



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

**OPPBTP**

# Démarche de PROgrès pour la réduction de l'exposition aux POussières de BOIS Phase 2 (PROPOBOIS 2) Rapport final provisoire

Joffrey GLET-LABEYRIE - Vincent QUINT (FCBA)  
Isabelle MONNERAIS (OPPBTP)

Juin 2022

## **Siège social**

10, rue Galilée  
77420 Champs-sur-Marne  
Tél +33 (0)1 72 84 97 84  
[www.fcba.fr](http://www.fcba.fr)

Siret 775 680 903 00132  
APE 7219Z  
Code TVA CEE : FR 14 775 680 903

**Institut technologique FCBA :**  
Forêt, Cellulose, Bois – Construction,  
Ameublement

Avec le soutien

**CODIFAB**

Développement des Industries Françaises  
de l'Ameublement et du Bois



# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS</b> .....	<b>5</b>
1.1	Contexte réglementaire et études antérieures .....	5
1.1.1	Contexte réglementaire .....	5
1.1.2	Etudes antérieures.....	5
1.2	Objectifs de l'étude PROPOBOIS 2 .....	6
<b>2</b>	<b>GOVERNANCE ET DEROULEMENT DE L'ETUDE</b> .....	<b>7</b>
2.1	Gouvernance .....	7
2.1.1	Maître d'ouvrage.....	7
2.1.2	Maître d'œuvre et partenaires techniques.....	7
2.1.3	Comité de pilotage.....	7
2.2	Déroulement de l'étude .....	8
<b>3</b>	<b>METHODOLOGIE</b> .....	<b>9</b>
3.1	Approche générale .....	9
3.2	Matériel de mesure et protocole de mesurage.....	9
3.2.1	Matériel de mesures .....	9
3.2.2	Protocole de caractérisation .....	12
3.3	Choix des procédés à étudier.....	16
3.3.1	Les acquis de l'étude PROPOBOIS .....	16
3.4	Sélection des entreprises .....	22
3.4.1	Entreprise 1 .....	22
3.4.2	Entreprise 2 .....	22
<b>4</b>	<b>Interventions en entreprise</b> .....	<b>23</b>
4.1	Calendrier des interventions.....	23
4.2	Diagnostics .....	23
4.3	Cartographies et caractérisations.....	24
4.3.1	Entreprise 1 .....	24
4.3.2	Entreprise 2 .....	25
<b>5</b>	<b>RESULTATS ET INTERPRÉTATIONS</b> .....	<b>28</b>
5.1	Résultats et interprétations.....	28
5.1.1	Présentation de la fiche Procédé.....	28
5.1.2	Déligneuse mono-lame.....	29
5.1.3	Toupie.....	32
5.1.4	Tenonneuse.....	35
5.1.5	Dégauchisseuse .....	38
5.1.6	Mesure d'un poste d'assemblage.....	40

5.2	Détermination de la classe d'émissivité des procédés étudiés .....	41
5.2.1	Analyse des résultats.....	41
5.2.2	Matrice PROPOBOIS révisée.....	42
6	<b>CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>43</b>
7	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>45</b>

## FIGURES

Figure 1	– Dispositif de mesure gravimétrique.....	10
Figure 2	– Dispositif de mesure optique CASELLA CEL – 712 MicroDust Pro .....	11
Figure 3	– Dispositif de mesure optique CASELLA CEL avec adaptateur gravimétrique .....	11
Figure 4	– Générateur de fumée .....	12
Figure 5	– Exemple de cartographie de la toupie .....	13
Figure 6	– Dispositif de mesurage au point fixe .....	14
Figure 7	– Dispositif de mesure sur opérateur .....	14
Figure 8	– Exemple d'un profil d'enregistrement.....	15
Figure 9	– Matrice PROPOBOIS.....	17

## TABLEAUX

Tableau 1	– Planning de réalisation de l'étude PROPOBOIS 2 .....	8
Tableau 2	– Procédés analysés et non validés dans le cadre de l'étude PROPOBOIS .....	18
Tableau 3	– Synthèse des procédés validés.....	19
Tableau 4	– Analyse par critères des procédés restant à étudier.....	20
Tableau 5	– Activité des entreprises sélectionnées .....	22
Tableau 6	– Dates d'intervention par entreprise .....	23
Tableau 7	– Procédés étudiés dans les deux entreprises .....	23
Tableau 8	– Fiches Procédé issues de l'étude.....	28
Tableau 9	– Résultat de mesure d'un poste d'assemblage .....	40
Tableau 10	– Résultats de mesures et classes d'émissivité.....	41
Tableau 11	– Matrice PROPOBOIS révisée .....	42

## PHOTOS :

Photo 1	– Déligneuse et stock de plateaux de chêne .....	26
Photo 2	– Stock de plateaux de chêne.....	26
Photo 3	– Dégauchisseuse.....	26

# 1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

## 1.1 Contexte réglementaire et études antérieures

### 1.1.1 Contexte réglementaire

Les travaux exposant aux poussières de bois inhalables figurent dans la liste réglementaire des travaux ou procédés exposant à des agents cancérigènes. Les poussières de bois sont concernées par une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP), valeur réglementaire et contraignante fixée à 1 mg/m<sup>3</sup> d'air sur 8 heures de travail<sup>1</sup>.

Le contrôle de la VLEP doit être réalisé conformément à 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<sup>2</sup>. Il comprend, en particulier l'établissement de stratégie d'échantillonnage reposant sur la définition de groupes d'exposition similaire (GES), anciennement appelés groupes d'exposition homogène (GEH).

### 1.1.2 Etudes antérieures

Suite à l'établissement de ce nouveau contexte réglementaire en 2009, les organisations professionnelles ont, à partir de 2010, mandaté FCBA pour la réalisation de différentes études sur le sujet des poussières de bois :

#### ▪ 2010 – 2011 : EPOBOIS [10]

*Objet* : mieux comprendre l'impact de l'arrêté de 2009 pour réaliser une étude.

*Réalisation* : 224 mesures de l'exposition aux poussières de bois dans 11 entreprises de la 2<sup>nd</sup>e transformation du bois, représentant l'évaluation de 31 groupes d'exposition homogène.

*Résultats* : Non-respect de la VLEP dans 96 % des GEH étudiés (sur la totalité des 11 entreprises concernées), bien que des investissements de prévention significatifs aient été effectués.

*Conclusions* : Les nouvelles modalités de contrôle de la VLEP ne permettent pas aux entreprises de progresser. L'apport d'informations est insuffisant pour guider les entreprises dans une démarche raisonnée de réduction de l'exposition.

#### ▪ 2011 à 2016 : TEMPOBOIS [9] [8] [6]

*Objet* : Développer une technologie et une méthode de mesure en continu des poussières de bois.

*Résultat* : Pas de corrélation systématique entre la métrologie en temps réel (capteur à lecture optique) et la mesure gravimétrique sur opérateur.

*Conclusions* : La mesure par capteur à lecture optique ne peut pas se substituer à la méthode gravimétrique réglementaire mais elle fournit des résultats relatifs intéressants (variation de la concentration dans le temps notamment) pouvant servir à l'analyse des situations d'exposition et hiérarchiser les sources.

---

<sup>1</sup> Art. R. 4412-149 du Code du travail

<sup>2</sup> 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

## **2014 - 2015 : MESOREM [7]**

*Objet* : Identifier et analyser des entreprises « exemplaires » pour mettre en évidence des exemples de solutions et de bonnes pratiques pour la réduction de l'exposition aux poussières de bois.

*Réalisation* : Cinq entreprises ont été sélectionnées sur la base des mesures réglementaires répertoriées dans la base de données SCOLA (Système de COLlecte des informations des organismes Accrédités) gérée par l'INRS.

*Résultats* : Mise en évidence de l'hétérogénéité dans les pratiques des différents organismes de contrôle, en termes de coûts d'intervention, de stratégie de prélèvement et d'analyse des résultats. Ces écarts peuvent créer une distorsion de concurrence et remettre en cause la fiabilité des résultats.

Il est apparu nécessaire de trouver des solutions opérationnelles pour rationaliser les aspects méthodologiques de mesure d'exposition et proposer des outils afin de permettre aux entreprises une meilleure compréhension des sources d'exposition et des solutions pouvant être mises en place.

### ▪ **2016 - 2019 : PROPOBOIS [5]**

*Objet* : 1) Enrichir la matrice décisionnelle établie par l'INRS (Institut National de Recherche pour la Santé au travail)<sup>3</sup> pour la constitution des Groupes d'Exposition Homogène (GEH) ; 2) mieux appréhender le fonctionnement des appareils à lecture directe de mesure des poussières de bois pour une utilisation optimale

*Réalisation* : Seize procédés ont été étudiés au sein de neuf entreprises. Un protocole spécifique de mesurage a été élaboré pour caractériser les procédés.

*Résultats* : Une matrice PROPOBOIS a été établie classant vingt-huit procédés de travail du bois en fonction de leur émissivité. Les mesures ont permis de valider le classement de neuf d'entre eux.

### ▪ **2020 - 2021 : Guide pratique d'auto-évaluation [4]**

*Objet* : Développer et à mettre à disposition des entreprises du bois et de l'ameublement une méthode pratique d'auto-évaluation du risque d'exposition aux poussières de bois.

*Réalisation* : Les données et enseignements acquis au cours des études antérieures ont fait l'objet d'une recherche de méthodologie permettant de qualifier et hiérarchiser les situations d'exposition au poste de travail.

*Résultat* : Mise en ligne en mai 2021 sur les sites Internet du CODIFAB, de l'OPPBTB et de FCBA d'un guide pratique d'auto-évaluation, composé d'un manuel et d'un outil de calcul.

## **1.2 Objectifs de l'étude PROPOBOIS 2**

La matrice PROPOBOIS, fondement de la méthode développée dans le guide pratique d'auto-évaluation, nécessite d'être confortée dans le classement des procédés en fonction de leur émissivité.

---

<sup>3</sup> Édition INRS ED 6221

Le comité de pilotage a exprimé le souhait de poursuivre la démarche engagée de caractérisation de l'émissivité pour huit procédés supplémentaires. Cette nouvelle campagne de caractérisation doit être également l'occasion d'une révision du protocole de mesures dans le but de le simplifier pour en alléger la mise en œuvre et réduire les temps de manipulation.

## 2 GOUVERNANCE ET DEROULEMENT DE L'ETUDE

### 2.1 Gouvernance

#### 2.1.1 Maître d'ouvrage

L'étude est financée par le CODIFAB, Comité Professionnel de Développement Economique des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois construction pour la partie des activités réalisée par FCBA.

#### 2.1.2 Maître d'œuvre et partenaires techniques

L'étude a été réalisée par un groupe de travail composé de l'OPPBTB (Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics) et de l'Institut Technologique FCBA, travaillant en totale collaboration sur le sujet des poussières de bois dans le cadre de la convention de partenariat signée entre les deux organismes le 24 juillet 2020.

L'étude a été pilotée par FCBA.

#### 2.1.3 Comité de pilotage

Dans le cadre du financement par le CODIFAB, un comité de pilotage (COPIL) a été mis en place pour suivre l'avancée des travaux. Ce dernier réunit au moins un représentant des organisations professionnelles suivantes :

- Ameublement Français (AF),
- Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB), Union Nationale Artisanale Charpente Menuiserie Agencement (UNA CMA),
- Union des Métiers du Bois de la Fédération Française du Bâtiment (UMB-FFB),
- Union des fabricants de Menuiseries Extérieures (UFME),
- Fédération Nationale des Sociétés Coopératives de Production du Bâtiment et des Travaux Publics (FN SCOP BTP),
- Union des Industries du Panneau Contreplaqué (UIPC)
- Union des Industriels et Constructeurs Bois (UICB)
- Union des Industries de Panneaux de process (UIPP).

Le COPIL a pour rôle de suivre l'avancée des travaux et de valider les choix méthodologiques proposés par le groupe de travail. Il s'agit d'un COPIL commun à l'ensemble des études sur le thème du risque poussières de bois pilotées par FCBA.



### 3 METHODOLOGIE

Les choix méthodologiques de mesurage s'appuient sur l'analyse des textes normatifs NF EN 1093 - Evaluation de l'émission des substances dangereuses véhiculées par l'air - Parties 1, 2, 3, 9 et 11 :

- Les parties 2 et 11 correspondent à des mesures en salle ou en situation d'utilisation réelle, mesures dites « in situ ».
- Partie 2 : le mode opératoire ne peut pas être appliqué *stricto sensu* dans le cas de notre étude car il apprécie un débit d'émission du polluant à l'aide d'un traceur qui n'existe pas pour les poussières de bois.
- Partie 11 : elle est destinée à apprécier un indice d'assainissement pour évaluer l'efficacité d'un captage ou d'une amélioration qui a été apportée.
- Partie 3 : elle correspond à des méthodes d'évaluation de machine en bancs d'essais et la partie 9 uniquement en salle.

#### 3.1 Approche générale

L'étude a porté sur la caractérisation de nouveaux procédés dans le but de conforter ou d'ajuster leur classement au sein de la matrice PROPOBOIS.

L'approche générale a consisté à :

- Identifier les procédés pertinents à caractériser, au regard de ceux déjà étudiés dans l'étude PROPOBOIS) ;
- Identifier des entreprises pouvant être sollicitées et ayant la capacité de répondre aux contraintes de mesurage requises par l'étude ;
- Réaliser *in situ* un diagnostic préalable au sein des entreprises retenues (dans le cadre d'une première visite) ;
- Procéder aux mesurages sur les procédés de chaque entreprise (dans le cadre d'une seconde visite) ;
- Analyser et interpréter les résultats pour conclure sur le classement de chaque procédé étudié au sein de la matrice PROPOBOIS en fonction de son émissivité.

