

**La qualité de l'air  
des scieries du Québec  
et son impact  
sur la santé des travailleurs :  
influence des sites de travail  
et des essences de bois  
sur la qualité de l'environnement**



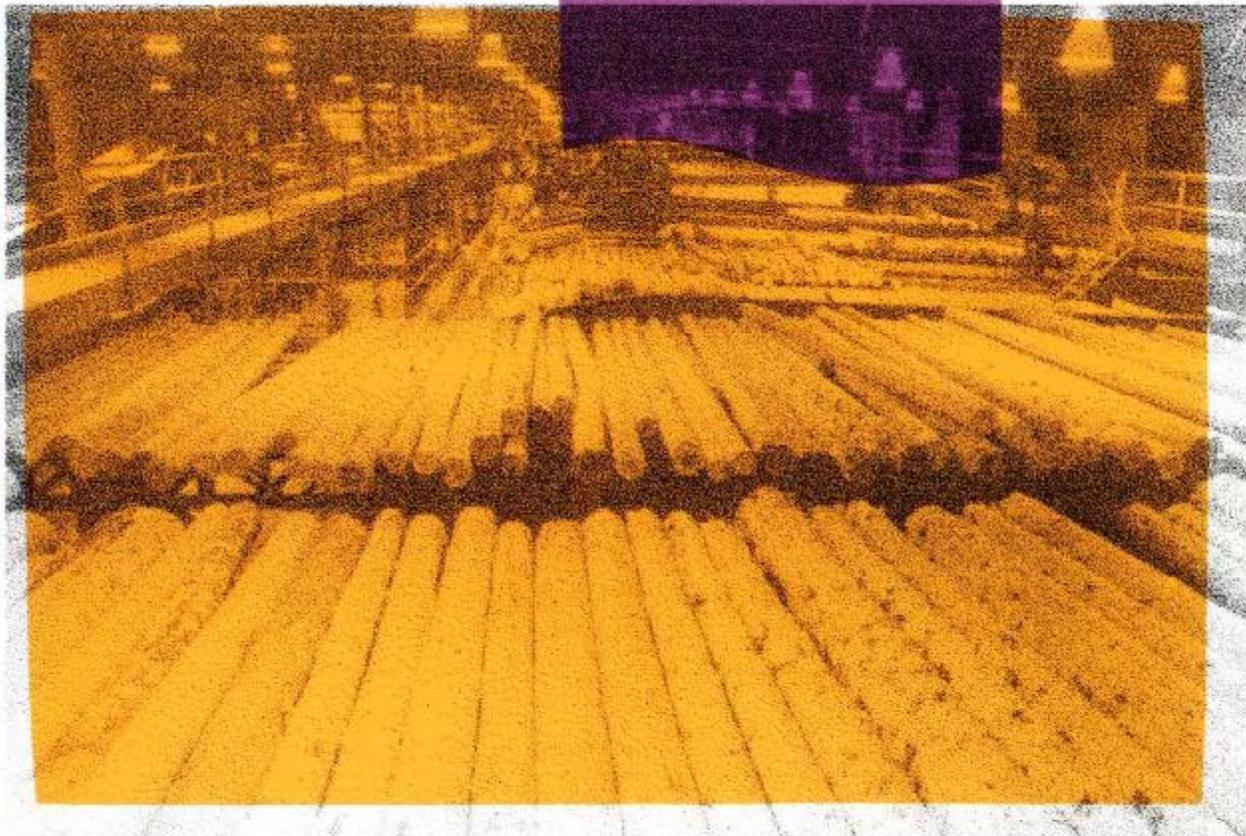
**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

Caroline Duchaine  
Anne Mériaux  
Gaétane Racine-Bédard  
Serge Simard  
Yvon Cormier

R00T 1999

R-224

**RAPPORT**



## La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et subventionne des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut, en téléphonant au 1-877-221-7046.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications ou gratuitement sur le site de l'Institut.

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec  
1999

IRSST - Direction des communications  
505, boul. de Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : (514) 288-1551  
Télécopieur : (514) 288-7636  
[publications@irsst.qc.ca](mailto:publications@irsst.qc.ca)  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche Robert-Sauvé  
en santé et en sécurité du travail  
Août 1999.

**La qualité de l'air  
des scieries du Québec  
et son impact  
sur la santé des travailleurs:  
influence des sites de travail  
et des essences de bois  
sur la qualité de l'environnement**

Caroline Duchaine, Anne Mériaux, Gaétane Racine-Bédard,  
Serge Simard et Yvon Cormier,  
Centre de pneumologie de l'Hôpital Laval, Université Laval

**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

**RAPPORT**

## TABLE DES MATIERES

<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>IV</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>V</b>
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Contaminants de l'air des scieries. ....	1
1.2 Problèmes de santé respiratoire chez les travailleurs de scieries: état des connaissances ..	2
<b>2 OBJECTIFS DE RECHERCHE: GENERAUX ET SPECIFIQUES .....</b>	<b>5</b>
2.1 Déterminer la microflore de l'air des scieries selon le poste de travail .....	5
2.2 Évaluer l'impact de la région géographique, de l'essence de bois manipulée, du poste de travail et de la taille de l'industrie sur la microflore .....	6
2.3 Étudier la santé des travailleurs des scieries du Québec .....	6
<b>3. MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>6</b>
3.1 Choix des scieries et des sites d'échantillonnage.....	6
3.1.1. Utilisation des données de l'ASSIFQ et regroupement des régions .....	6
3.1.2 Période d'échantillonnage et sélection des travailleurs.....	9
3.1.3 Fonctionnement des scieries et cheminement du bois .....	10
-Fonctionnement pour la majorité des scieries .....	10
-Exceptions .....	11
3.2 Analyses environnementales.....	11
3.2.1. Caractéristiques physiques des scieries.....	11
3.2.2. Sites d'échantillonnage.....	12
3.2.3. Analyse de la poussière inhalable (poids sec).....	12
3.2.4. Échantillonnage des micro-organismes et des endotoxines .....	13
-Milieus de culture utilisés .....	13

-Échantillonnage de l'air pour les micro-organismes .....	13
3.2.5. Traitement des échantillons.....	14
-Échantillons d'Andersen .....	14
-Barboteur AGI-30 .....	14
3.2.6 Mesure des endotoxines.....	15
3.2.7. Identification.....	15
-Levures,.....	15
-Moisissures.....	15
3.2.8. Préparation des extraits antigéniques pour la mesure d'anticorps .....	16
<b>3.3Évaluation des travailleurs .....</b>	<b>16</b>
3.3.1 Questionnaire.....	16
3.3.2 Fonctions pulmonaires .....	16
3.3.3 Tests d'allergie .....	17
3.3.4 Prise de sang,.....	17
3.3.5 Dosage des IgG spécifiques .....	17
<b>3.4 Analyse statistique.....</b>	<b>18</b>
<b>4. RESULTATS.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Environnement.....</b>	<b>19</b>
4.1.1. Identification des moisissures .....	23
4.1.2 Choix des antigènes majoritaires ou importants pour l'analyse de la santé des travailleurs .....	35
<b>4.2 Santé des travailleurs.....</b>	<b>36</b>
4.2.1 Questionnaire.....	36
4.2.2 Fonctions respiratoires.....	38
4.2.3 Tests cutanés .....	39
4.2.4 Anticorps.....	41
<b>4.3 Relations santé - environnement.....</b>	<b>45</b>
<b>5. DISCUSSION .....</b>	<b>46</b>
Analyses comparatives des sites: sapin/épinette,.....	46
Moisissures.....	46

