les opérateurs ou événements qui interviennent et permettant d'agir plus finement sur les tâches les plus exposantes (pics d'exposition) pouvant amener des dépassements de la VLEP. Les principales observations sont indiquées sur les graphiques des enregistrements optiques suivants :



Pour les opérateurs sur la raboteuse encoffrée, nous constatons que la remise en suspension de poussières de bois au moment du repositionnement des planches sur le rouleau de distribution à la suite de leur chute impacte le profil d'exposition de l'opérateur avec des pics d'expositions. Ces repositionnements indispensables interviennent régulièrement au cours du poste. De même, nous observons que l'utilisation de la soufflette expose les opérateurs aux poussières de bois. Le pic le plus important concerne le nettoyage de la cabine. En effet, l'opérateur entre à l'intérieur même du coffre de la raboteuse, s'exposant ainsi fortement aux poussières de bois qui s'y sont agglomérées. Une vigilance particulière doit avoir lieu au cours de cette opération, en utilisant tant que possible une aspiration reliée au réseau, en évitant l'usage de la soufflette, et en couplant ces méthodes avec le port d'un masque de protection à minima FFP2. Nous n'avons pas d'observation permettant de qualifier les deux pics survenus lors du déplacement de l'opérateur dans l'atelier, ainsi que les deux pics significatifs précédant ce déplacement.



Le profil d'enregistrement de l'opérateur de la toupie encoffrée indique un niveau moyen assez élevé ( $2,19 \text{ mg/m}^3$ ) et de nombreuses variations d'amplitude difficiles à rattacher à des tâches ou événements spécifiques. On peut observer que la pause méridienne, qui s'est effectuée hors de l'atelier, se traduit par un retour à une valeur nulle d'indice d'empoussièrement, ce qui permet d'écartier l'hypothèse d'une pollution résiduelle au sein de la sonde. Il s'agit vraisemblablement de l'influence des brumisateurs, répartis en hauteur dans l'atelier, et dont le fonctionnement est intermittent et irrégulier (fonction de l'hygrométrie ambiante). Les aérosols émis pour humidifier l'air sont détectés par la sonde optique.

Par ailleurs, les déplacements fréquents de l'opérateur dans l'atelier, notamment vers la toupie voisine pour en assister l'opérateur, ainsi que pour l'approvisionnement en bois ou l'évacuation des déchets, participent aux difficultés d'interprétation du profil

On peut néanmoins mettre en évidence les principales variations en lien avec l'activité telles que la manutention des bois, le départ du poste pour d'autres tâches ou encore le nettoyage de la machine.

L'emplacement des bacs de récupération de sciures et copeaux devant la machine contribue à la remise en suspension de poussières. On observe également, pour l'opération de nettoyage, le recours régulier au balai et à la soufflette, sans port de protection respiratoire (avec le maintien toutefois de l'aspiration en cabine). Ces pratiques contribuent certainement à la concentration mesurée de  $1 \text{ mg/m}^3$  traduisant une exposition réelle de l'opérateur. Un dispositif de récupération de sciures et copeaux, utilisable aussi pour le nettoyage dans la cabine, raccordé à l'aspiration centralisée limiterait la remise en suspension.

Nous vous remercions une nouvelle fois pour votre participation à cette étude et nous restons à votre écoute pour toute précision.

Cordialement

# Outil technologique reconnu

FCBA et ses équipes d'experts accompagnent les entreprises des filières forêt-bois et ameublement dans l'amélioration de leur compétitivité sur leur marché

L'Institut met à disposition de ces entreprises le savoir-faire de ses ingénieurs et techniciens et la technologie de ses laboratoires, accompagne les professionnels dans la normalisation, l'amélioration de la qualité de leurs produits et les aide à intégrer les innovations technologiques. FCBA diffuse également de l'information scientifique et technique, fruit de son expertise en recherche et développement et veille technologique, économique et documentaire.

## Aide à la conception et à l'innovation

Concevoir et construire avec le bois, respecter les normes et la réglementation. Pour l'ameublement, concevoir par l'usage et proposer des matériaux innovants avec le centre de ressources INNOVATHEQUE.

## R & D

Être le porteur de l'innovation technologique pour permettre le développement des entreprises.

## Centre de formation

Développer votre savoir-faire et vos compétences avec nos formations catalogue ou sur-mesure.

## Bureau de normalisation

Animer et coordonner les travaux de normalisation du bois et des produits dérivés du bois et de l'ameublement.

## Organisme certificateur

Marquage CE/RPC, CTB, NF, OFG, PEFC, FSC...

## Laboratoires à la pointe

Chimie, physique, mécanique, biologie, finition, feu, biosourcés, matériaux...