#### 3.2 Matériel de mesure et protocole de mesurage

##### 3.2.1 Matériel de mesure

###### 3.2.1.1 Anémomètre

L'anémomètre est un appareil servant à mesurer la vitesse d'écoulement d'un fluide gazeux, en particulier la vitesse du vent. Il a été utilisé ponctuellement dans le cadre de cette étude à l'étape diagnostic pour évaluer la vitesse d'air en bouche des gaines d'aspiration raccordées aux machines ou utilisées pour le nettoyage. Cette mesure permet de donner un ordre d'idée sur l'efficacité du réseau d'aspiration.

L'air pollué capté sur les machines ou les postes de travail doit être évacué via des réseaux de transport. Lors du raccordement à ces réseaux, leur dimensionnement et le choix de leurs éléments constitutifs doivent permettre d'assurer, pour toutes les configurations d'utilisation, les débits requis pour un captage et un transport satisfaisants (norme NF EN 12779).

Une vitesse d'air en conduit de 20 à 25 m/s permet d'éviter les dépôts dans le réseau. Au-delà, un accroissement des pertes de charge et du bruit aéraulique est observé. La non-

atteinte des 20 m/s peut révéler des déséquilibres du réseau d'aspiration et donc une diminution de l'efficacité de captage.

Remarque : Seules des mesures en conduit donnent des valeurs fiables sur la vitesse d'air d'aspiration. Généralement ces mesures sont réalisées avec un tube de Pitot. Les mesures réalisées avec l'anémomètre permettent néanmoins de détecter la présence ou non de problème majeur sur l'efficacité du système d'aspiration.

### Capteur gravimétrique

Les poussières de bois sont prélevées à l'aide d'une pompe, créant un flux d'air au travers d'une cassette porte-filtre (TECORA SAN), comportant un orifice d'un diamètre de 4 mm et équipée d'un filtre en fibres de quartz d'un diamètre 37 mm.

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

Les analyses des prélèvements sont réalisées par le laboratoire ITGA<sup>4</sup>.



Pompe Apex2 Pro



Cassette porte-filtre



Porte cassette porte-filtre

Figure 1 – Dispositif de mesure gravimétrique

#### 3.2.1.2 Appareil à lecture directe

Les appareils à lecture directe utilisés pour la cartographie et les mesures en point fixe sont des capteurs optiques CASELLA CEL – 712 MicroDust Pro présentant les caractéristiques suivantes :

- Principe de fonctionnement : photomètre optique ;
- Plage de mesure : 0,001 mg/m<sup>3</sup> à 250 g/m<sup>3</sup> ;
- Affichage en temps réel de la concentration d'empoussièrement sur écran ;
- Poids : 600 g (batterie incluse) ;
- Système d'alarme réglable ;
- Possibilité de calibrer un type de poussière ;
- Sélecteur de tailles de particules ;
- Possibilité d'adapter la cassette de 37 mm et une tête de captage réglementaire (porte-filtre avec orifice de 4 mm).

<sup>4</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.

La photo ci-dessous présente des photos du dispositif optique CASELLA CEL – 712 MicroDust Pro :



Figure 2 – Dispositif de mesure optique CASELLA CEL – 712 MicroDust Pro

L'instrument est étalonné à l'aide d'une méthode traçable d'étalonnage isocinétique. Cet étalonnage est mené dans une soufflerie réalisée par commande conformément à l'essai de poussière (fine) ISO 12103-1 A2 (équivalent au test « Arizona road dust »). Chaque sonde est également fournie avec sa propre insertion d'étalonnage unique, qui crée un effet de diffusion optique connu dans la chambre d'échantillonnage de la sonde.

Dans le cadre de la précédente étude PROPOBOIS, CASELLA avait conçu un adaptateur pour coupler une mesure gravimétrique équivalente au prélèvement réglementaire. Cet adaptateur vient se placer de part et d'autre de la tête de captage (sonde) de l'appareil, ce qui permet de disposer d'un dispositif de captage couplé avec un orifice de prélèvement réglementaire d'un diamètre de 4 mm.

Pour la présente étude, compte tenu de l'allègement du protocole (cf. plus bas, § 3.2.2.), il n'a pas été associé de mesure gravimétrique à la mesure optique continue du MicroDust en point fixe. Néanmoins, le dispositif d'adaptation 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.

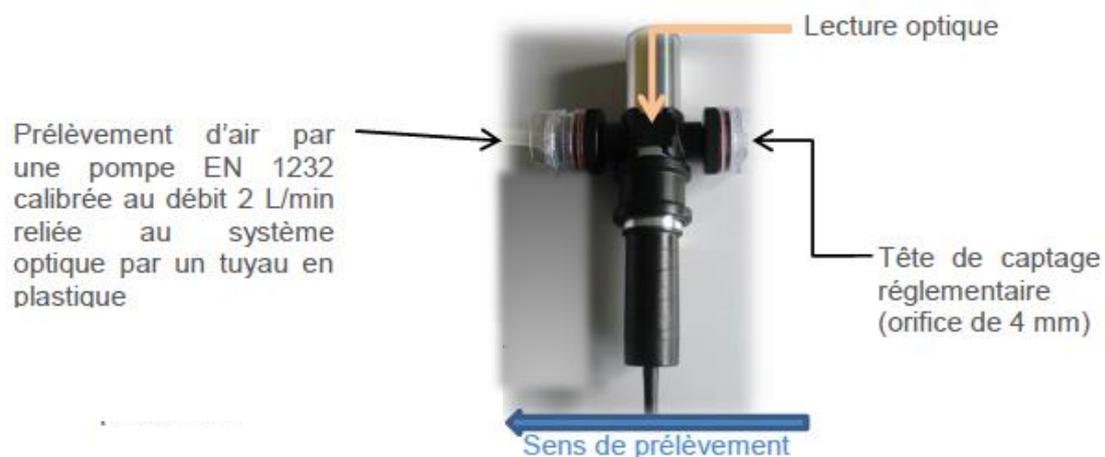


Figure 3 – Dispositif de mesure optique CASELLA CEL avec adaptateur gravimétrique

Les données du MicroDust Pro sont téléchargeables sur le logiciel de gestion des données *CASELLA INSIGHT*. Une fois les données téléchargées, il est possible d'afficher et d'analyser les niveaux de poussières en fonction du temps.

### 3.2.1.3 Générateur de fumée

Dans le cadre de l'étude, le générateur de fumée TINY CX a été utilisé. L'appareil propulse un aérosol blanchâtre composé de très fines particules, qui permet de mettre en évidence les mouvements d'air significatifs autour des machines étudiées.

Ces mouvements d'air identifiés peuvent expliquer parfois le mode de dispersion des poussières de bois.

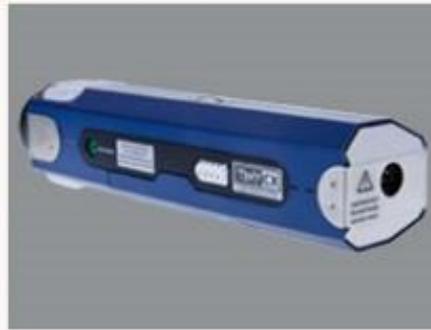


Figure 4 – Générateur de fumée

## 3.2.2 Protocole de caractérisation

### 3.2.2.1 Description du protocole

Le protocole élaboré au cours de l'étude PROPOBOIS a été repris afin de conserver des conditions de mesurage identiques. Il comprend :

- Une série de mesures de courte durée (5 minutes) en différents points, destinée à établir une cartographie du niveau d'empoussièrément autour de la machine ou du poste de travail et à déterminer le point le plus émissif, qui servira ensuite de « point fixe » ;
- Une mesure de longue durée au point fixe pour caractériser le niveau d'émissivité de la machine ou du poste de travail, associée à une mesure sur opérateur de la même durée pour évaluer son niveau d'exposition.

Dans chaque entreprise, les mesures sont réalisées pendant deux jours consécutifs sur deux procédés préalablement identifiés (cartographies le premier jour et mesures de longue durée le second).

Les deux machines à caractériser dans l'entreprise sont choisies autant que possible dans le respect des conditions suivantes :

- Les machines ne doivent pas être en condition de fonctionnement dégradé ; en particulier il est important de vérifier que le débit d'aspiration nécessaire à la machine soit respecté. Pour cela, les vérifications menées par l'entreprise, quand elles existent, sont consultées lors du diagnostic ;
- Les deux machines doivent être suffisamment proches pour que le niveau de pollution résiduel soit sensiblement le même pour les deux machines : le niveau résiduel doit être le plus faible possible pour une représentativité de la mesure la plus robuste ;
- La zone d'influence des machines voisines ne doit pas chevaucher la zone d'influence de la machine étudiée : au moins 6 m de distance entre les deux points d'émission (NF EN1093-2 chap.7).

La cartographie est réalisée par mesures optiques (appareil à lecture directe) donnant, dans un délai court (quelques minutes), un indice d'empoussièrement pour un point donné. Le matériel est installé sur un trépied, positionné sur chaque point de mesure (matérialisé au sol) autour de la machine. Les points de mesure sont déterminés suivant une approche qui consiste à :

- Choisir un point (ou une ligne) de référence pour la mesure des distances entre la machine et les points de mesure de sorte que la cartographie soit reproductible d'une machine à une autre ;
- Privilégier le choix de ce point en liaison avec l'(les) outils de coupe et en fonction de son accessibilité (par exemple le centre de la lame pour une scie circulaire ou l'intersection entre l'axe de l'outil et le bord du guide pour une dégauchisseuse) ;
- Identifier la (les) zone(s) d'éjection et définir les axes de mesure : sur chaque axe, positionner si possible cinq points (ex : 1,5 m, 2,5 m et 3,5 m par rapport au point ou à la ligne de référence) ;
- Prévoir si possible en moyenne quinze points de mesure autour de la machine, répartis sur cinq axes (soit trois points par axe).

Les enregistrements sont réalisés sur chaque point de mesure pendant une durée de 5 minutes.

Le point sur lequel l'enregistrement présente un indice d'empoussièrement le plus important est considéré comme représentant la zone la plus émissive. Il est retenu comme « point fixe » sur lequel sont effectuées ensuite les mesures de longue durée.

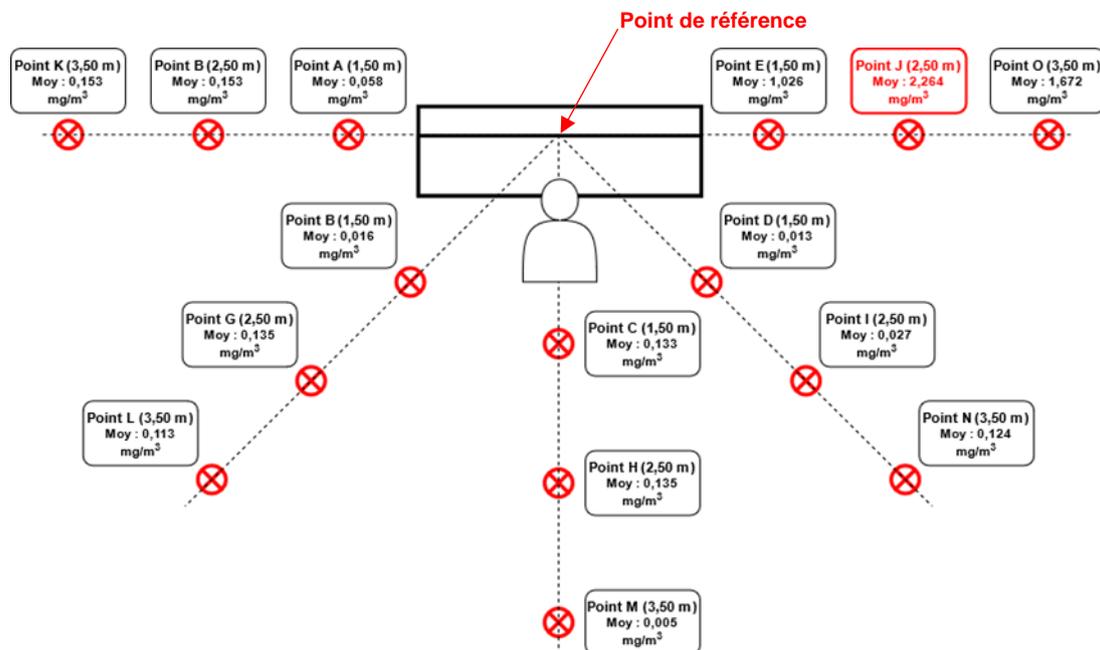


Figure 5 – Exemple de cartographie de la toupie

Les mesures au point fixe sont réalisées sur deux machines (ou postes de travail) préalablement sélectionnées. Par machine ou poste de travail, il est effectué simultanément une mesure gravimétrique et une mesure optique.