Actinomycètes thermophiles .....	47
Poussière inhalable .....	48
Température et humidité extérieures.....	49
Santé des travailleurs.....	49
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>51</b>
<b>7. APPLICABILITE DES RESULTATS .....</b>	<b>51</b>
<b>8. SUIVI ET RETOMBEEES EVENTUELLES .....</b>	<b>52</b>
<b>9. REMERCIEMENTS.....</b>	<b>52</b>
<b>10. LISTE DES ARTICLES SCIENTIFIQUES ET COMMUNICATIONS .....</b>	<b>53</b>
10.1 Articles scientifiques publiés, soumis et en préparation .....	53
10.2 Communications.....	53
<b>11. REFERENCES .....</b>	<b>54</b>
<b>12. FIGURES .....</b>	<b>57</b>

## Liste des tableaux

TABLEAU 1: DONNEES DE L'ASSIFQ CONCERNANT LES SCIERIES DISPONIBLES AFIN DE PARTICIPER A L'ETUDE ENVIRONNEMENTALE ET DE SANTE DES TRAVAILLEURS.	7
TABLEAU 2: REGROUPEMENT DES DIFFERENTES REGIONS GEOGRAPHIQUES.	8
TABLEAU 3: LISTE DES SCIERIES, REGIONS GEOGRAPHIQUES, NOMBRE DE TRAVAILLEURS, DATE DE LA VISITE, UTILISATION D'UN FOUR ET TEMPERATURE DU FOUR (SI DISPONIBLE) POUR CHACUNE DES ESSENCES DE BOIS ETUDIEES.	9
TABLEAU 4: VALEURS MEDIANES ET ETENDUE DES DONNEES POUR LES MOISSURES CULTIVEES SUR LES 3 MILIEUX DE CULTURE RB, SDA ET CZA (UFC/M3), ACTINOMYCETES THERMOPHILES (UFC/M3), POUSSIERE INHALABLE (MG/M3) ET ENDOTOXINES (UE/M3) ET VALEUR MOYENNE ET ECART-TYPE POUR LES BACTERIES (UFC/M <sup>3</sup> ).	21
TABLEAU 5: MOYENNES (ECART-TYPE) DES MOISSURES (RB, SDA ET CZA), ACTINOMYCETES THERMOPHILES (UFC/M3), POUSSIERE INHALABLE (MG/M3) ET ENDOTOXINES (UE/M3) ET LES BACTERIES MESOPHILES (UFC/M3) DANS LES SCIERIES UTILISANT DU PIN, BOULEAU, CEDRE OU CHENE.	22
TABLEAU 6: MOISSURES DU GENRE <i>PENICILLIUM</i> AUX SITES D'ECORCAGE POUR TOUTES LES SCIERIES. ★=PRESENT, ☆= MAJORITAIRE.	25
TABLEAU 7: MOISSURES (AUTRES QUE <i>PENICILLIUM</i> ) AUX SITES D'ECORCAGE POUR TOUTES LES SCIERIES. ★ =PRESENT, ☆ = MAJORITAIRE.	26
TABLEAU 8: MOISSURES DU GENRE <i>PENICILLIUM</i> AUX SITES DE SCIAGE POUR TOUTES LES SCIERIES. ★=PRESENT, ☆= MAJORITAIRE.	27
TABLEAU 9: MOISSURES (AUTRES QUE <i>PENICILLIUM</i> ) AUX SITES DE SCIAGE POUR TOUTES LES SCIERIES. ★=PRESENT, ☆= MAJORITAIRE.	28
TABLEAU 10: MOISSURES DU GENRE <i>PENICILLIUM</i> AUX SITES DE TRIAGE POUR TOUTES LES SCIERIES. ★=PRESENT, ☆ = MAJORITAIRE.	29
TABLEAU 11: MOISSURES (AUTRES QUE <i>PENICILLIUM</i> ) AUX SITES DE TRIAGE POUR TOUTES LES SCIERIES. ★=PRESENT, ☆ = MAJORITAIRE.	30
TABLEAU 12: MOISSURES DU GENRE <i>PENICILLIUM</i> AUX SITES DE PLANAGE POUR TOUTES LES SCIERIES. ★=PRESENT, ☆ = MAJORITAIRE.	31
TABLEAU 13: MOISSURES (AUTRES QUE <i>PENICILLIUM</i> ) AUX SITES DE PLANAGE POUR TOUTES LES SCIERIES. ★ =PRESENT, ☆ = MAJORITAIRE.	32
TABLEAU 14: MOISSURES RETROUVEES A CHACUN DES SITES, POUR TOUTES LES SCIERIES. SOULIGNE= MAJORITAIRE.	33
TABLEAU 15. ASPECT DEMOGRAPHIQUE DES TRAVAILLEURS ETUDIES.	36

TABLEAU 16. RESULTATS DES REPONSES AU QUESTIONNAIRE DES TRAVAILLEURS AVEC SYMPTOMES RESPIRATOIRES ET LIENS DE CERTAINS DE CES SYMPTOMES AVEC LE TRAVAIL.	37
TABLEAU 17. PREVALENCE DE BRONCHITE CHRONIQUE SELON L'HISTOIRE TABAGIQUE.	38
TABLEAU 18. NOMBRE ET % DE REACTIONS POSITIVES POUR CHAQUE ALLERGENE TESTE.	39
TABLEAU 19. FREQUENCE DES TESTS CUTANES POSITIFS POUR LES ALLERGENES DE DIFFERENTES ESSENCES DE BOIS EN RELATION AVEC L'ESSENCE DE BOIS UTILISE DANS LA SCIERIE OU LE TRAVAILLEUR EST EMPLOYE.	40
TABLEAU 20. FREQUENCE DE LA REACTION ANTIGENIQUE POUR L'ENSEMBLE DES TRAVAILLEURS EN FONCTION DES CINQ ANTIGENES PRINCIPAUX.	42
TABLEAU 21. FREQUENCE DE POSITIVITE A UN OU PLUSIEURS ANTIGENES	43
TABLEAU 22. COEFFICIENTS DE CORRELATION DE PEARSON (R) ENTRE LES FONCTIONS RESPIRATOIRES ET CERTAIN PARAMETRES DE L'ENVIRONNEMENT.	45

## Liste des figures

FIGURE 1: BACTERIES MESOPHILES (UFC/M3) (MOYENNE $\pm$ ECART TYPE) POUR LES SITES D'ECORÇAGE, SCIAGE, TRIAGE ET PLANAGE. SÉ= SAPIN/EPINETTE; BO=BOULEAU; CE=CEDRE; PI=PIN; CH=CHENE.	58
FIGURE 2: MOISSURES MESOPHILES SUR ROSE BENGAL AGAR (UFC/M3) (MOYENNE $\pm$ ECART TYPE) POUR LES SITES D'ECORÇAGE, SCIAGE, TRIAGE ET PLANAGE. SÉ= SAPIN/EPINETTE; BO=BOULEAU; CE=CEDRE; PI=PIN; CH=CHENE.	59
FIGURE 3: POUSSIERE INHALABLE (MG/M3) (MOYENNE $\pm$ ECART TYPE) POUR LES SITES D'ECORÇAGE, SCIAGE, TRIAGE ET PLANAGE. SÉ= SAPIN/EPINETTE; BO=BOULEAU; CE=CEDRE; PI=PIN; CH=CHENE.	60
FIGURE 4: UNITES D'ENDOTOXINES (UE/M3) (MOYENNE $\pm$ ECART TYPE) POUR LES SITES D'ECORÇAGE, SCIAGE, TRIAGE ET PLANAGE. SÉ= SAPIN/EPINETTE; BO=BOULEAU; CE=CEDRE; PI=PIN; CH=CHENE.	61
FIGURE 5. COMPARAISON DES CVF, VEMS ET TIFF DES TRAVAILLEURS POUR CHAQUE SCIERIE. LES COLONNES AVEC LETTRES DIFFERENTES SONT STATISTIQUEMENT DIFFERENTES.	62
FIGURE 6. REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE L'INTENSITE ET DE LA SPECIFICITE DE LA REACTION ANTIGENIQUE DANS L'ENSEMBLE DES SERUMS POSITIFS.	63
FIGURE 7. COMPARAISON DU % DE SERUMS POSITIFS PAR RAPPORT AUX DIFFERENTS ANTIGENES, SELON L'INTENSITE DE LA REACTION ET LES SCIERIES.	64