INSTITUT  
TECHNOLOGIQUE

## Pour nous joindre

---

### SIÈGE SOCIAL

10, rue Galilée  
77420 Champs-sur-  
Mame  
+33 (0)1 72 84 97 84

---

### BORDEAUX

Allée de Boutaut - BP227  
33028 Bordeaux Cedex  
+33 (0)5 56 43 63 00

---

### GRENOBLE

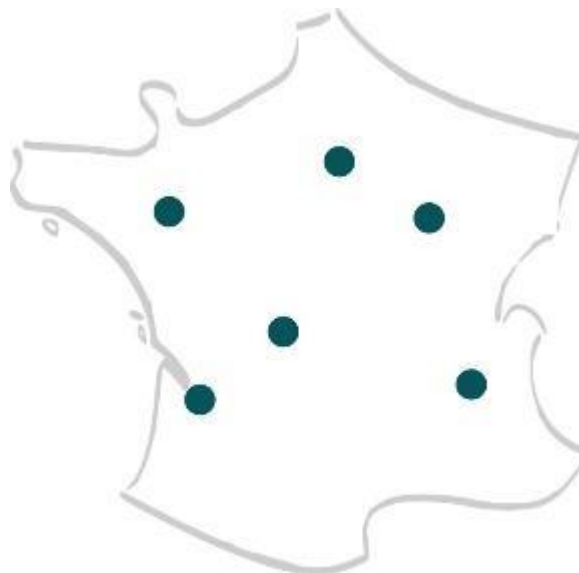
Domaine Universitaire  
CS 90251  
38044 Grenoble Cedex 9  
+33 (0)4 56 85 25 30

---

### CESTAS-PIERROTON

71, route d'Arcachon  
33610 Cestas  
+33 (0)5 56 79 95 00

---



---

### NANTES

15, boulevard Léon  
Bureau  
44200 Nantes  
+33 (0)6 80 34 38 63

---

### CHARREY-SUR- SAÔNE

60, route de  
Bonnencontre  
21170 Charrey-sur-  
Saône  
+33 (0)3 80 36 36 20

---

### VERNEUIL-SUR- VIENNE

Domaine des Vaseix  
87430 Verneuil-sur-  
Vienne  
+33 (0)5 55 48 48 10

---



fcba.fr

---



## À propos de l'OPPBTP

L'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (OPPBTP) est une structure paritaire, créée en 1947, sous tutelle du ministère du Travail. Sa gouvernance, assurée par des représentants des organisations professionnelles et des organisations syndicales du secteur de la construction, garantissant le bon équilibre entre employeurs et salariés dans les choix et les décisions stratégiques.

L'OPPBTP est composé d'experts en prévention issus du terrain qui accompagnent, au quotidien, les professionnels et les acteurs du BTP. Il a pour missions, **l'expertise** pour identifier les solutions de prévention, la **promotion** en construisant les arguments et portant le message de prévention auprès des acteurs de la construction, et **l'accompagnement** des entreprises et autres acteurs de la construction, en assistance technique, conseil et formation.

L'OPPBTP s'appuie sur des équipes réactives, disponibles, engagées et professionnelles. Composé de 350 collaborateurs répartis dans 12 agences régionales, l'OPPBTP accompagne les entreprises pour développer leur culture prévention en mettant en place des actions collectives ciblées et individuelles. Il propose une offre de services élaborée pour tous, quels que soient la taille de l'entreprise, le métier ou le niveau de maturité en prévention. L'Organisme fait de la prévention un **véritable levier de performance et de progrès**.

Pour répondre aux besoins des entreprises et des partenaires du BTP, l'OPPBTP propose des offres en présentielle et distancielles :

**#information** pour connaître l'actualité de la prévention : l'Organisme propose des guides techniques, fiches pratiques mais également l'actualité la plus récente de la prévention et un contact permanent sur les réseaux sociaux, accessible depuis [preventionbtp.fr](http://preventionbtp.fr). **#assistance technique** en ligne pour des réponses immédiates et gagner en simplicité, notamment sur le site [preventionbtp.fr](http://preventionbtp.fr) : des experts répondent aux questions en ligne. Les entreprises disposent également d'un espace personnel pour gérer toutes les démarches (PPSPS, Document Unique...).

**#assistance technique terrain** pour être accompagné sur les chantiers : des conseillers de l'OPPBTP assistent les entreprises pour conduire des diagnostics et proposer des solutions pour améliorer les performances en prévention des entreprises. Afin de diffuser l'information, ils organisent des réunions de sensibilisation sur les sujets d'actualité tels que les travaux en hauteur, le risque routier....

**#conseil** afin de répondre aux interrogations les plus pointues : les experts de l'OPPBTP accompagnent les entreprises dans leurs démarches de management de la prévention et de conduite du changement.

**#formation** 100% BTP destinée aux professionnels avec des modules spécialisés en présentielle et distancielles.

**#formation initiale** pour former les futurs professionnels du BTP à la prévention : les enseignants et les étudiants bénéficient de formations élaborées par l'OPPBTP et ses partenaires.

**Retrouvez l'OPPBTP sur [preventionbtp.fr](http://preventionbtp.fr) et [oppbtp.com](http://oppbtp.com).**