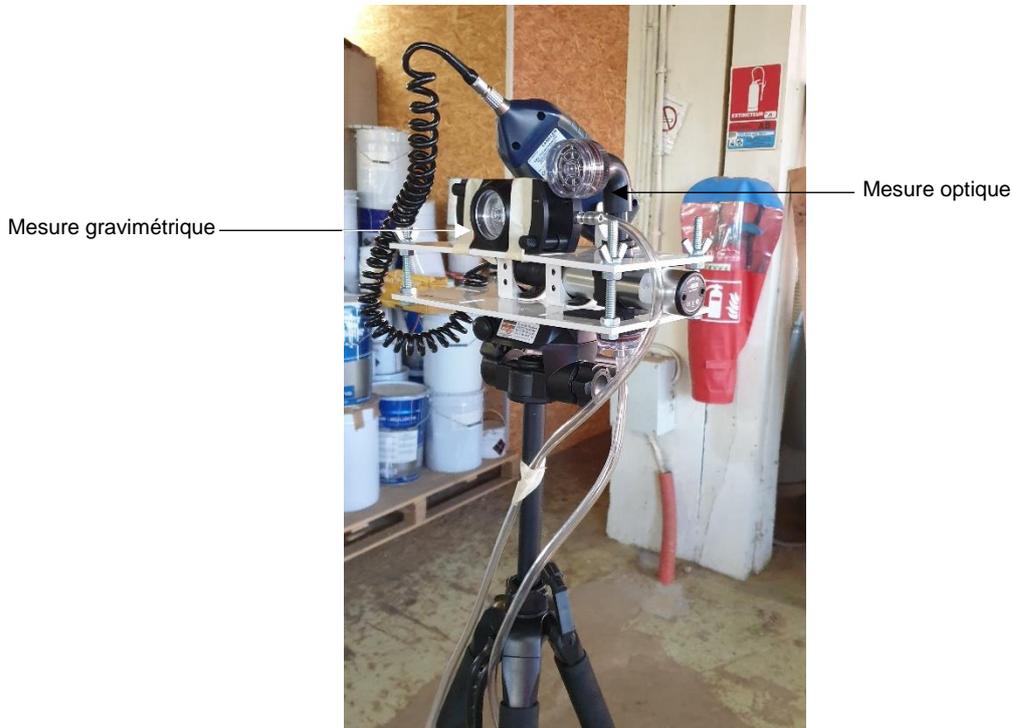


Figure 6 – Dispositif de mesurage au point fixe



### Avertissement

Les données acquises avec les appareils en lecture directe n'ont pas de valeur réglementaire. Elles ne peuvent en aucun cas être assimilées ou comparées à des données de mesure gravimétrique pour quantifier le niveau d'exposition d'un opérateur et vérifier le respect de la VLEP-8h.

Les mesures au point fixe sont associées à une mesure gravimétrique sur l'opérateur.

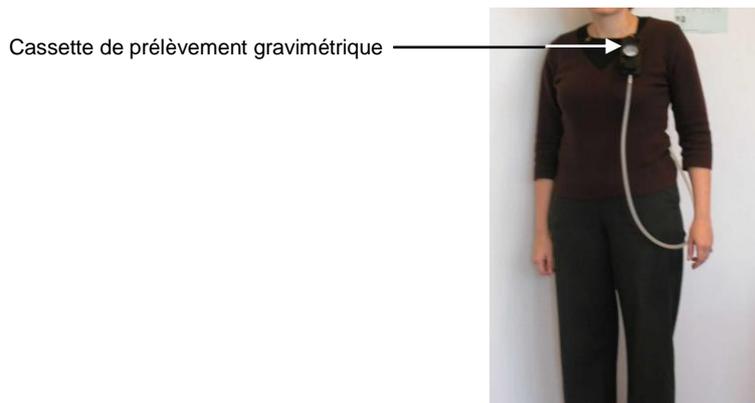
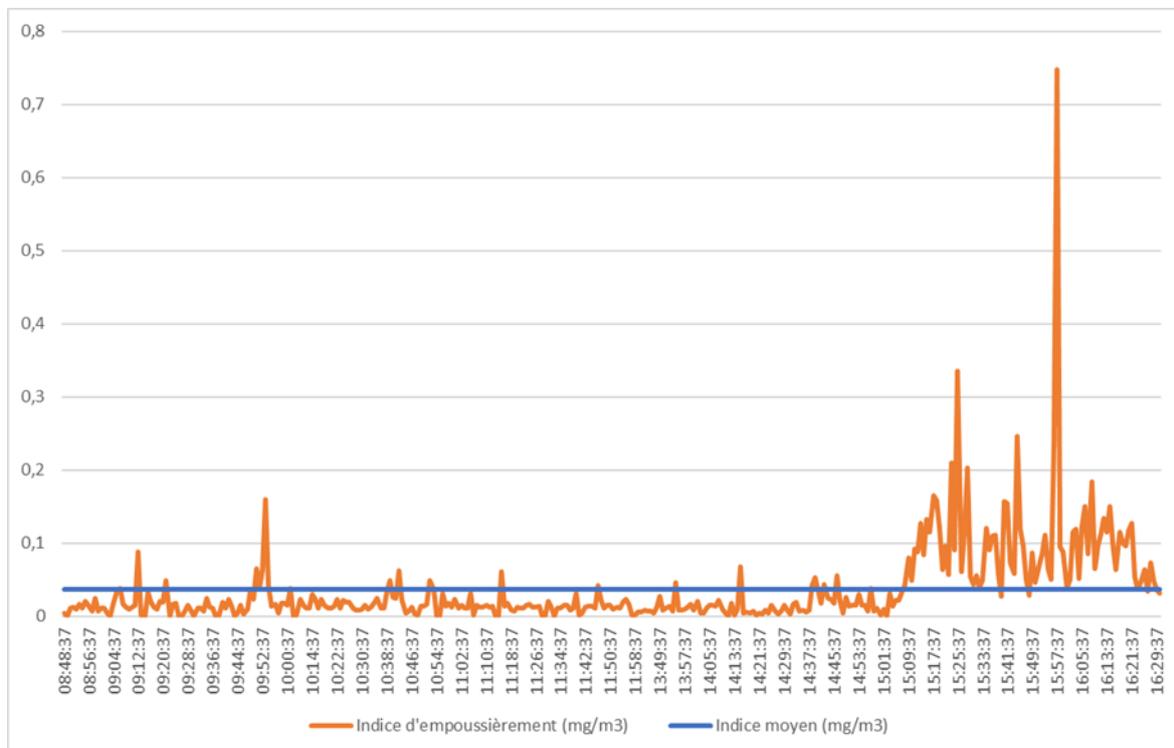


Figure 7 – Dispositif de mesure sur opérateur

Un exemple de profil d'enregistrement par mesure optique au point fixe est fourni ci-dessous. Le profil donne une représentation graphique de l'exposition de l'opérateur sur la durée de son poste de travail.



En abscisse : échelle de temps (en heures). En ordonnée : indice d'empoussièrement (en  $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

Figure 8 – Exemple d'un profil d'enregistrement

### 3.2.2.2 Evolution par rapport au protocole initial de PROPOBOIS

Le protocole a fait l'objet de modifications par rapport à celui initial de PROPOBOIS, dans le but de réduire les temps de manipulation en entreprise et également d'optimiser l'exploitation des résultats.

Les simplifications apportées sont les suivantes :

- Réutilisation chaque fois que possible de la cartographie pour les procédés déjà analysés dans l'étude PROPOBOIS ;
- Réduire le matériel de mesure en point fixe. Cette réduction porte sur la suppression du mesurage couplé d'un capteur optique avec un prélèvement gravimétrique. Dans l'étude PROPOBOIS, l'utilisation de deux appareils de mesure optique avait montré une bonne synchronisation des événements (avec parfois toutefois des amplitudes différentes), ce qui ne procurait pas d'informations supplémentaires d'intérêt.

En résumé, le dispositif de mesurage au point fixe a évolué ainsi :

<b>PROPOBOIS</b>	⇒	<b>PROPOBOIS 2</b>
• 1 capteur optique	⇒	• 1 capteur optique
• 1 capteur optique couplé à 1 prélèvement gravimétrique	⇒	• /
• 1 prélèvement gravimétrique	⇒	• 1 prélèvement gravimétrique

Un point de vigilance a été identifié :

Pour les mesures gravimétriques, il importe de disposer d'une durée minimale de prélèvement, pour que les résultats puissent être quantifiés. Cela se traduit par le besoin d'une durée de fonctionnement du procédé étudié de plusieurs heures (idéalement 7 heures). Cette condition est convenue avec l'entreprise préalablement à toute intervention sur site.

### 3.3 Choix des procédés à étudier

Le choix des procédés s'est basé sur les acquis de la précédente étude PROPOBOIS [5], à savoir les procédés analysés et/ou validés, et les difficultés rencontrées appelant des points de vigilance.

#### 3.3.1 Les acquis de l'étude PROPOBOIS

##### 3.3.1.1 La matrice PROPOBOIS

L'étude précédente PROPOBOIS a permis :

- La caractérisation de 16 procédés (au sein de 9 entreprises) ;
- La définition des 6 classes d'émissivité des procédés ;
- La définition d'une matrice décisionnelle dite « matrice PROPOBOIS » composée de 28 procédés, reprenant également les données des études TEMPOBOIS [8] [6], et basée sur des résultats de mesures gravimétriques en point fixe ;
- La validation de la classe d'émissivité de 9 procédés dont, pour 5 d'entre eux, une modification de classe par rapport à celle qui leur avait été attribuée avant les mesures.

<b>Classes d'exposition</b> Du plus émissif (1) au moins émissif (6)	<b>Procédés Matrice PROPOBOIS</b> (x) : classe initiale avant reclassement
1	Défonceuse Ponceuse longues bandes Centre d'usinage non encoffré Scie radiale Scie à panneaux verticale Scie circulaire portative Scie à format (2) Ponçage manuel (2)
2	Déligneuse mono-lame Toupie Scie circulaire à table Ponceuse portative (1) Raboteuse (4)
3	Perceuse à colonne Scie à ruban Mortaiseuse Tenonneuse Scie à panneaux horizontale Perceuse multi-broche (1)
4	Dégauchisseuse Déligneuse multi-lame Ponceuse larges bandes Corroyeuse (4 faces)
5	Plaqueur de chant Travaux manuels avec ciseaux à bois Scie à affleurer Machines encoffrées
6	Exposition indirecte

Figure 9 – Matrice PROPOBOIS

### 3.3.1.2 Les difficultés rencontrées lors de l'étude PROPOBOIS

Les difficultés rencontrées lors de la précédente étude PROPOBOIS sont les suivantes :

- Les procédés peu utilisés ne permettent pas une durée suffisante de prélèvement, ce qui induit des résultats de mesures gravimétriques non exploitables car inférieurs aux limites de quantification ;
- Les procédés peu émissifs induisent également des résultats inférieurs aux limites de quantification et par conséquent non exploitables ;
- Lorsque le procédé étudié est dans un environnement sous influence d'opérations ou de procédés voisins, la représentativité des résultats n'est pas assurée ;
- Lorsque le procédé étudié est situé dans un atelier présentant un empoussièremement général (sols, matériels, structure...), la représentativité des résultats peut également être compromise ;
- Le dysfonctionnement du dispositif de mesurage peut fausser les résultats, voire aboutir à l'absence de données exploitables.

Les procédés analysés et n'ayant pu être validés dans le cadre de PROPOBOIS sont :

Procédé	Raison de non-validation
K2 à commande numérique	Dysfonctionnement du matériel de mesurage
Déligneuse mono-lame	Résultat inférieur à la limite de quantification (durée de prélèvement insuffisante)
	Environnement (Influence d'opérations secondaires impactant le niveau d'empoussièremet et donc le résultat de ce procédé)
Scie radiale	Résultat inférieur à la limite de quantification (durée de prélèvement insuffisante)
Corroyeuse	Résultat inférieur à la limite de quantification (durée de prélèvement insuffisante)
Toupie	Résultat inférieur à la limite de quantification (durée de prélèvement insuffisante)

Tableau 2 – Procédés analysés et non validés dans le cadre de l'étude PROPOBOIS

### 3.3.2 Choix des nouveaux procédés de l'étude PROPOBOIS 2

Dans le cadre de la précédente étude PROPOBOIS, le COPIL avait sélectionné des procédés à caractériser en priorité :

- Classe 1 : Centre d'usinage non encoffré, scie radiale et ponceuse portative ;
- Classe 2 : Déligneuse mono-lame, scie à format et toupie ;
- Classe 3 : Tenonneuse, scie à ruban et scie à panneaux horizontale ;
- Classe 4 : Dégauchisseuse, corroyeuse (4 faces) et ponceuse larges bandes ;
- Classe 5 : Deux machines encoffrées dont K2 ;
- Classe 6 : Bureau attenant à l'atelier et cariste.

Neuf procédés sont à ce jour validés (en gras dans le tableau ci-dessous) :

Classe d'émission	Matrice PROPOBOIS 28 procédés Gras : procédé validé	Sélection COPIL	Procédés étudiés (Projet d'étude)	Procédés validés (et éventuellement reclassés)
1	Défonceuse			
	Ponceuse longues bandes			
	<b>Centre d'usinage non encoffré</b>	x	x (PROPOBOIS)	validé
	Scie radiale	x	x (PROPOBOIS)	-
	<b>Scie à panneaux verticale</b>		x (TEMPOBOIS)	validé
	Scie circulaire portative			
	<b>Scie à format (2)</b>	x	x (PROPOBOIS)	validé (reclassé)
	<b>Ponçage manuel (2)</b>		x (TEMPOBOIS)	validé (reclassé)
2	Déligneuse mono-lame	x	x (PROPOBOIS)	-
	Toupie	x	x (PROPOBOIS)	-
	Scie circulaire à table			
	<b>Ponceuse portative (1)</b>	x	x (PROPOBOIS)	validé (reclassé)
	<b>Raboteuse (4)</b>		x (PROPOBOIS)	validé (reclassé)
3	Perceuse à colonne			
	Scie à ruban	x		
	Mortaiseuse			
	Tenonneuse	x		
	<b>Scie à panneaux horizontale</b>	x	x (PROPOBOIS)	validé
	<b>Perceuse multibroche (1)</b>		x (PROPOBOIS)	validé (reclassé)
4	Dégauchisseuse	x		
	Déligneuse multilame			
	<b>Ponceuse larges bandes</b>	x	x (PROPOBOIS)	validé
	Corroyeuse (4 faces)	x	x (PROPOBOIS)	
5	Plaqueuse de chant			
	Travaux manuels avec ciseaux à bois			
	Scie à affleurer			
	Machines encoffrées	x	x (PROPOBOIS)	
6	Exposition indirecte	x	x (PROPOBOIS)	

Tableau 3 – Synthèse des procédés validés

Les procédés restant à caractériser (selon la sélection initiale du COPIL) sont :

- Classe 1 : Scie radiale
- Classe 2 : Déligneuse mono-lame et toupie
- Classe 3 : Tenonneuse, scie à ruban
- Classe 4 : Dégauchisseuse, corroyeuse (4 faces)
- Classe 5 : Deux machines encoffrées dont une K2
- Classe 6 : Bureau attenant à l'atelier et cariste

Une analyse par critère de pertinence a été conduite (cf. tableau ci-dessous). Elle prend en compte la sélection initiale du COPIL, la représentation du procédé dans l'activité, la fréquence d'utilisation du procédé et le degré d'incertitude sur le classement du procédé dans la matrice. L'existence de la cartographie (pour les procédés déjà étudiés) est également mentionnée, comme indicateur potentiel de choix.