# 1. Introduction

Le secteur forestier, avec plus de 30 000 travailleurs, constitue une des principales industries primaires et secondaires au Québec. Cette industrie comprend tous les procédés: de l'abattage des arbres en forêt jusqu'au produit fini et le sciage du bois est une étape importante de ce processus. Douze mille travailleurs œuvrent dans les scieries du Québec dont les revenus annuels se situent à environ \$2 milliards (ressource et industrie forestières, Québec 1993). Travailler dans une scierie comporte certains risques potentiels pour la santé. Parmi ceux-ci, il y a des risques d'accidents de diverses natures, des problèmes auditifs dus aux bruits, des réactions cutanées, un risque élevé de cancer (Flehsig et Nedo, 1990), et finalement des atteintes respiratoires secondaires à l'inhalation de poussières organiques présentes dans les scieries (Belin, 1987; Wimander et Belin, 1980). Le présent projet s'adresse à ce dernier volet, soit la santé respiratoire et le travail en scierie.

## 1.1 Contaminants de l'air des scieries

Le bois est un support favorable au développement des moisissures et bactéries qui sont aéroportées lors de la manutention ou de la transformation (écorçage, sciage...). Les poussières du bois sont dispersées dans l'air au cours des divers procédés: sciage, planage. Les contaminants micro-biologiques du bois colonisent fréquemment l'écorce lors de l'entreposage. La microflore des billots de bois entreposés fut décrite par Dutkiewicz (Dutkiewicz, 1989). Lors de la transformation et de la manutention de ce bois, les travailleurs sont alors exposés à des hauts taux de bactéries et moisissures potentiellement toxiques. Les moisissures les plus fréquemment rencontrées dans les billots de bois sont *Sporotrichum chlorinum*, *Trichoderma viride*, *Penicillium* spp., *Aspergillus repens*, *Alternaria tenuis* et certaines levures et jusqu'à 2000 µg d'endotoxines furent retrouvées par gramme de bois.

Dans la même étude, Dutkiewicz (Dutkiewicz, 1989) a démontré que les contaminants aériens varient d'un type d'usine à un autre selon l'activité effectuée.

Par exemple, des taux très élevés de bactéries à Gram-négatif ( $2,1 \times 10^4$  UFC/ m<sup>3</sup> d'air) ont été retrouvés dans une usine au poste de première coupe (first-cut frame sawing) tandis que dans une autre usine traitant du bois détérioré (waste wood) ce sont les moisissures qui sont retrouvées en quantité très importante (plus de  $6,5 \times 10^4$  UFC/ m<sup>3</sup> d'air). D'après ces données, il fut proposé que l'écorce des arbres est une source importante de contaminants (Comtois 1991) et que les activités de manipulation du bois impliquant l'écorce sont les plus dommageables pour la qualité de l'air et que les moisissures autant que les bactéries à Gram-négatif doivent être considérées comme des dangers dans les industries du bois.

### ***1.2 Problèmes de santé respiratoire chez les travailleurs de scieries: état des connaissances***

Les travailleurs œuvrant dans les scieries sont exposés à divers contaminants aériens: poussières organiques, moisissures, bactéries, endotoxines et autres produits pouvant causer des allergies.

L'exposition à des taux élevés de contaminants aériens fut décrite maintes fois comme responsable de divers troubles respiratoires ou allergiques. Des taux élevés de moisissures présents dans l'air des scieries ( $10^2$  à  $10^8$  UFC/m<sup>3</sup> d'air) furent mesurés (Terho et al, 1980; Jäppinen et al, 1987) et jusqu'à  $10^9$  UFC de bactéries/m<sup>3</sup> d'air (Dutkiewicz, 1989). Parmi les agents probablement présents et potentiellement allergènes, il y a les actinomycètes thermophiles (*Saccharopolyspora rectivirgula* (Terho et al, 1980) *Saccharomonospora viridis* (Greene et al, 1981)) qui se développent dans le matériel biologique qui subit un réchauffement.

Trois maladies d'ordre allergique respiratoire peuvent être associées à l'exposition aux contaminants dans les scieries: l'asthme professionnel, la rhinite et l'alvéolite allergique. Au Québec, Malo et collaborateurs ont décrit l'asthme professionnel dans les scieries par réactions aux pollens d'arbre (Malo et al, 1986). L'asthme dû au cèdre rouge fut décrit (Chan-Yeung et al, 1973) ainsi qu'au bois d'ébène (Maestrelli et al, 1985). La poussière de bois en elle-même peut provoquer

des irritations nasales et des autres muqueuses. Certaines des atteintes causées par la poussière de bois sont dues à un effet toxique des composantes du bois mais d'autres sont causées par des réactions allergiques (Halpin et al, 1994).

Wimander et Belin ont étudié l'alvéolite allergique pour la première fois dans les scieries (Wimander et Belin, 1980) Parmi 32 travailleurs étudiés, 6 avaient déjà souffert de fièvre durant les mois précédant l'étude et de douleurs musculaires, de toux lorsque le bois moisi était trié et manipulé et 22 possédaient des anticorps (précipitines) dirigés contre *Rhizopus*, *Mucor* (5 des 6 travailleurs symptomatiques étaient positifs pour ces deux antigènes), *Candida*, *Pullularia* et *Penicillium* majoritairement. Les contaminants majeurs décrits lors de ces travaux furent *Rhizopus rhizopodiformis*, *Paecilomyces variotii* et *Aspergillus fumigatus*. Trois de ces 6 travailleurs démontraient des signes de bronchite chronique. Une étude plus récente effectuée par la même unité de recherche (Belin, 1987) a démontré que plus de 50% des travailleurs du bois qui étaient exposés à des taux élevés de *Rhizopus* ( $>10^6$  UFC/m<sup>3</sup> d'air) possédaient des anticorps précipitants dirigés contre ce genre et contre *Aspergillus fumigatus* et *Mucor* sp. Les symptômes de douleurs musculaires, de malaises et de fièvre étaient présents chez 10 à 20% des travailleurs lors des expositions les plus élevées ( $10^7$  UFC/m<sup>3</sup> d'air de *Rhizopus*).

Les autres industries du bois ont aussi été la source de recherches concernant l'alvéolite allergique comme dans le cas des bûcherons (Dykewicz et al, 1988) où une alvéolite allergique fut développée par contact au *Penicillium* sp. présent dans les morceaux de bois manipulé. Le patient atteint réagissait au test cutané (Prick) pour *Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* et *Sporobolomyces* ainsi qu'aux essences d'arbres (érable, chêne, frêne et sureau). D'après un dosage des IgG par ELISA, il fut possible de déterminer la nature des anticorps spécifiques (IgG): le patient était positif contre *Aspergillus* de façon plus importante que les asthmatiques possédant un test cutané positif pour *Aspergillus*. Une étude effectuée en 1986 a permis de corréler l'exposition à *Rhizopus* et les fonctions respiratoires (Hedenstierna et al, 1986). Les auteurs ont conclu que

l'exposition prolongée et massive au bois pourri peut mener à des symptômes pulmonaires restrictifs.

D'autre part, l'alvéolite allergique extrinsèque est connue, chez les travailleurs du bois, comme étant causée par des moisissures: *Cryptostroma corticale* (moisissure de l'érable) (Emanuel et al, 1966), *Penicillium frequentans* (subérose) et *Alternaria* et *Penicillium* (sequoiose), et dans le cas des scieries, des cas d'alvéolite allergique extrinsèque causées par le contact avec le bois pourri et les sciures, en l'occurrence, les espèces visées sont *A. fumigatus*, *Mucor* et *Penicillium* (Flechsig et Nedo, 1990).

Eduard (Eduard, 1993) a également décrit les taux d'exposition des travailleurs de bois aux spores de moisissures en relation avec les symptômes. Les travailleurs de Scieries en Norvège possédaient des anticorps (IgG) spécifiques à *Paecilomyces variotii* et *Rhizopus microsporus* (deux principaux contaminants retrouvés) et ces IgG étaient proportionnels au taux d'exposition. Ces anticorps peuvent donc être utilisés comme estimateurs du taux d'exposition (Eduard et al, 1992). Cet auteur a démontré que l'exposition à *Rhizopus microsporus* peut causer plusieurs symptômes respiratoires chez les travailleurs de bois (Eduard, 1993).

En 1967, une étude décrivant la sequoiose (Cohen et al, 1967) a démontré que cette affection touchant les travailleurs en contact avec la poussière de bois et de moisissures, plus particulièrement *Penicillium*, *Trichoderma*, *Graphium* et *Aureobasidium pullulans* semble causée plus par ces moisissures que par les particules de bois elles-mêmes.

Certaines souches d'*Aspergillus fumigatus* isolées des scieries furent démontrées comme produisant des mycotoxines pouvant avoir un effet sur l'humain (Land et al, 1987).

Au Québec, les informations disponibles concernant la santé des travailleurs des scieries et les contaminants aériens de ces établissements sont limitées. Malo et collaborateurs ont étudié l'asthme à la poussière de bois chez les travailleurs des scieries du Québec (Malo et al, 1986). Plusieurs travailleurs ont démontré une

réaction atopique envers certains pollens d'arbres et moisissures sans que toutefois soit possible la démonstration d'une relation cause à effet concernant certains travailleurs asthmatiques. Ces travailleurs n'avaient cependant pas de réponse à la provocation spécifique à la poussière de bois prélevée dans les scieries où ils travaillaient. A la recherche de l'agent causal des affections des atteintes d'asthme ou d'allergie, le Dr Paul Comtois a effectué une étude environnementale dans 4 scieries du Québec. *Penicillium glabrum* est l'espèce qui fut retrouvée comme majoritaire dans l'air des scieries, surtout à l'écorçage (Comtois, sommaire du projet de recherche subventionné par l'IRSST). Cette étude a fait état des contaminants dans 4 scieries du Québec.

Les résultats obtenus dans les scieries du Québec sont très différents de ceux publiés par les pays européens (nature des contaminants, incidence de l'asthme et de l'alvéolite allergique). Nous avons voulu éclaircir la nature et les taux de contaminants des scieries en fonction des types d'essence et du type de scieries et surtout de documenter les atteintes respiratoires, plus particulièrement l'alvéolite allergique et l'allergie de type 1 (atopie) chez les travailleurs québécois.

## **2. Objectifs de recherche: généraux et spécifiques**

### ***2.1 Déterminer la microflore de l'air des scieries selon le poste de travail***

- Quantifier les bactéries mésophiles cultivables;
- Quantifier et identifier les moisissures mésophiles cultivables;
- Quantifier les actinomycètes thermophiles cultivables;
- Quantifier les endotoxines totales;
- Quantifier la poussière inhalable;

## ***2.2 Évaluer l'impact de la région géographique, de l'essence de bois manipulée, du poste de travail et de la taille de l'industrie sur la microflore.***

### ***2.3 Étudier la santé des travailleurs des scieries du Québec***

- Mesurer les fonctions respiratoires des travailleurs;
- Évaluer à l'aide d'un questionnaire standardisé, l'état de santé respiratoire des travailleurs;
- Évaluer la réponse allergique aux aéroallergènes communs à l'aide d'un test cutané d'allergie;
- Mesurer les anticorps sériques (IgG) spécifiques aux contaminants majoritaires de l'air.

## **3. Matériel et méthodes**

### ***3.1 Choix des scieries et des sites d'échantillonnage***

#### **3.1.1. Utilisation des données de l'ASSIFO et regroupement des régions**

La méthodologie fut de nature descriptive. L'environnement des différents postes de travail dans les scieries membre de l'association des industries forestières du Québec (ASSIFQ) fut évalué. Parallèlement, et sur une base volontaire, tous les travailleurs des scieries choisies furent invités à participer. Parmi les scieries membres de l'ASSIFQ, et qui représentent près de 90% des travailleurs de ce secteur d'activité, 51 d'entre elles ont été proposées pour participer à l'étude, les directions de celles-ci étant favorables.

Ces 51 scieries furent réparties à travers les sept régions définies par l'ASSIFQ. En considérant l'essence du bois utilisé, la répartition par région peut être représentée à l'aide du tableau suivant:

**Tableau 1: données de l'ASSIFQ concernant les scieries disponibles afin de participer à l'étude environnementale et de santé des travailleurs.**

Régions	Essence				
	Sapin et épinette	Bois franc	cèdre	Pin	Tremble
Bas St-Laurent/Gaspésie	5	2			
Québec/Beauce	5	1	1		
Etrie	2	3		1	
Outaouais	3	2		1	1
Nord Ouest	8				
Côte Nord	6				
Saguenay/Lac St-Jean	10				

De ces sept régions, nous avons regroupé certaines d'entre elles afin de les réduire à quatre. Ceci a permis de définir des régions se ressemblant par le nombre et la taille des scieries. Ainsi, la région Québec/Beauce a été fusionnée avec celle de l'Etrie, la région du Nord Ouest avec celle de l'Outaouais et finalement la région du Saguenay/Lac St-Jean a été regroupée avec celle de la Côte Nord. Une seule de ces régions n'a aucune scierie de bois franc, soit celle formée des régions du Saguenay/Lac St-Jean et de la Côte Nord. Tous ces regroupements sont résumés dans le tableau 2.

**Tableau 2: Regroupement des différentes régions géographiques.**

Numéro de région utilisé ultérieurement	Parties géographiques indues dans les régions finales
Région 1	Bas St-Laurent/Gaspésie
Région 2	Québec/ Beauce/ Estrie
Région 3	Nord-Ouest/Outaouais
Région 4	Saguenay/Lac St-Jean/Côte-Nord

Pour les scieries qui se spécialisent dans la coupe de sapin et d'épinette, le nombre de travailleurs dans une usine variait de 12 à 125. Puisque la taille de l'usine pourrait avoir une certaine importance pour la mesure des contaminants dans l'atmosphère, nous avons donc stratifié celles-ci en deux catégories: les usines avec moins de 50 travailleurs seront définies comme de petites usines; les usines ayant entre 50 et 125 travailleurs seront définies comme étant des grosses usines. Pour les usines qui se spécialisent dans la coupe du bois franc, le nombre de travailleurs varie entre quatre et 50. Pour ce type de scierie, la taille de l'usine ne fut pas un critère de stratification. Par ailleurs, seulement 30% des 51 usines qui pouvaient être sélectionnées procèdent à la technique du séchage du bois ainsi qu'au rabotage; parmi ces 51 usines potentiellement participantes nous en avons choisi 17 en tenant compte des critères suivants:

- la répartition selon les quatre régions définies précédemment;
- la répartition selon le nombre de travailleurs dans une scierie;
- la répartition selon les essences de bois transformées;
- la répartition selon la période de l'année.