	Matrice PROPOBOIS 28 procédés	Sélection du COPIL (1)	Représentation du procédé (2)	Fréquence utilisation (3) (sur un poste de 8 h)	Incertain- tude du class <sup>t</sup> (4)	Score (1+2+3+4)	Carto- graphie
	Gris : procédés validés (x) ancien classement <i>Italique : analysé non validé</i>	5 : sélectionné 0 : non sélection - : validé	5 : courant 3 : moyen 1 : peu représenté	5 : ≥ 4 h 3 : 1 à 4 h 1 : < 1 h	5 : fort 3 : moyen 0 : non	sur 20	x : déjà faite - : sans objet
1	Défonceuse	0	5	1	3	<b>9</b>	-
	Ponceuse longues bandes	0	1	1	0	<b>2</b>	-
	CU non encoffré	-	-	-	-	-	-
	<i>Scie radiale</i>	5	5	3	0	<b>13</b>	x
	Scie à panneaux verticale	-	-	-	-	-	-
	Scie circulaire portative	0	5	1	0	<b>6</b>	-
	Scie à format (2)	-	-	-	-	-	-
	Ponçage manuel (2)	-	-	-	-	-	-
2	<i>Déligneuse mono-lame</i>	5	5	5	5	<b>20</b>	x
	<i>Toupie</i>	5	5	3	0	<b>13</b>	x
	Scie circulaire à table	0	3	3	0	<b>6</b>	
	Ponceuse portative (1)	-	-	-	-	-	-
	Raboteuse (4) *	-	5	1	5	<b>11</b>	x
3	Perceuse à colonne	0	5	1	0	<b>6</b>	
	Scie à ruban	5	3	1	0	<b>9</b>	
	Mortaiseuse	0	5	1	0	<b>6</b>	
	Tenonneuse	5	5	1	0	<b>11</b>	
	Scie à panneaux horizontale	-	-	-	-	-	-
	Perceuse multibroche (1)	-	-	-	-	-	-
4	Dégauchisseuse	5	5	1	0	<b>11</b>	
	Déligneuse multi-lame	0	1	3	0	<b>4</b>	
	Ponceuse larges bandes	-	-	-	-	-	-
	<i>Corroyeuse (4 faces)</i>	5	5	1	0	<b>11</b>	x
5	Plaqueuse de chant	0	3	3	0	<b>6</b>	
	T <sup>x</sup> manuels à ciseaux à bois	0	1	3	0	<b>4</b>	
	Scie à affleurer	0	3	5	0	<b>8</b>	
	<i>Machine encoffrée</i>	5	3	5	0	<b>13</b>	
6	Exposition indirecte	5	5	5	0	<b>15</b>	

\* Bien que la raboteuse ait été validée dans le cadre de PROPOBOIS, ce procédé est coté car son déclassement (migration de la classe 4 vers la classe 2) apparaît comme étonnant et justifierait certainement une confirmation.

Tableau 4 – Analyse par critères des procédés restant à étudier

Il ressort de cette analyse que les plus hautes notes (supérieures à 10) concernent neuf procédés :

- Classe 1 : Scie radiale

- Classe 2 : Déligneuse mono-lame, toupie, raboteuse
- Classe 3 : Tenonneuse,
- Classe 4 : Dégauchisseuse, corroyeuse
- Classe 5 : Machine encoffrée
- Classe 6 : Exposition indirecte (chef d'atelier, de production, cariste...)

Afin de garantir une quantité de matière suffisante sur le filtre lors du prélèvement gravimétrique ; le choix s'est porté préférentiellement sur les procédés les plus émissifs, appartenant aux classes 1 à 4, soit :

- la scie radiale ,
- la déligneuse mono-lame,
- la toupie,
- la raboteuse,
- la tenonneuse,
- la dégauchisseuse,
- la corroyeuse.

Le choix final est fonction des spécificités des deux entreprises volontaires qui ont accepté de participer à l'étude (cf. plus bas, § 3.4.), en particulier les procédés dont elles disposaient et leur capacité à les mettre en œuvre sur une durée suffisamment longue. *In fine*, les procédés ont donc été choisis à l'issue des diagnostics :

- la déligneuse mono-lame,
- la toupie,
- la tenonneuse,
- la dégauchisseuse.

**Remarque sur la classe 6 (exposition indirecte) :**

A l'origine, la création de la classe 6 visait à qualifier l'exposition du personnel non affecté directement au travail du bois mais dont les fonctions l'amènent à circuler dans l'atelier, à proximité des différents procédés (responsable de production ou chef d'atelier par exemple).

Dans cet objectif, des prélèvements sur opérateur et des mesures d'ambiance dans des locaux adjacents communiquant avec l'atelier avaient été conduits dans le cadre de l'étude PROPOBOIS.

Toutefois, l'exposition d'un opérateur ou le niveau d'empoussièrement d'un local ne peut être comparable à l'émissivité qui qualifie les procédés classés dans la matrice (classes 1 à 5). Aussi, nous proposons de supprimer la classe 6 de la matrice PROPOBOIS. C'est également pour cette raison que la classe 6 n'a pas été reprise dans la méthodologie du guide pratique d'auto-évaluation du risque d'exposition aux poussières de bois [4].

### 3.4 Sélection des entreprises

Deux entreprises ont été recherchées pour participer à l'étude PROPOBOIS 2 :

- Une entreprise du secteur de l'ameublement,
- Une entreprise du secteur de la construction.

Les critères pour affiner la sélection des entreprises candidates étaient les suivants :

- Une entreprise volontaire et intéressée par le sujet ;
- Des mesures réglementaires existantes de type VLEP-8h ;
- Les machines sont reliées à un système d'aspiration ;
- L'entreprise dispose d'une vérification réglementaire récente de l'efficacité de son système d'aspiration.

Pour chaque secteur, l'organisation professionnelle respective (l'Union des métiers du bois - FFB et l'Ameublement Français) a proposé une entreprise, laquelle dans les deux cas a accepté de participer.

Les activités des deux entreprises sont les suivantes :

N° Ent.	Activité de l'entreprise	Code NAF (APE)
1	Menuiseries extérieures	4332A : Travaux de menuiserie bois et PVC
2	Menuiserie agencement, vente au détail	4759A : Commerce de détail de meubles

Tableau 5 – Activité des entreprises sélectionnées

#### 3.4.1 Entreprise 1

L'entreprise 1 est spécialisée dans la fabrication de menuiseries extérieures sur-mesure en bois et mixte bois/aluminium qui sont 100% fabriquées en France et, en majorité, vendues à des professionnels. Elle emploie environ 21 personnes.

#### 3.4.2 Entreprise 2

L'entreprise 2 est spécialisée dans la fabrication de meubles et d'agencement sur-mesure en bois massif. La clientèle est constituée principalement des particuliers locaux. Elle emploie environ 20 personnes.

## 4 Interventions en entreprise

### 4.1 Calendrier des interventions

N° Entreprise (secteur concerné)	Diagnostic	Mesures de cartographie et de caractérisation
1 (construction)	23 septembre 2021	26 et 27 octobre 2021
2 (ameublement)	16 novembre 2021	07 et 08 mars 2022

Tableau 6 – Dates d'intervention par entreprise

### 4.2 Diagnostics

Le diagnostic a pour objectif d'identifier et de décrire les différentes sources d'exposition dans les entreprises. Ont été effectués :

- Un entretien avec les personnes concernées (chef d'établissement, responsable de production...) pour une meilleure compréhension du fonctionnement de l'entreprise ;
- Une analyse des documents existants relatifs aux poussières de bois : principalement les rapports des mesures réglementaires, le dossier d'installation du système de ventilation et/ou d'aspiration et le document unique (DU) ;
- Une visite du site de production pour une meilleure connaissance du process avec des relevés d'informations, quand cela était possible, sur les caractéristiques du parc machines (types, marques, années de construction...) et du/des système(s) de captage (type d'aspiration, débits d'air...).

A l'issue du diagnostic, les deux procédés qui feront ensuite l'objet de la caractérisation ont été identifiés :

N° Entreprise (secteur concerné)	Procédé 1	Procédé 2
1 (construction)	Toupie	Tenonneuse
2 (ameublement)	Déligieuse mono-lame	Dégauchisseuse

Tableau 7 – Procédés étudiés dans les deux entreprises

Un rapport individuel de diagnostic est remis conjointement à chaque entreprise.

## 4.3 Cartographies et caractérisations

### 4.3.1 Entreprise 1

#### 4.3.1.1 Déroulement de l'intervention

##### 4.3.1.1.1 Préparation du matériel de mesures

La préparation des appareils s'est faite dans la salle de réfectoire située dans la partie administrative/bureaux des locaux de l'entreprise.

##### 4.3.1.1.2 Toupie

- Cartographie

La cartographie a porté sur quinze points répartis sur cinq axes avec trois points par axe positionnés autour de la machine. La cartographie existante n'a pas été reprise. La réalisation d'une nouvelle cartographie avait pour but de vérifier le positionnement du point le plus émissif dans un nouvel environnement.

Finalement, le point le plus émissif s'est révélé sur le même axe de la cartographie existante mais un peu plus proche de la machine (2,50 m au lieu de 3,50 m). Cela a conforté la première analyse réalisée dans l'étude PROPOBOIS [5].

- Caractérisation

Les mesures ont été réalisées en point fixe sur l'emplacement identifié comme le plus émissif, sur une durée de 7h 34min. Le prélèvement sur l'opérateur a duré un peu moins longtemps (5h 36min) car la pompe a été arrêtée à plusieurs reprises durant l'activité de l'opérateur. Il est resté à usiner différentes pièces sur la toupie durant toute son activité.

##### 4.3.1.1.3 Tenonneuse

- Cartographie

La cartographie a porté sur dix points répartis sur cinq axes autour de la machine. Il n'a pas été possible de réaliser des enregistrements sur tous les points des cinq axes en raison de la présence d'un meuble à gauche de la machine et du guide de la machine ne permettant pas le positionnement de l'appareil de mesure. D'autre part, ce procédé était nouveau et ne bénéficiait pas d'une cartographie établie. Il s'agissait donc de la réaliser.

- Caractérisation

Les mesures ont été réalisées en point fixe sur l'emplacement identifié comme le plus émissif, sur une durée de 2h 42min. Le prélèvement sur l'opérateur a duré aussi longtemps, soit 2h 44min car il n'y a pas eu de temps d'arrêt significatif durant son activité. Il est resté à usiner différentes pièces sur la tenonneuse durant toute son activité.

#### 4.3.1.2 Difficultés rencontrées (entreprise 1)

- Durée de fonctionnement de la tenonneuse :

Lors de notre intervention, le temps effectif de fonctionnement de la tenonneuse s'est révélé inférieur aux besoins malgré une préparation par l'entreprise d'un stock conséquent de bois à usiner. Ce déficit de temps s'est traduit pour le procédé tenonneuse par un résultat de prélèvement gravimétrique en point fixe non exploitable, car inférieur aux limites de quantification. Cette donnée étant celle utilisée pour la qualification de l'émissivité des procédés, la mesure réalisée n'a pas permis de confirmer ou infirmer le positionnement de la tenonneuse dans la matrice PROPOBOIS.

#### 4.3.2 Entreprise 2

##### 4.3.2.1 Déroulement de l'intervention

###### 4.3.2.1.1 Préparation du matériel de mesures

Pour des contraintes d'espace au sein de l'entreprise et de commodités de déplacement des matériels, la préparation des appareils s'est faite dans l'atelier.

###### 4.3.2.1.2 Déligneuse monolame

- Cartographie

La cartographie a porté sur uniquement cinq points en raison de l'emplacement de la machine dans l'atelier (proximité des murs sur trois côté) et d'un encombrement important par les plateaux de chênes entreposés, pour le débit de ce jour, à proximité immédiate du poste de travail.

La cartographie, bien qu'existante car ce procédé a été étudié deux fois dans le cadre de l'étude PROPOBOIS, a néanmoins été reconduite car l'opérateur indiquait l'existence d'une émission significative à l'extrémité de la machine dans l'axe de coupe. Or cet emplacement est différent de ceux qui avaient été identifiés (sur un axe perpendiculaire à la ligne de coupe, à une distance de 2,50 m, en tête ou proche du début de la ligne).