Toutes ces données sont résumées dans le tableau 3

**Tableau 3: liste des scieries, régions géographiques, nombre de travailleurs, date de la visite, utilisation d'un four et température du four (si disponible) pour chacune des essences de bois étudiées.**

<b>Régions Essences de bois</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Sapin/ épinette</b>	17 (47)* [10/97] Pas de four Éc/Sci/Pl	1 (15) [6/96] Pas de four Éc/Sci/Tri/Pl	15 (37) [9/97] Four (°C inconnue) Sci/Pl	12 (28) [7/97] Pas de four Éc/Sci
	14 (85) [8/97] Pas de four Éc/Sci/Pl	8 (83) [4/97] Four(88°C) Éc/Sci/Tri/Pl	11 (71) [6/97] Four (85°C) Éc/Sci/Pl	10 (114) [6/97] Pas de four Éc/Sci/Tri/Pl
	16 (83) [10/97] Pas de four Éc/Sci/Pl	2 (99) [7/96] Pas de four Éc/Sci/Tri/Pl	9(89) [5/97] Four (88-93°C) Éc/Sci/Pl	6 (119) [10/96] Four (°C inconnue) Éc/Sci/Tri/Pl
<b>Chêne</b>		13 (24) [7/97] Pas de four Sci/Tri		
<b>Bouleau</b>	4 (19) [8/96] Pas de four Éc/Sci		5 (86) [9/96] Pas de four Éc/Roul/Sci/Tri	
<b>Pin</b>			3 (110) [7/96] Four(71°C) Sci/Tri/Pl	
<b>Cèdre</b>		7 (78) [10/96] Pas de four Sci/Pl		

\*Numéro des scieries (nombre de travailleurs) [date de visite]. Sites échantillonnés: Éc=écorçage; Sci=sciage; Tri=triage et Pl=planage/rabotage; Roul=déroutage.

### **3.1.2 Période d'échantillonnage et sélection des travailleurs**

Nous avons visité un total de 17 scieries réparties au travers des différentes régions définies par l'ASSIFQ, pendant deux étés consécutifs (mai-novembre 1996 et mai-novembre 1997). Chaque scierie ne fut visitée qu'une seule fois pour les échantillonnages aériens et l'évaluation de tous les travailleurs exposés. Il y avait,

en moyenne, 70 travailleurs par scieries, et 1204 travailleurs au total ont participé à l'étude. Pour être considéré dans l'échantillon, le travailleur devait être employé à la scierie (excluant ainsi les employés de bureau), y travailler depuis 2 ans et plus. De plus, pour s'assurer que les taux d'anticorps (IgG sérique) étaient spécifiques à l'environnement du travailleur, un échantillonnage de personnes contrôles habitant la même région a aussi été effectué (une personne contrôle pour 4 travailleurs). Ces personnes contrôles devaient ne pas travailler dans une usine de bois ni avoir travaillé depuis un minimum de 2 ans. Les personnes du groupe contrôle furent recrutées dans les lieux publics (magasins, écoles, bureaux,...).

### **3.1.3 Fonctionnement des scieries et cheminement du bois**

#### *-Fonctionnement pour la majorité des scieries*

**Entreposage des billots.** Les billots sont gardés à l'extérieur pendant une période de temps variant de plusieurs jours à plusieurs mois avant d'être transportés à la scierie. Le temps d'entreposage des billots à l'extérieur dépendait de plusieurs facteurs tels l'accumulation du bois, l'activité de la scierie ou la saison.

**Écorçage.** L'écorçage des billots était effectuée quelquefois à l'extérieur, quelquefois à l'intérieur. Le bois écorcé pouvait être sec, avoir été aérosolisé avec de l'eau ou avoir trempé dans un bassin de trempage. L'opérateur de l'écorceuse était la plupart du temps dans une cabine isolée.

**Sciage.** Après l'écorçage, le bois était acheminé aux scies où il était coupé en planches. Les travailleurs de ce site, en plus d'opérer les scies, pouvaient avoir à débloquer le bois coincé dans les mécanismes. Ces travailleurs n'étaient jamais dans des cabines.

**Triage.** À partir du site de sciage, le bois était trié et empilé selon la grosseur des planches ou leur longueur. Les piles de bois triées pouvaient être stockées (la plupart du temps dehors) pour quelques heures à quelques semaines avant d'être expédiées directement. Sinon, après le stockage, elles étaient, soit envoyées directement au planage (bois vert), soit envoyées au séchoir puis au planage (bois sec) avant d'être expédiées.

**Planage.** Lors du planage, le bois est raboté afin d'en raffiner la surface. La plupart du temps, le planeur est situé dans une chambre isolée et aucun travailleur n'y est directement exposé. Le site de planage échantillonné comprenait les travailleurs œuvrant à trier le bois qui rentrait de l'extérieur juste avant le planeur. Ces travailleurs effectuaient souvent l'éboutage (enlèvement des bouts endommagés) et étaient donc exposés aux contaminants du bois juste avant le planage. Toutes les usines de rabotage étaient indépendantes des usines de sciage et parfois distantes de quelques kilomètres des scieries.

### -Exceptions

Dans le cas de 2 scieries, le procédé était différent. Pour une des deux scieries de bouleau (scierie #5), le bois, après écorçage était déroulé à l'aide d'une lame qui tranchait le bois sur toute sa longueur. Une mince feuille de bois en résultait. Le site de sciage de cette scierie servait à couper ces feuilles de bois en lanières de moins de 1m de largeur. Au site de déroulage, le tronc possédait encore beaucoup d'écorce. Dans le cas de la scierie de cèdre (scierie #7), les bardeaux de cèdre étaient sciés à partir de bûches de 17 pouces écorcées à l'extérieur, ils étaient ensuite empilés et pesés avant d'être transportés dans une autre pièce pour y être équarris(coupés à angle).

## **3.2 Analyses environnementales**

Nous avons évalué et quantifié les micro-organismes vivant dans l'atmosphère à laquelle les travailleurs sont exposés dans les scieries (bactéries totales, actinomycètes thermophiles, moisissures totales et levures). Nous avons également effectué le dosage des endotoxines bactériennes dans cet environnement ainsi que l'évaluation de la poussière inhalable.

### **3.2.1. Caractéristiques physiques des scieries**

Lors de chaque visite, un plan détaillé de la scierie fut demandé à la personne responsable. Ce plan nous aidait à évaluer adéquatement les meilleurs sites à échantillonner et à visualiser le cheminement du bois. Les détails concernant le

cheminement du bois, la présence d'un séchoir et sa température de fonctionnement, la confirmation de l'essence de bois utilisée, les détails environnementaux (p. ex, bois étant resté à la pluie), la présence de bassins de trempage avant l'écorçage furent discutés avec la personne responsable (souvent, le contremaître). De plus, à chaque site d'échantillonnage, la température ambiante et l'humidité furent mesurés avec un thermomètre hygromètre (Fisher Scientific).

### **3.2.2. Sites d'échantillonnage**

Les sites d'échantillonnage suivants furent évalués séparément: écorçage, sciage, triage et planage. Lorsqu'un site était à l'extérieur par exemple écorçage ou triage, il ne fut pas échantillonné. Lorsque le triage était situé dans la même bâtisse que le sciage, sans rideau ou de mur d'isolement, un seul échantillonnage fut effectué et rapporté comme sciage.

### **3.2.3. Analyse de la poussière inhalable (poids sec)**

L'échantillonnage de la poussière fut effectué pour une période minimale de 6 heures. Des filtres de PVC de 25mm ( $0.8\mu$ ) pré-pesés à sec furent utilisés dans des cassettes à face ouverte ( IOM de SKC, Eighty Four, Pennsylvania) à un débit de 2.0 l/min (contrôlé avec un débitmètre Kurz). Des pompes personnelles SKC 224-44XR furent utilisées (Dur-Pro, Brossard, Canada). Le point d'entrée de l'air des cassettes était aligné à l'horizontale (afin d'éviter la déposition de sédiments non désirés). La configuration des cassettes et le débit limitaient la taille des particules échantillonnée à la poussière inhalable( $<100\mu\text{m}$ ). Après échantillonnage, les filtres étaient desséchés jusqu'à poids constant dans un four pasteur ( $60^{\circ}\text{C}$ ) et pesés en atmosphère contrôlée pour éviter la réhydratation. À chaque site d'échantillonnage, une cassette contenant un filtre non échantillonné subissait le même cheminement que les filtres échantillonnés. Les filtres de poussière furent congelés après la pesée pour évaluation ultérieure des endotoxines. Pour des raisons techniques, les valeurs de poussières des 7 premières scieries ne sont pas disponibles.

### **3. 2. 4. Échantillonnage des micro-organismes et des endotoxines**

#### *-Milieux de culture utilisés*

Tryptic-soy agar (TSA) (Difco, Détroit, USA) contenant de la cycloheximide (500 mg/1) fut utilisé pour la culture des bactéries mésophiles et actinomycètes thermophiles. Nutrient Agar demie force (1/2N) (Difco) fut aussi utilisé pour les actinomycètes thermophiles. Le Sabouraud Dextrose Agar (SDA) (Difco), Rosé Bengal Agar (RB) (Difco), et Czapek Solution Agar (CZA) (Difco) contenant du Chloramphénicol (50 mg/1) furent utilisés pour les moisissures mésophiles. Les levures furent aussi énumérées sur SDA et RB. Tous les milieux de culture furent autoclaves à 121°C pendant 10 minutes et furent sujets à un contrôle de qualité.

La cycloheximide est utilisée pour éviter la croissance des moisissures sur les milieux destinés à l'évaluation des bactéries et actinomycètes, tandis que le chloramphénicol inhibe la croissance des bactéries sur les milieux utilisés pour les moisissures.

#### *-Échantillonnage de l'air pour les micro-organismes*

Une table (environ 1m du sol) fut utilisée afin d'effectuer les échantillonnages. La table était positionnée afin de permettre l'échantillonnage représentatif du site choisi. Lorsque c'était possible, les portes étaient tenues fermées et les appareils d'échantillonnage étaient gardés loin des sources directes de ventilation.

Deux types d'échantillonneurs furent utilisés pour les micro-organismes: 3 impacteurs de type Andersen (Graseby, Atlanta, GA, USA) et 3 barboteurs « all-glass liquid impingers-30 » (AGI-30) (Ace Glass Inc., Vineland, NJ, USA). Les Andersen furent utilisés à un débit de 28.3 l/min, débit contrôlé à l'aide d'un débitmètre Kurz. Les Andersen furent chargés avec des boîtes de TSA et 1/2N pour un échantillonnage de 20 minutes (actinomycètes thermophiles), avec du TSA pour un temps d'échantillonnage de 1 minute (bactéries mésophiles) ainsi qu'avec du SDA, RB et CZA pour un échantillonnage de 30 secondes (moisissures et levures). Les 3 AGI-30 étaient remplis avec 20ml de solution saline (0,8% NaCl) stérile et furent utilisés pendant 16 minutes à un débit de 12.5 l/min contrôlé avec un débitmètre

Kurz.. Des échantillonnages contrôlés furent effectués à environ 1 Km de la scierie, en amont par rapport a vent.

### **3.2.5. Traitement des échantillons**

#### **-Échantillons d'Andersen**

##### **Les bactéries totales mésophiles**

Les boîtes de TSA furent incubées à 30°C, en position inversée, pour les bactéries mésophiles. Les colonies furent comptées après 48h-60h d'incubation et le nombre de colonies fut rapporté en UFC/m<sup>3</sup> d'air par site d'échantillonnage.

##### **-Les moisissures totales et levures**

Les boîtes de RB, SDA et CZA furent incubées, en position inversée, à 30°C et analysées après 7 et 10 jours. Le nombre de colonies fut rapporté en UFC/m<sup>3</sup> d'air par site d'échantillonnage. Les levures furent comptées sur SDA et RB. Toutes les colonies différentes furent isolées, purifiées et conservées à 4°C sur gélose inclinée (SDA) en tube vissé pour identification ultérieure.

##### **-Les actinomycètes thermophiles**

Les boîtes de TSA et de 1/2N furent incubées à 52°C, en position inversée. Les colonies furent comptées après 5 et 10 jours d'incubation et le nombre de colonies fut rapporté en UFC/m<sup>3</sup> d'air par site d'échantillonnage. Si un actinomycète était majoritaire, il fut isolé, purifié et conservé sur TSA en pente à 4°C pour identification ultérieure et éventuelle utilisation comme antigène.

#### **-Barboteur AGI-30**

Le traitement des échantillons prélevés avec les barboteurs a été effectué de la façon suivante: le volume d'échantillon résiduel a été mesuré, et le barboteur a ensuite été rincé avec une quantité de solution saline stérile de Tween 80 à 0,1% calculée pour avoir un volume final (volume résiduel + solution de rinçage) de 30 ml, ce qui ramène la concentration finale en Tween à environ 0,03%. Cette solution est

ensuite diluée de  $10^0$  à  $10^5$  par dilution sériée avec une solution saline stérile. Tous les échantillons sont dilués et traités en triplicata de  $10^0$  à  $10^5$ .

Cent microlitres de chaque dilution et 0.5 et 1 ml de l'échantillon non dilué fut étalé sur les différents milieux énumérés précédemment et utilisés pour Andersen et ils furent incubés dans les mêmes conditions.

Le liquide d'échantillonnage avec Tween fut congelé ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) pour détermination ultérieure des endotoxines.

### **3.2.6 Mesure des endotoxines**

Les endotoxines furent mesurées à partir de deux types d'échantillons: le liquide des barboteurs et les filtres de poussière. Les filtres furent lavés avec une solution saline (0.8% NaCl+0.05% Tween 80) pendant 60 minutes dans un bain ultrason Branson 5200 (Branson ultrasonics corp., Danbury, CT). Le liquide de lavage fut utilisé afin de doser les endotoxines par la méthode LAL chromogénique « endpoint » (Associates of Cape Cod, Falmouth, USA). Un test de synergie/inhibition fut effectué sur des échantillons choisis de façon aléatoire afin de déterminer la dilution minimale permise lors du dosage.

### **3.2.7. Identification**

#### **-Levures**

Les levures isolées, lorsqu'elles représentaient une partie importante de la microflore, furent identifiées à l'aide des galeries d'identification API-20C. Ces galeries étant utilisées dans le milieu médical, il est possible que certaines levures ne soient pas identifiables par cette technique.

#### **-Moisissures**

Les moisissures isolées sur SDA, CZA et Rose Bengal furent repiquées sur SDA et finalement regroupées selon l'aspect macroscopique.

Des observations microscopiques des cultures furent faites par coloration au bleu coton (bleu lactophénol). Les cultures furent identifiées à l'espèce pour les *Aspergillus* et les *Penicillium* et au genre pour les autres spécimens.

L'identification des souches appartenant au genre *Penicillium* s'est effectuée selon le guide de John Pitt (1979). L'identification se fait à partir des observations recueillies sur 3 milieux de culture (MEA, G25N et CYA) et à partir des caractéristiques de croissance à 5°C, 25°C et 37°C. Lorsque l'identification obtenue n'était pas satisfaisante, la souche était simplement identifiée au genre (*Penicillium* sp.).