L'emplacement signalé par l'opérateur n'ayant pas fait l'objet de mesures lors des précédentes cartographies, il a semblé judicieux de le prendre en compte cette fois-ci. Un seul point a pu faire l'objet de mesures à cet endroit et il s'est révélé être le plus émissif des cinq (les autres ayant été positionnés au plus près des points identifiés comme les plus émissifs dans les cartographies existantes).

- Caractérisation

Les mesures ont été réalisées en point fixe sur l'emplacement identifié comme le plus émissif, sur une durée de 33 min. Le prélèvement sur l'opérateur a duré un peu plus longtemps (67 min) car ce dernier a été équipé dès la phase de cartographie.

L'opérateur durant son activité a évolué entre le stock de plateaux de chêne – qu'il était amené à manipuler pour faire son choix, en prenant un plateau, le reposant en prenant un autre, etc. – la déligneuse pour le débit et la scie radiale située à proximité pour la coupe à longueur. La

mesure sur opérateur traduit donc l'ensemble de ces opérations et non uniquement le travail sur la déligneuse.



Photo 1 – Déligneuse et stock de plateaux de chêne



Photo 2 – Stock de plateaux de chêne

#### 4.3.2.1.3 Dégauchisseuse

- Cartographie

La cartographie a porté sur neuf points répartis sur cinq axes autour du point de référence de la dégauchisseuse à 1,50 m et 2,50 m de distance. Ce procédé étant nouveau, aucune cartographie n'avait été réalisée précédemment ; elle a donc été conduite dans le cadre de cette étude.

Le point le plus émissif a été identifié dans l'axe du guide vertical de la machine, à 1,50 m de l'axe de l'outil.

- Caractérisation

Les mesures ont été réalisées en point fixe sur l'emplacement identifié comme le plus émissif, et sur l'opérateur, sur une durée de 47 min.



Photo 3 – Dégauchisseuse

#### 4.3.2.2 Difficultés rencontrées (entreprise 2)

- Conditions de préparation des appareils de mesures

La préparation au sein de l'atelier s'est avérée dommageable car réalisée le premier jour dans un environnement particulièrement empoussiéré, induit par l'utilisation de la scie radiale (intervenant alternativement avec celle de la déligneuse) près de laquelle nos équipements

étaient installés et par la manipulation des plateaux de chêne (entre la déligneuse et la scie radiale).

Ces conditions n'ont pas permis de garantir la parfaite propreté des matériels avant leur mise en fonction, ni donc d'écartier le risque que des poussières résiduelles soient présentes au niveau des sondes optiques ou des cassettes de prélèvement avant mesurage.

- Durée de fonctionnement des procédés

L'entreprise est une TPE, dont l'atelier bois compte au plus deux à quatre opérateurs. Le volume de bois qui y travaille est limité et l'entreprise, malgré une mobilisation manifeste pour cette étude, a eu beaucoup de difficultés à réunir les conditions nécessaires que nous lui avons demandées pour réaliser les mesures de caractérisation, en particulier la nécessité de disposer de plusieurs heures de travail sur chacun des deux procédés.

Lors de notre intervention, le temps effectif de fonctionnement des machines s'est révélé bien inférieur aux besoins, ce qui s'est traduit pour les deux procédés par des résultats de prélèvement gravimétrique non exploitables, car inférieurs aux limites de quantification. Ces données étant celles utilisées pour la qualification de l'émissivité des procédés, les mesures réalisées n'ont pas permis de confirmer ou infirmer le positionnement de la déligneuse et de la dégauchisseuse dans la matrice PROPOBOIS.

- Environnement de la déligneuse

Les mesures sur la déligneuse ont été réalisées sous influence :

- du fonctionnement régulier de la scie radiale, qui intervenait alternativement avec la déligneuse (jamais de manière simultanée car il s'agissait du même opérateur) mais qui était plutôt émissive et générait un empoussièrément significatif de l'air ambiant ;
- du tri systématique par l'opérateur, entre chaque phase de débit, des plateaux de chêne particulièrement empoussiérés et dont la manipulation contribuait largement à la mise en suspension de poussières dans l'air ambiant.

Ces conditions font que la mesure gravimétrique réalisée en point fixe ne peut être représentative de ce procédé.

En revanche, celle réalisée sur l'opérateur traduit bien son exposition aux poussières de bois lorsqu'il réalise ce type d'opérations.

## 5 RESULTATS ET INTERPRÉTATIONS

### 5.1 Résultats et interprétations

Les principaux enseignements des cartographies et des mesures ont été synthétisés par procédé dans une fiche de caractérisation de l'émissivité dite « Fiche Procédé ».

Les enregistrements des mesures optiques sont présentés de manière séparée. Ils ne sont pas intégrés aux fiches Procédé car les observations portent sur des événements spécifiques au poste étudié et à son environnement. Les principales observations sont reportées directement sur les profils.

L'ensemble de ces éléments font également partie du rapport individuel de diagnostic remis à chaque entreprise.

#### 5.1.1 Présentation de la fiche Procédé

La fiche Procédé comprend :

- Une photo illustrant le procédé étudié ;
- Un schéma du procédé localisant les points de mesures de la cartographie, avec mise en évidence du point le plus émissif (en gras et en rouge), retenu comme point fixe pour les mesures de caractérisation ;
- Les valeurs des mesures gravimétriques, en point fixe (émissivité du procédé) et sur opérateur (exposition) ;
- Des commentaires/interprétations sur l'*émissivité*\* du procédé et sur l'*exposition*\*\* de l'opérateur au regard de l'analyse des résultats des mesures et des observations.

\* On entend par *émissivité*, les émissions de poussières de bois générées par la machine et en particulier par l'outil de coupe mais pas seulement. La notion d'émissivité est étendue à l'ensemble du poste de travail (ou « procédé »), en particulier lorsque la manipulation des pièces de bois participe également à la mise en suspension de poussières autour de la machine.

\*\* L'*exposition*, quant à elle, représente la quantité de poussières inhalée par l'opérateur, laquelle dépend de l'émissivité du procédé mais également d'autres facteurs d'exposition comme la distance de l'opérateur par rapport à l'outil de coupe, le niveau d'efficacité de la protection collective ou encore la durée d'exposition.

Dans le cadre de cette étude, quatre fiches Procédé ont été établies. Elles sont numérotées :

- pour les procédés déjà étudiés dans la précédente étude PROPOBOIS, les fiches reprennent la numérotation déjà utilisée, complétées d'une mention « bis » ;
- pour les nouveaux procédés, les fiches poursuivent la numérotation existante.

N° Fiche	Procédés	N° Entreprise (secteur concerné)
01 bis	Déligneuse mono-lame	2 (Ameublement)
04 bis	Toupie	1 (Construction)
12	Tenonneuse	1 (Construction)
13	Dégauchisseuse	2 (Ameublement)

Tableau 8 – Fiches Procédé issues de l'étude

### 5.1.2 Déligneuse mono-lame

#### 5.1.2.1 Fiche procédé n° 01 bis - Déligneuse mono-lame

**01bis – DELIGNEUSE MONO-LAME**

**PHOTO**

**CARTOGRAPHIE**  
 Détermination du point le plus émissif

**Point 1 (2,50m)**  
Moy : 0,246 mg/m<sup>3</sup>

**Point 2bis (2,20m)**  
Moy : 0,148 mg/m<sup>3</sup>

**Point 2 (2,20m)**  
Moy : 0,222 mg/m<sup>3</sup>

**Point 3 (0,78m)**  
Moy : 0,364 mg/m<sup>3</sup>

**Point 4 (1,53m)**  
Moy : 0,094 mg/m<sup>3</sup>

**Point 5 (1,50m)**  
Moy : 0,129 mg/m<sup>3</sup>

**STOCKAGE**

**Identification du Point (Distance par rapport au point de référence)**  
Indice moyen lecture optique

## MESURES

Paramètres	Point fixe (émissivité machine)		Opérateur
	gravimétrique	optique	
Mesure	gravimétrique	optique	gravimétrique
Prélèvement sur cassette	oui	non	oui
Appareil en lecture directe	non	oui	non
Durée de la mesure (min.)	33	34	67
Mesure gravimétrique (mg/m <sup>3</sup> )	< 1,3 (LQ)*	SO	1,34 ± 0,33
Moyenne des enregistrements en lecture directe (indice)	SO	0,250	SO

\* cette valeur élevée est liée au calcul fait à partir de la limite de quantification de la masse de poussières et d'une durée très réduite de prélèvement.

*Avertissement : les résultats ont été obtenus dans un contexte propre à l'activité de l'entreprise pilote. Ces valeurs ne sont pas transposables sur une autre machine de ce type car le contexte serait forcément différent.*

## COMMENTAIRES

### Emissivité (procédé) :

La cartographie a porté sur uniquement cinq points en raison de l'emplacement de la machine dans l'atelier (proximité des murs sur trois côtés) et d'un encombrement important par les plateaux de chênes entreposés, pour le débit de ce jour, à proximité immédiate du poste de travail.

Le point présentant l'indice d'exposition le plus important (0,364 mg/m<sup>3</sup>) est le point n°3 (encadré en rouge) positionné à droite de la source d'émission sur l'axe horizontal, à 0,78 m de l'extrémité de la ligne de référence (qui correspond au parcours de la lame). C'est sur ce point qu'une mesure longue durée en point fixe a été réalisée.

La valeur de la mesure gravimétrique en point fixe (< 1,3 mg/m<sup>3</sup> (LQ)) ne nous permet pas de déterminer le niveau d'émissivité de la déligneuse car celle-ci est inférieure à la limite de quantification. Le temps s'est avéré trop court pour prélever suffisamment de poussières pour une analyse exploitable. Le résultat ne permet pas de confirmer le classement en classe 2 de la déligneuse mono-lame.

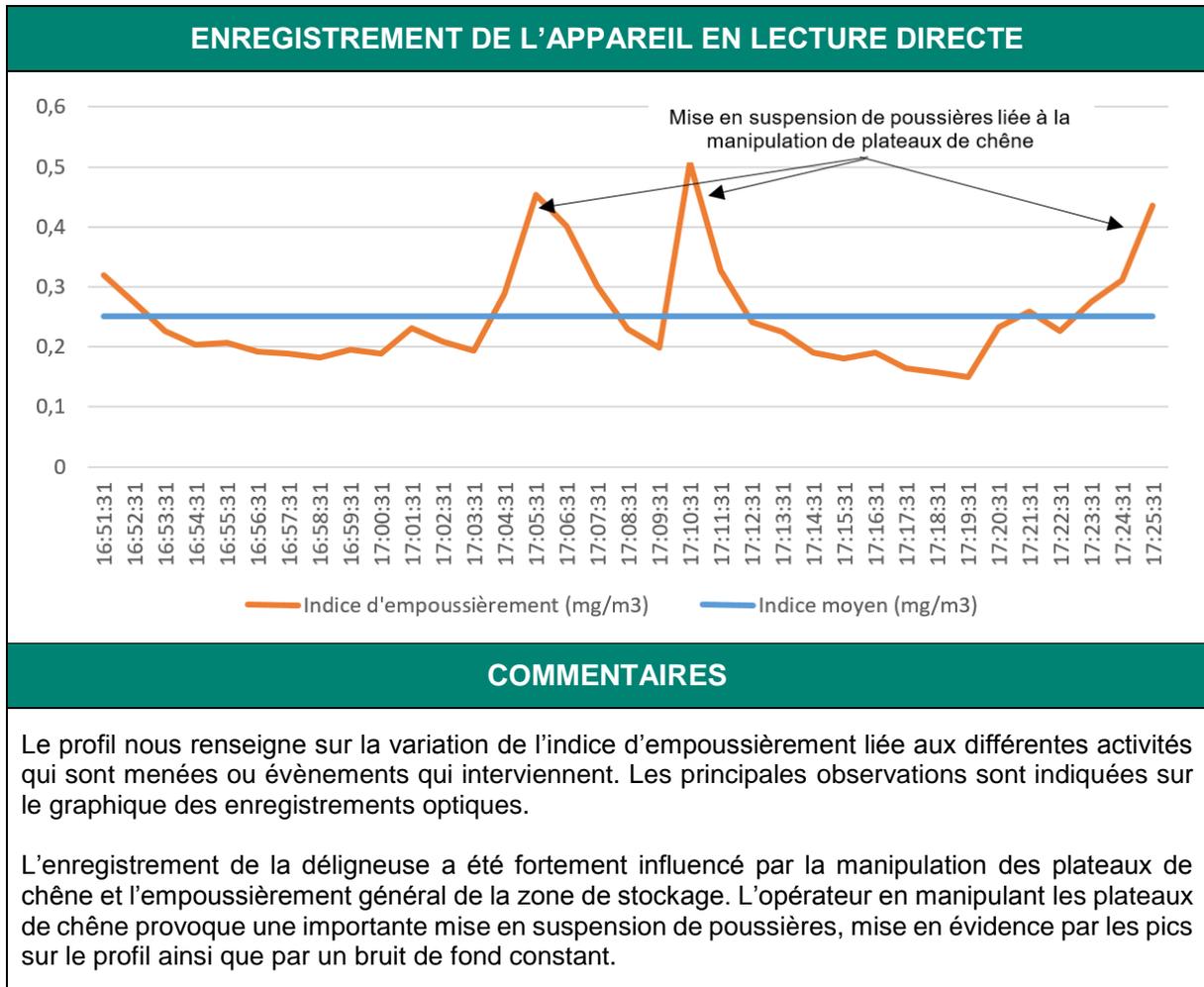
### Exposition (opérateur) :

L'opérateur choisi dans le stock le plateau de chêne à déligner. Il positionne ensuite la pièce sur la table de la déligneuse puis emmène le plateau et les délignures pour les tronçonner sur la scie radiale.

Bien que le prélèvement sur opérateur n'ait duré que 1 heure et 7 min, la valeur de la mesure gravimétrique (1,34 mg/m<sup>3</sup>) est forte, au-delà de la VLEP-8h. Cette importante exposition est expliquée par la manipulation de l'opérateur des plateaux (soulèvement, retournement, retombée) empoussiérés, mettant en suspension une quantité importante de poussières.

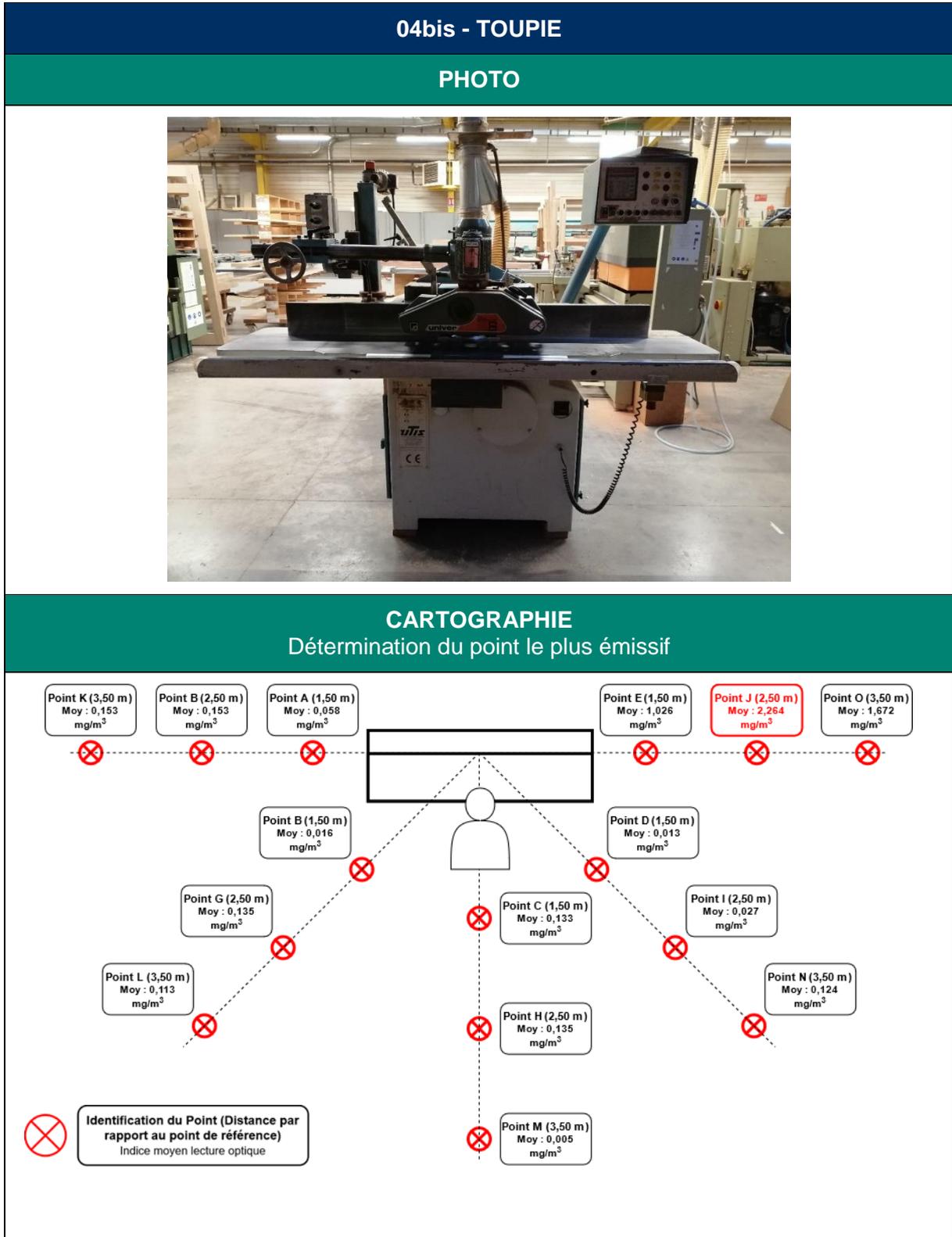
Le résultat traduit les différentes activités de l'opérateur qui ne se limitent pas à la déligneuse mono-lame.

### 5.1.2.2 Enregistrement par mesure optique de la déligneuse mono-lame



### 5.1.3 Toupie

#### 5.1.3.1 Fiche Procédé n° 04 bis - Toupie



## MESURES

Paramètres	Point fixe (émissivité machine)		Opérateur
	gravimétrique	optique	
Mesure	gravimétrique	optique	gravimétrique
Prélèvement sur cassette	oui	non	oui
Appareil en lecture directe	non	oui	non
Durée de la mesure (min.)	454	461	336
Mesure gravimétrique (mg/m <sup>3</sup> )	0,165 ± 0,047	SO	0,239 ± 0,064
Moyenne des enregistrements en lecture directe (indice)	SO	0,037	SO

*Avertissement* : les résultats ont été obtenus dans un contexte propre à l'activité de l'entreprise pilote. Ces valeurs ne sont pas transposables sur une autre machine de ce type car le contexte serait forcément différent.

## COMMENTAIRES

### Emissivité (procédé) :

Quinze points de mesures ont été réalisés autour de la toupie pour établir la cartographie, répartis sur cinq axes différents et à trois distances de la source d'émission (point de référence) de la toupie : 1,50 m, 2,50 m et 3,50 m.

Le point présentant l'indice d'exposition le plus important (2,264 mg/m<sup>3</sup>) est le point J (encadré en rouge) positionné à droite de la source d'émission sur l'axe horizontal à 2,50 m du point de référence. C'est sur ce point qu'une mesure longue durée en point fixe a été réalisée.

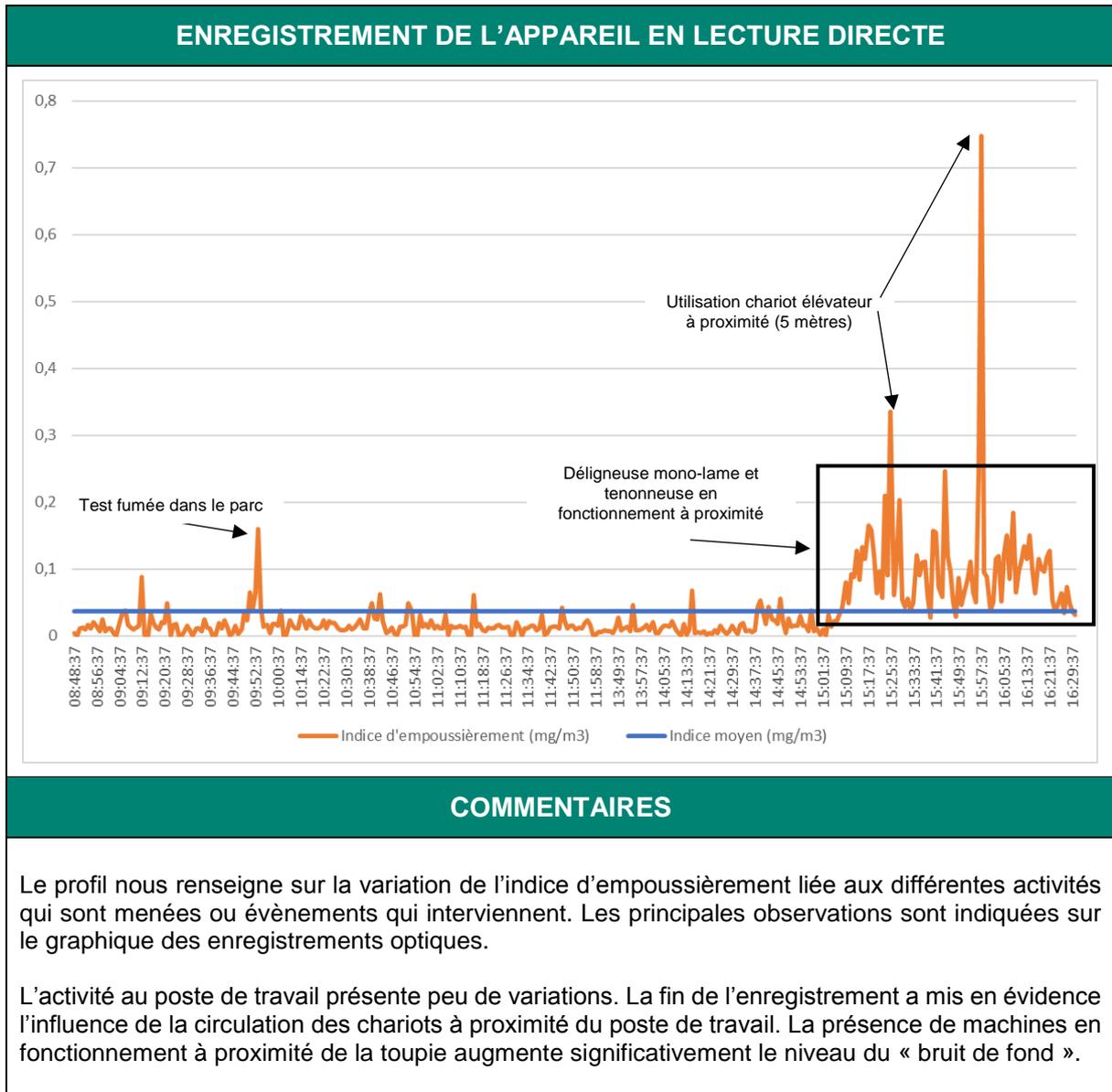
La valeur de la mesure gravimétrique en point fixe (0,165 mg/m<sup>3</sup>) traduit l'émissivité de la machine, repositionnant le procédé « toupie » de la classe 2 en classe 4 (moins émissive) dans la matrice PROPOBOIS.

### Exposition (opérateur) :

L'opérateur accompagne et guide la pièce sur la table de la toupie. Il est à l'écart de l'axe d'émissivité du procédé.

Le prélèvement sur opérateur a duré 5 heures et 36 min. La valeur de la mesure gravimétrique (0,239 mg/m<sup>3</sup>) est en deçà de la VLEP-8h.

### 5.1.3.2 Enregistrement par mesure optique de la toupie



### 5.1.4 Tenonneuse

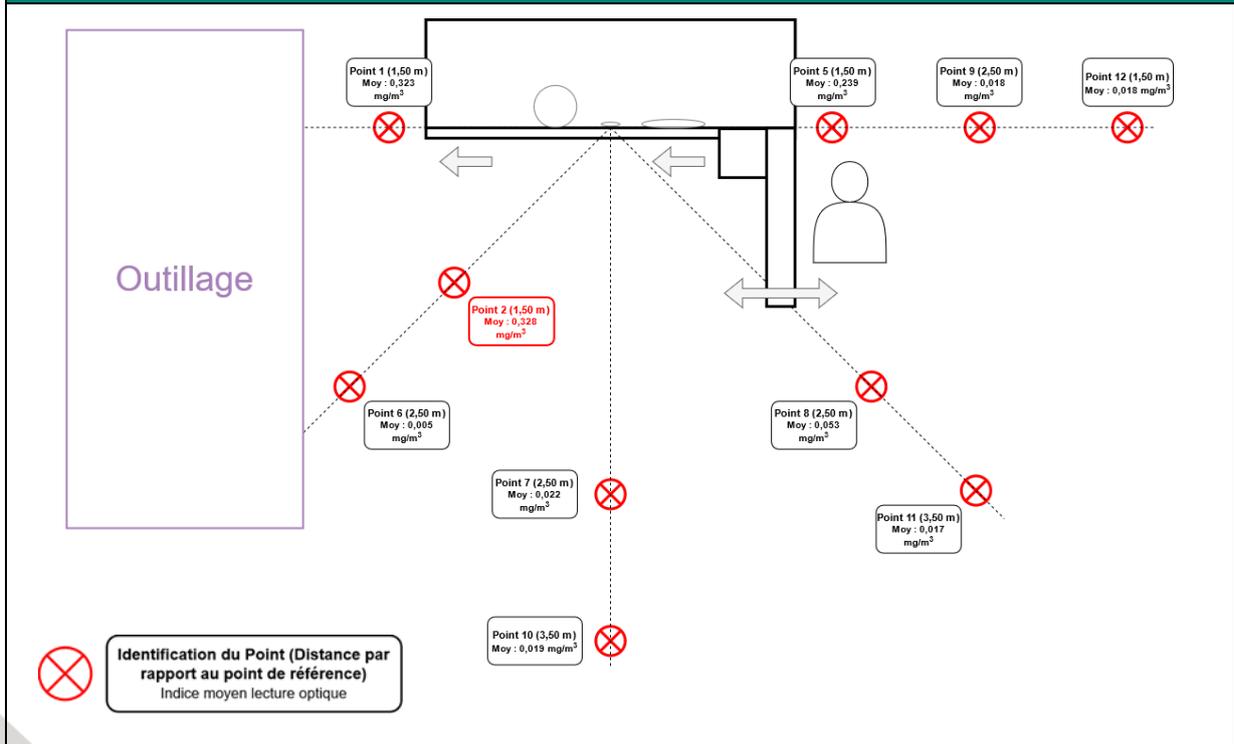
#### 5.1.4.1 Fiche Procédé n° 13 - Tenonneuse

## 13 - TENONNEUSE

### PHOTO



### CARTOGRAPHIE Détermination du point le plus émissif



## MESURES

Paramètres	Point fixe (émissivité machine)		Opérateur
	gravimétrique	optique	
Mesure	gravimétrique	optique	gravimétrique
Prélèvement sur cassette	oui	non	oui
Appareil en lecture directe	non	oui	non
Durée de la mesure (min.)	162	172	164
Mesure gravimétrique (mg/m <sup>3</sup> )	< 0,25 (LQ)	SO	0,52 ± 0,13
Moyenne des enregistrements en lecture directe (indice)	SO	0,035	SO

*Avertissement* : les résultats ont été obtenus dans un contexte propre à l'activité de l'entreprise pilote. Ces valeurs ne sont pas transposables sur une autre machine de ce type car le contexte serait forcément différent.