### **3.2.8. Préparation des extraits antigéniques pour la mesure d'anticorps**

La moisissure choisie est cultivée en fiole de 500ml remplie de 200ml de bouillon Sabouraud Dextrose (SDB) après avoir été inoculée à partir d'une suspension d'une culture de 3 jours sur Sabouraud Dextrose Agar en tube en pente raclée avec une solution de lauryl sulfate (SDS) 5g/l.

Le mycélium est recueilli sur Buchner après 4 jours de culture à 30°C sous agitation rotative (150RPM). Il est rincé 3 fois sur le filtre avec de l'eau distillée stérile, puis rincé 1 nuit à 4°C par remise en suspension dans de l'eau distillée stérile. Il est ensuite filtré à nouveau, bien asséché pesé et remis en suspension dans 2 à 3 fois son poids d'eau puis congelé à -70°C pour faciliter la rupture ultérieure des cellules. Après décongélation, la suspension est passée au mélangeur Serwall puis les cellules sont brisées à l'homogénéisateur de Braun avec des billes de 0,45mm sous courant de CO<sub>2</sub> liquide. L'antigène brut est ensuite lyophilisé.

## ***3.3 Evaluation des travailleurs***

### **3.3.1 Questionnaire**

Le questionnaire fut rempli par tous les travailleurs consentants aidés d'une infirmière. Celui-ci est basé sur le questionnaire standardisé de l'American Thoracic Society (ATS) (Ferris 1978) et adapté pour le travail en scierie. Le questionnaire utilisé est présenté en annexe 1.

### **3.3.2 Fonctions pulmonaires**

Pour chaque sujet, nous avons mesuré les fonctions respiratoires par une analyse de la courbe expiratoire forcée. De cette courbe, nous avons obtenu le volume

expiratoire maximal en une seconde (VEMS), la capacité vitale forcée (CVF) et le rapport VEMS/FVC. Deux courbes reproductibles sur un maximum de 4 essais furent obtenues pour chaque travailleur. Ce test fut effectué sur un Vitolograph (Roxon, Birmingham England) et selon les standards de l'ATS (Crapo et al, 1995).

### **3.3.3 Tests d'allergie**

Les tests cutanés d'allergie furent effectués avec les substances identifiées au tableau de l'annexe 2. Les tests furent effectués avec le système "Phaset" de Hollister-Steer. Ce système a l'avantage d'assurer que chaque allergène est appliqué à la même profondeur. La réaction aux allergènes fut lue 10 minutes après leur application en obtenant la moyenne de la somme des deux plus grands diamètres perpendiculaires. Toute valeur égale ou supérieure à 3 mm fut considérée positive.

### **3.3.4 Prise de sang**

Un prélèvement de 10 ml de sang de chaque travailleur volontaire par ponction veineuse fut effectué par l'infirmière dans le but de faire le dosage des IgG (alvéolite allergique) spécifiques dirigés contre les allergènes, bactéries, moisissures ou levures qui furent identifiées comme prédominantes dans l'atmosphère des travailleurs. Le sang fut centrifugé (1 500 RPM) et le sérum fut recueilli, gardé sur glace jusqu'à sa congélation à -20°C.

### **3.3.5 Dosage des IgG spécifiques**

Des plaques à 96 puits sont tapissées avec 100µl d'une solution à 50 µg/ml de l'antigène approprié (Kim et Chaparas, 1978) (pour la préparation des extraits antigéniques, voir section 3.2.8). Les plaques sont ensuite lavées et saturées avec de l'albumine de sérum de veau (BSA) à 2%. Les IgG spécifiques sont mesurés par incubation d'une dilution 1:250 et 1:500 des sérums étudiés et révélés à l'aide d'anti-IgG humain couplé à la peroxydase. On utilise l'OPD comme substrat et la réaction est arrêtée avec 50µl de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4N. L'absorbance est lue à 490nm. Chaque plaque comporte un témoin positif.

### ***3.4 Analyse statistique***

Les résultats des différents paramètres pour l'environnement sont représentés en utilisant les médianes avec leur étendue puisque les distributions empiriques étaient toutes asymétriques, à l'exception du décompte des bactéries où la distribution était normale. Pour ce paramètre, la moyenne et l'écart-type furent utilisés. Les comparaisons des différents sites s'est faite en utilisant les scieries travaillant les essences de sapin et d'épinette. Pour ces scieries, un modèle d'analyse de variance à deux facteurs et à randomisation restreinte a été utilisé pour comparer les sites entre eux. La comparaison *a posteriori* s'est faite à l'aide de la méthode de comparaisons multiples de Tukey. Les sites ayant des lettres semblables ne diffèrent pas significativement. Pour les scieries des autres essences, seule l'analyse statistique descriptive a été retenue.

Le volet santé a cherché à établir s'il y avait une relation entre les contaminants et les différents taux d'anticorps, les symptômes et les fonctions respiratoires chez les travailleurs des scieries. La première approche fut de décrire les tests de fonctions respiratoires à l'aide d'un histogramme pour chacune des scieries. Les moyennes et leur écart-type « sem » furent utilisées pour représenter les valeurs centrales. La comparaison des valeurs obtenues pour chacune des scieries s'est faite en utilisant un modèle d'analyse de variance à un facteur. Afin de s'assurer que l'âge, le sexe et la taille n'interféraient pas dans la comparaison des paramètres des tests de fonctions de même que le tabagisme, l'analyse de variance a été refaite en utilisant ces paramètres comme covariables. La seconde approche fut de mesurer l'association entre les paramètres des tests de fonctions et les variables décrivant l'environnement. C'est le coefficient de corrélation de Pearson qui a été utilisé pour mesurer le niveau d'association. Un autre aspect de ce volet fut de voir la prévalence de bronchite chronique et d'asthme entre les scieries et selon l'histoire tabagique. L'analyse statistique appropriée pour ce regroupement d'information en tableau s'est faite en utilisant la statistique du Chi-deux ou du test exact de Fisher. La même approche statistique fut utilisée pour l'analyse des allergènes de différentes essences en relation avec l'essence de bois utilisé. Il en est de même pour l'analyse des

fréquences de la réaction antigénique des travailleurs et des contrôles pour chaque antigène.

L'estimation de la taille du groupe des contrôles a été faite en choisissant 1 contrôle pour 4 travailleurs. Ceci nous permet d'observer avec une probabilité de 80% une différence de 10% du taux de prévalence entre le groupe-contrôle et le groupe de travailleurs.

## **4. Résultats**

### ***4.1. Environnement***

Le tableau 4 résume les valeurs obtenues pour les 12 scieries sapin/épinette concernant les moisissures, les actinomycètes thermophiles, la poussière inhalable, les endotoxines, et les bactéries. Les valeurs des différents sites de travail sont exprimés séparément. Puisque seules les comptes bactéries affichaient une distribution normale, la moyenne et l'écart-type sont exprimés. Les autres valeurs expriment les valeurs médianes et l'étendue des données. Les différences statistiques pour les contaminants entre les divers sites de travail sont exprimées par des lettres différentes. Les comparaisons furent effectuées à l'intérieur d'une même colonne (même contaminant).

Le tableau 5 montre les mêmes valeurs mais pour les scieries autres que sapin épinette (pin, bouleau, chêne et cèdre). Les valeurs moyennes sont données et l'information est descriptive (les statistiques entre les sites ne fut pas effectuées puisque le nombre de scieries de chaque type est trop faible). Les écarts types sont calculés à partir des répliqués (même scierie) ou entre les 2 scieries (bouleau n=2).