## COMMENTAIRES

### Emissivité (procédé) :

10 points de mesures ont été réalisés autour de la tenonneuse pour établir la cartographie, répartis sur 5 axes différents et à 3 distances de la source d'émission (pointe de référence) de la tenonneuse : 1,50 m, 2,50 m et 3,50 m. 5 points n'ont pas pu être réalisés en raison de l'environnement encombré du procédé : présence d'une armoire fixe à outillages à proximité et du guide de la machine.

Le point présentant l'indice d'exposition le plus important (0,328 mg/m<sup>3</sup>) est le point n°2 (encadré en rouge) positionné sur la première diagonale à 2,50 m du point de référence. C'est sur ce point que la mesure longue durée en point fixe a été réalisée.

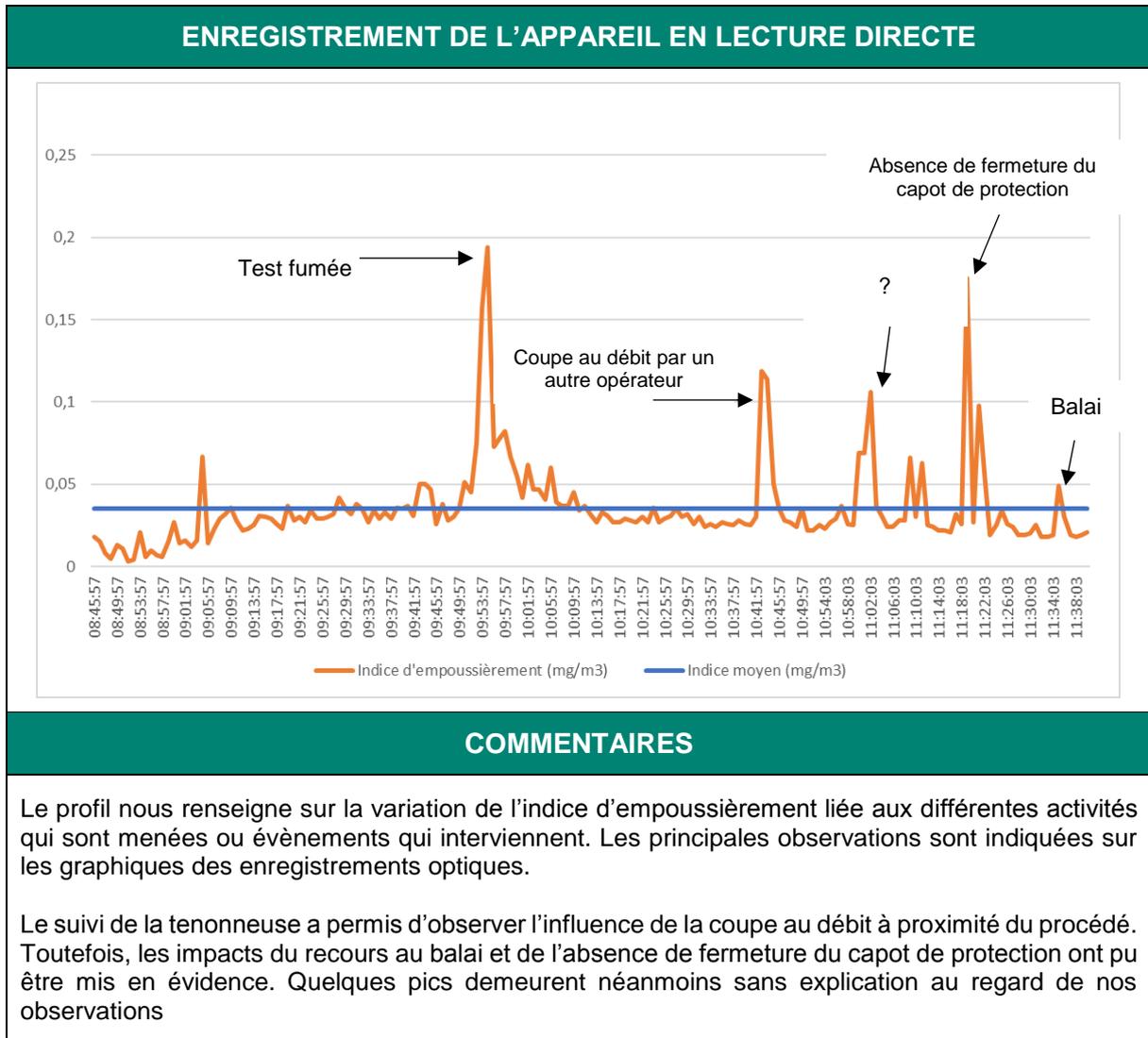
La valeur de la mesure gravimétrique en point fixe (< 0,25 mg/m<sup>3</sup> (LQ)) ne nous permet pas de déterminer le niveau d'émissivité de la tenonneuse car celle-ci est inférieure à la limite de quantification. Le temps s'est avéré trop court pour prélever suffisamment de poussières pour une analyse exploitable. Les données sont donc insuffisantes pour confirmer le classement en classe 3 de la tenonneuse.

### Exposition (opérateur) :

L'opérateur accompagne la pièce, grâce au guide de la tenonneuse, sur toute la longueur de la table du procédé. Plusieurs fois au cours de l'utilisation du procédé, l'opérateur ouvre le capot de protection pour changer les outils.

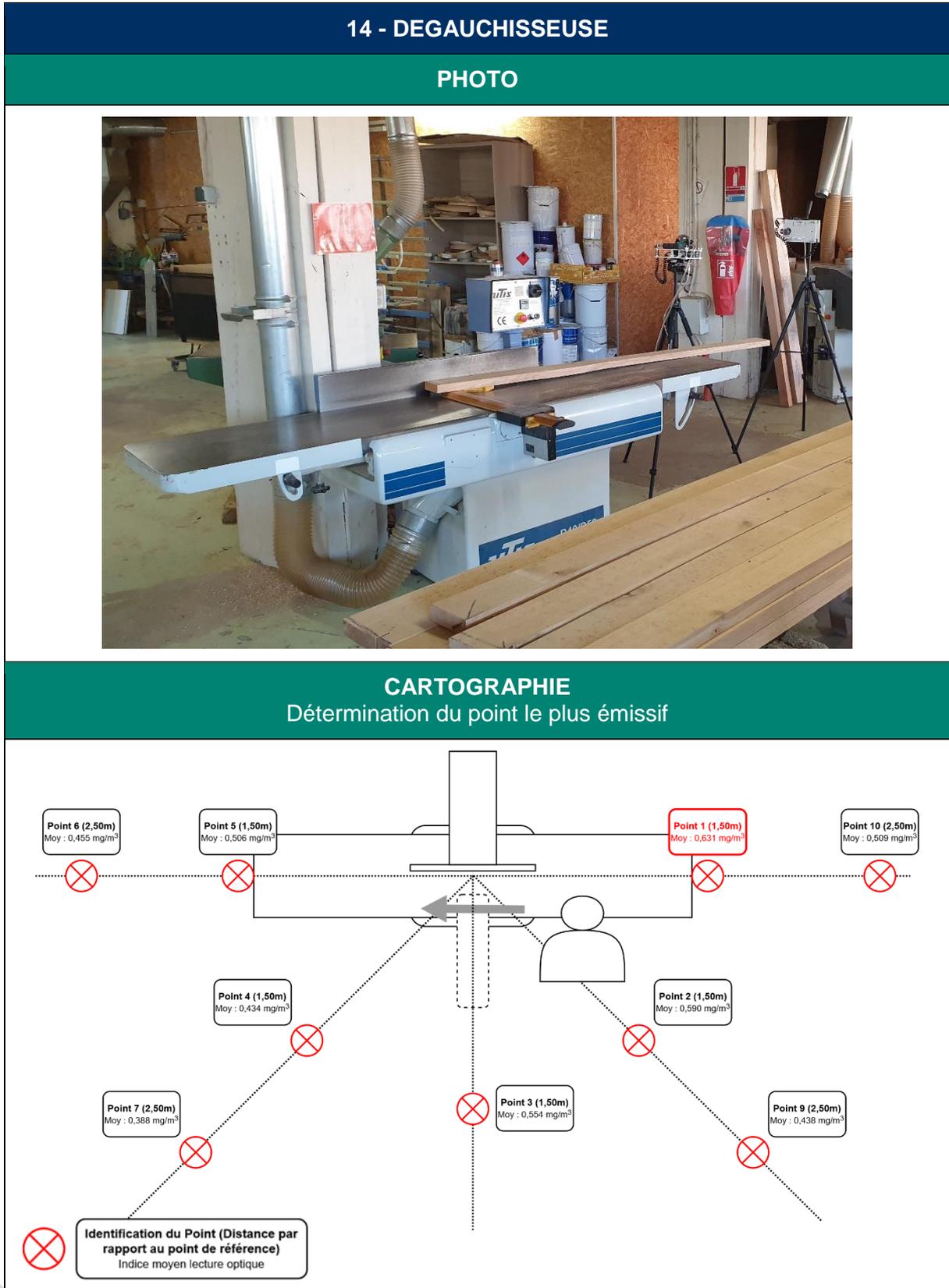
Le prélèvement sur opérateur a duré 2 heures et 44 min. La valeur de la mesure gravimétrique (0,52 mg/m<sup>3</sup>) est en deçà de la VLEP-8h mais difficilement interprétable en raison du faible temps de prélèvement.

### 5.1.4.2 Enregistrement par mesure optique de la tenonneuse



### 5.1.5 Dégauchisseuse

#### 5.1.5.1 Fiche Procédé n° 14 - Dégauchisseuse



## MESURES

Paramètres	Point fixe (émissivité machine)		Opérateur
	gravimétrique	optique	
Mesure	gravimétrique	optique	gravimétrique
Prélèvement sur cassette	oui	non	oui
Appareil en lecture directe	non	oui	non
Durée de la mesure (min.)	47	64	47
Mesure gravimétrique (mg/m <sup>3</sup> )	< 0,86 (LQ)	SO	< 0,86 (LQ)
Moyenne des enregistrements en lecture directe (indice)	SO	0,363	SO

*Avertissement* : les résultats ont été obtenus dans un contexte propre à l'activité de l'entreprise pilote. Ces valeurs ne sont pas transposables sur une autre machine de ce type car le contexte serait forcément différent.

## COMMENTAIRES

### Emissivité (procédé) :

9 points de mesures ont été réalisés autour de la dégauchisseuse pour établir la cartographie, répartis sur 5 axes différents et à 2 distances de la source d'émission (pointe de référence) de la dégauchisseuse : 1,50 m et 2,50 m.

Le point présentant l'indice d'exposition le plus important (0,631 mg/m<sup>3</sup>) est le point n° 1 (encadré en rouge) positionné à droite de la source d'émission sur l'axe horizontal à 1,50 m du point de référence. C'est sur ce point qu'une mesure longue durée en point fixe a été réalisée.

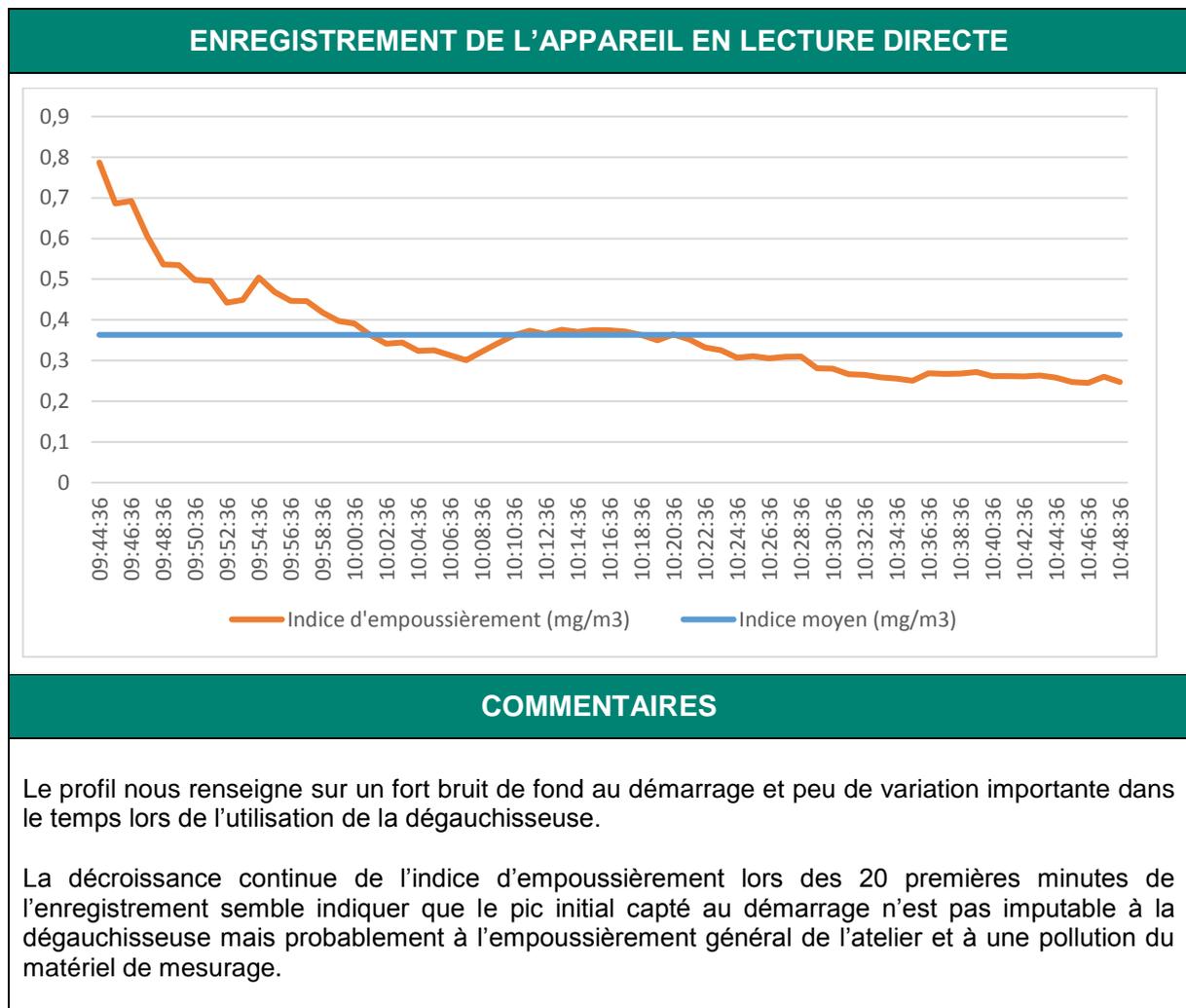
La valeur de la mesure gravimétrique en point fixe (< 0,86 mg/m<sup>3</sup> (LQ)) ne nous permet pas de déterminer le niveau d'émissivité de la dégauchisseuse car celle-ci est inférieure à la limite de quantification. Le temps de fonctionnement de la dégauchisseuse, trop réduit (46 min) n'a pas permis de prélever suffisamment de poussières pour une analyse exploitable. Le résultat ne permet pas de confirmer le classement en classe 4 de la dégauchisseuse.

### Exposition (opérateur) :

L'opérateur accompagne et guide la pièce sur la table de la dégauchisseuse.

La valeur de la mesure gravimétrique sur l'opérateur (< 0,86 mg/m<sup>3</sup> (LQ)) ne nous permet pas de déterminer le niveau d'exposition de l'opérateur car celle-ci est inférieure à la limite de quantification et le temps de travail est trop limité (47 min) pour être représentatif du poste.

### 5.1.5.2 Enregistrement par mesure optique de la dégauchisseuse



### 5.1.6 Mesure d'un poste d'assemblage

Dans l'entreprise 1, l'exposition d'un opérateur sur poste d'assemblage (hors activité de travail mécanique du bois) a été mesurée par prélèvement gravimétrique (conditions similaires à celles d'un contrôle réglementaire). Le résultat est donné dans le tableau ci-dessous :

<b>Paramètres</b>	<b>Opérateur</b>
<i>Prélèvement sur cassette</i>	oui
<i>Durée de la mesure (min.)</i>	362
<i>Mesure gravimétrique (mg/m<sup>3</sup>)</i>	0,331

Tableau 9 – Résultat de mesure d'un poste d'assemblage

Le prélèvement a été réalisé pendant 6 heures, durée suffisamment représentative pour caractériser l'exposition de ce poste. La valeur obtenue (0,331 mg/m<sup>3</sup>) est significative

puisqu'elle représente un tiers de la VLEP-8h pour un poste où l'exposition devrait être réduite compte tenu de l'absence *a priori* d'émission de poussières.

La mesure s'étant déroulée pendant les mesurages sur les procédés étudiés, il n'y a pas eu d'observation sur le poste d'assemblage, qui aurait pu permettre peut-être d'apporter quelque explication à la valeur mesurée.

## 5.2 Détermination de la classe d'émissivité des procédés étudiés

### 5.2.1 Analyse des résultats

La concentration en poussières mesurée par prélèvement gravimétrique en point fixe est comparée aux cinq classes d'émissivité définies dans PROPOBOIS, afin de caractériser le procédé :

- Classe 1 : supérieur ou égal à 0,75 mg/m<sup>3</sup>
- Classe 2 : de 0,50 mg/m<sup>3</sup> à 0,75 mg/m<sup>3</sup>
- Classe 3 : de 0,25 mg/m<sup>3</sup> à 0,50 mg/m<sup>3</sup>
- Classe 4 : de 0,10 mg/m<sup>3</sup> à 0,25 mg/m<sup>3</sup>
- Classe 5 : inférieur à 0,10 mg/m<sup>3</sup>

Les résultats sont les suivants :

Procédé étudié	Concentration en poussières au point fixe (mg/m <sup>3</sup> )	Classe d'émissivité	Classe initiale dans la matrice
Déligneuse mono-lame	< 1,3 (LQ)	non exploitable	Classe 2
Toupie	0,165	Classe 4	Classe 2
Tenonneuse	< 0,25 (LQ)	non exploitable	Classe 3
Dégauchisseuse	< 0,86 (LQ)	non exploitable	Classe 4

Tableau 10 – Résultats de mesures et classes d'émissivité

Seule la toupie présente un résultat exploitable permettant de la qualifier au regard des cinq classes d'émissivité. Initialement inscrite en classe 2, la toupie s'avère moins émissive et rejoint la classe 4 dans la matrice PROPOBOIS.

Pour les trois autres procédés, les résultats sont inférieurs à la limite de quantification (LQ), en raison d'une quantité trop faible de poussières collectées sur le filtre. Comme déjà évoqué plus haut, ceci est dû à la faible durée des mesures, en lien avec un temps de fonctionnement trop réduit des procédés.

La limite de quantification est basée sur une incertitude de 48 % en accord avec les dispositions de la norme NF EN 482 *Exigences générales concernant les performances des modes opératoires de mesurage des agents chimiques - Atmosphères des lieux de travail*. Pour des sources faiblement émissives, il est recommandé une durée minimale de prélèvement de 7h30 (source : ITGA), ce qui n'a pu être obtenu pour ces 3 procédés étudiés.

### 5.2.2 Matrice PROPOBOIS révisée

La matrice PROPOBOIS a été ainsi révisée à la lumière des résultats de l'étude :

		Matrice PROPOBOIS	Matrice PROPOBOIS révisée
		En <b>gras</b> : procédé étudié	En <b>gras italique</b> : procédé dont la classe initiale d'émissivité est modifiée. <b>(x)</b> : classe initiale
Classe d'émissivité	1	Défonceuse Ponceuse longues bandes Centre d'usinage non encoffré Scie radiale Scie à panneaux verticale Scie circulaire portative Scie à format Ponçage manuel	Défonceuse Ponceuse longues bandes Centre d'usinage non encoffré Scie radiale Scie à panneaux verticale Scie circulaire portative Scie à format Ponçage manuel
	2	<b>Déligneuse mono-lame</b> <b>Toupie</b> Scie circulaire à table Ponceuse portative Raboteuse	Déligneuse mono-lame Scie circulaire à table Ponceuse portative Raboteuse
	3	Perceuse à colonne Scie à ruban Mortaiseuse <b>Tenonneuse</b> Scie à panneaux horizontale Perceuse multi-broche	Perceuse à colonne Scie à ruban Mortaiseuse Tenonneuse Scie à panneaux horizontale Perceuse multi-broche
	4	<b>Dégauchisseuse</b> Déligneuse multi lame Ponceuse larges bandes Corroyeuse (4 faces)	Dégauchisseuse Déligneuse multi-lame Ponceuse larges bandes Corroyeuse (4 faces) <b>Toupie (2)</b>
	5	Plaqueuse de chant Travaux manuels avec ciseaux à bois Scie à affleurer Machines encoffrées	Plaqueuse de chant Travaux manuels avec ciseaux à bois Scie à affleurer Machines encoffrées

Tableau 11 – Matrice PROPOBOIS révisée

## 6 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La matrice PROPOBOIS, issue de l'étude éponyme, regroupe vingt-huit procédés de travail du bois, classés en fonction de leur émissivité (classes 1 à 5). Elle constitue le fondement de la méthode mise en application dans le guide pratique d'auto-évaluation du risque d'exposition aux poussières de bois [4]<sup>5</sup>.

L'objectif de la présente étude était de caractériser certains de ces procédés, afin de confirmer ou ajuster leur classement dans la matrice. Quatre procédés ont pu être étudiés au sein de deux entreprises. Le protocole de mesurage élaboré dans le cadre de l'étude PROPOBOIS a été repris, simplifié en réduisant le nombre matériel de mesures pour en faciliter la mise en œuvre sans pour autant perdre d'information.

Le choix des quatre procédés s'est fait à partir de l'analyse de plusieurs critères qui a conduit à retenir la déligneuse mono-lame, la toupie, la tenonneuse et la dégauchisseuse.

Les deux entreprises volontaires, l'une du secteur de la construction et l'autre du secteur de l'ameublement, ont été recommandées par leur organisation professionnelle respective. Les interventions sur site se sont déroulées dans un contexte de mobilisation et de coopération totale de chacune d'elles.

Pour autant, les contraintes du protocole de mesurage sont telles que certaines conditions, en particulier la durée minimale de travail sur les procédés étudiés, n'ont pu être réunies. Certains résultats, dont la concentration destinée à caractériser l'émissivité des procédés, n'ont pu être exploités, par défaut de quantification.

Les quatre procédés étudiés ont fait l'objet chacun d'une fiche « Procédé ».

Les mesures optiques en continu et les prélèvements sur opérateurs ont permis une analyse fine des postes étudiés et la proposition de pistes d'amélioration, qui sont décrites dans les rapports de diagnostic remis à chaque entreprise.

La matrice PROPOBOIS a été révisée sur la base des résultats, conduisant à la seule validation de la toupie, avec un reclassement vers un niveau moins émissif (classe 4) que celui qui avait été estimé (classe 2).

Remarque : Concernant la classe 6 (exposition indirecte) destinée à qualifier l'exposition du personnel non affecté directement au travail du bois (responsable de production ou chef d'atelier par exemple), il est proposé de la supprimer, l'exposition d'un opérateur n'étant pas comparable à l'émissivité d'un procédé.

En 2019, l'étude PROPOBOIS relevait dans ses conclusions l'influence possible sur l'exposition de deux facteurs, non pris en compte dans la constitution de la matrice : la distance de l'opérateur par rapport à la source d'émission et la durée de la phase de nettoyage du procédé. L'étude évoquait le principe d'une cotation pour ces deux facteurs, laquelle serait associée à un coefficient de pondération.

La méthode développée dans le guide [4] intègre, parmi les variables de calcul, le temps consacré par l'opérateur sur les actions de nettoyage. En revanche, la distance de l'opérateur par rapport à la source d'émission n'est pas prise en compte et nécessiterait une étude

---

<sup>5</sup> Guide composé d'un manuel et d'un outil de calcul (numérisation de fichier Excel initial). Ces documents sont à la disposition des professionnels, téléchargeables sur les sites Internet du CODIFAB et de l'OPPBTB, ainsi que via le site Internet de FCBA.

spécifique, pour confirmer la pertinence de ce facteur et l'intégrer le cas échéant dans la méthode.

D'autres éléments de réflexion sont apparus au cours de la présente étude.

La question de l'influence de la nature du matériau (bois massif, bois collé de type panneau de particules ou OSB, panneaux de fibres, essences de bois...) est récurrente au contact de nos interlocuteurs dans les entreprises, les opérateurs nous faisant part de leurs observations et de leur expérience du métier.

Nous-mêmes avons pu constater, à l'occasion de mesurages sur certains postes de travail, des disparités sur le niveau d'émissivité selon que le matériau travaillé était de nature différente.

D'autre part, la méthode développée dans le guide [4] nécessiterait, pour en garantir la robustesse, d'être éprouvée par plusieurs cas d'études issus de situations concrètes, afin d'en consolider les principes de calcul et le contenu de la matrice.

Les indicateurs de téléchargement et le taux de retour modeste de la part des utilisateurs (une adresse électronique et un numéro de téléphone sont mentionnés dans le guide pour formuler toute question ou avis sur l'outil) ne suffisent pas à engager une démarche d'amélioration, ni même de suivi. Le développement d'une version web de l'outil d'auto-évaluation du risque d'exposition aux poussières de bois permettra probablement d'avoir un retour plus important du comportement des utilisateurs face à l'outil/la méthode proposée.

Enfin, la présente étude a montré, par les difficultés rencontrées pour disposer des conditions requises pour les mesures, les limites de l'exercice. A l'évidence, le protocole ne permettra pas de caractériser l'ensemble des procédés de la matrice tel que souhaité initialement, en raison d'une part de la faible fréquence d'utilisation de bon nombre de procédés (beaucoup de machines sont utilisées ponctuellement dans les ateliers en fonction des besoins de la production, ce qui ne répond pas aux conditions du protocole), et d'autre part de la faible émissivité qui caractérise certains procédés, rendant d'autant plus difficile l'obtention de résultats de prélèvement quantifiés et exploitables.

A la lumière de ces constats, les perspectives d'évolution de la matrice PROPOBOIS reposent, nous semble-t-il, sur deux aspects principaux que sont la consolidation de la méthode et l'étude de l'influence du matériau sur l'émissivité des procédés, cela dans la continuité toujours des études antérieures.

## 7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### Textes réglementaires et normatifs

[1] 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.

[2] 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).

[3] 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

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

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

[6] 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.

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

[8] 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.

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

[10] 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

[11] Document n° ED6221, déc. 2015, Edition INRS.