Les figures 1 à 4 sont une représentation par scieries des divers contaminants. La figure 1 présente les taux de bactéries, la figure 2, les moisissures cultivées sur Rosé bengal agar, la figure 3, la poussière inhalable (scieries 8 à 17 seulement) et la figure 4 présente les valeurs d'endotoxines. Chacun de ces paramètres sont présentés par site de travail. Le sites de déroulage et celui du triage de la scierie #5 ne sont pas représentés (car ces sites étaient trop différents des autres du même nom). Pour ces

quatre figures, les moyennes et écart-types sont représentés. Les écart-types très petits ne sont pas visibles sur la figure 1.

**Tableau 4: Valeurs médianes et étendue des données pour les moisissures cultivées sur les 3 milieux de culture RB, SDA et CZA (UFC/m<sup>3</sup>), actinomycètes thermophiles (UFC/m<sup>3</sup>), poussière inhalable (mg/m<sup>3</sup>) et endotoxines (UE/m<sup>3</sup>) et valeur moyenne et écart-type pour les bactéries (UFC/m<sup>3</sup>).**

<b>Sapin /épinette</b> (n=12)	<b>Moisissures</b> (UFC/m <sup>3</sup> ) médiane (étendue)	<b>Moisissures SDA</b> (UFC/m <sup>3</sup> ) médiane (étendue)	<b>Moisissures CZA</b> (UFC/m <sup>3</sup> ) médiane (étendue)	<b>Actinomycètes thermophiles</b> (UFC/m <sup>3</sup> ) médiane (étendue)	<b>Poussière</b> (mg/m <sup>3</sup> ) médiane (range)	<b>Endotoxine</b> (UE/m <sup>3</sup> ) médiane (étendue)	<b>Bactéries</b> (UFC/m <sup>3</sup> ) moyenne (écart-type)
<b>Écorçage</b>	<sup>a</sup> 8.17X10 <sup>5</sup> (1.25 X10 <sup>3</sup> - 1.65X10 <sup>6</sup> )	<sup>a</sup> 1.05X10 <sup>4</sup> (950-1.65X10 <sup>6</sup> )	<sup>a</sup> 6.50X10 <sup>5</sup> (600- 2.05X10 <sup>6</sup> )	4 (0-74)	<sup>a</sup> 1.14 (0.64-5.15)	<sup>a</sup> 1 081 (225-1.7X10 <sup>4</sup> )	<sup>a</sup> 3.30X10 <sup>4</sup> (3.15X10 <sup>4</sup> )
<b>Sciage</b>	<sup>b</sup> 3.10X10 <sup>5</sup> (0-1.28X10 <sup>6</sup> )	<sup>ab</sup> 5.00X10 <sup>5</sup> (106-2.50X10 <sup>6</sup> )	<sup>b</sup> 1.97 X10 <sup>5</sup> (0-1.3X10 <sup>6</sup> )	2 (0-28)	<sup>ab</sup> 2 07 (0.10-3.70)	<sup>ab</sup> 716 (219- 3.09X10 <sup>3</sup> )	<sup>ab</sup> 2.76X10 <sup>4</sup> (2.50X10 <sup>4</sup> )
<b>Triage</b>	<sup>b</sup> 5 704 (800-9.60X10 <sup>3</sup> )	<sup>b</sup> 3.00X10 <sup>5</sup> (845-9.15X10 <sup>3</sup> )	<sup>b</sup> 1.30X10 <sup>5</sup> (845- 1.00X10 <sup>4</sup> )	3 (0-4)	<sup>b</sup> 1.30 (0.60-1.54)	<sup>c</sup> 392 (124- 1.50X10 <sup>4</sup> )	<sup>b</sup> 8.50X10 <sup>5</sup> (6.50X10 <sup>3</sup> )
<b>Planage</b>	<sup>b</sup> 1 900 (423-2.5X10 <sup>5</sup> )	<sup>ab</sup> 2.50X10 <sup>5</sup> (211-1.40X10 <sup>5</sup> )	<sup>ab</sup> 2.40X10 <sup>5</sup> (0-1.40X10 <sup>4</sup> )	7 (0-42)	<sup>a</sup> 2.73 (0.82-4.40)	<sup>bc</sup> 481 (151- 3.14X10 <sup>3</sup> )	<sup>ab</sup> 2.38X10 <sup>4</sup> (3.82X10 <sup>4</sup> )

†Les lettres différentes expriment une différence statistique (p<0,05). Les comparaisons furent effectuées à l'intérieur d'une même colonne.

**Tableau 5: Moyennes (écart-type) des moisissures (RB, SDA et CZA), actinomycètes thermophiles (UFC/m<sup>3</sup>), poussière inhalable (mg/m<sup>3</sup>) et endotoxines (UE/m<sup>3</sup>) et les bactéries mésophiles (UFC/m<sup>3</sup>) dans les scieries utilisant du pin, bouleau, cèdre ou chêne.**

Essence de bois	Site	Moisissures RB (UFC/m <sup>3</sup> ) Moyenne (écart-type)	Moisissures SDA (UFC/m <sup>3</sup> ) Moyenne (écart-type)	Moisissures CZA (UFC/m <sup>3</sup> ) Moyenne (écart-type)	Actinomycètes Thermophiles (UFC/m <sup>3</sup> ) Moyenne (écart-type)	Poussière (mg/m <sup>3</sup> ) Moyenne (écart-type)	Endotoxine (EU/m <sup>3</sup> ) Moyenne (écart-type)	Bactéries (UFC/m <sup>3</sup> ) Moyenne (écart-type)
Pin (n=1)	Ecorçage	-	-	-	-	-	-	-
	Sciage	3.38X10 <sup>4</sup> (1.76X10 <sup>3</sup> )	3.47X10 <sup>4</sup> (1.10X10 <sup>4</sup> )	-	2 (•)	-	2.09X10 <sup>3</sup> (593)	4.13X10 <sup>5</sup> (1.53X10 <sup>5</sup> )
	Triage	2.23X10 <sup>3</sup> (306)	5.20X10 <sup>3</sup> (200)	2.50X10 <sup>3</sup> (173)	2.5X10 <sup>3</sup> (173)	-	2.18X10 <sup>3</sup> (311)	1.97X10 <sup>3</sup> (-)
	Planage	7.67X10 <sup>1</sup> (9.87X10 <sup>3</sup> )	400 (0)	500 (400)	500 (400)	-	1.76X10 <sup>3</sup> (980)	2.25X10 <sup>3</sup> (-)
Bouleau (n=2)	Ecorçage	2.13 X10 <sup>3</sup> (1989)	2.83 X10 <sup>3</sup> (2648)	2.11 X10 <sup>3</sup> (2274)	9 (0)	-	985 (380)	2.15X10 <sup>5</sup> (666)
	Sciage	645 (179)	1.51 X10 <sup>3</sup> (1300)	560 (351)	11 (10)	-	993 (530)	9.50X10 <sup>3</sup> (3938)
	Déroulage (n=1)	3.00X10 <sup>4</sup> (8.66X10 <sup>3</sup> )	2.40X10 <sup>4</sup> (6.00X10 <sup>3</sup> )	•	1000 (-)	-	323 (55)	5.58X10 <sup>4</sup> (-)
	Triage	•	•	•	•	-	-	-
	Planage	•	•	•	•	-	-	-
Cèdre (n=1)	Ecorçage	•	•	•	•	-	-	-
	Sciage	3167 1258	3000 (1000)	5000 (-)	133 (-)	-	1122 (90)	15634
	Triage	-	-	-	-	-	-	-
Chêne (n=1)	Planage	183 189	634 (-)	493 (-)	314 (•)	-	412 (76)	704
	Ecorçage	-	-	-	-	-	-	-
	Sciage	3300 (2121)	2450 (1061)	4000 (1131)	14 (-)	2.134 (1.787)	1173 (598)	7394
	Triage	1467 (351)	3233 (814)	1767 (749)	2 (-)	0.086 (0.067)	5944 (5231)	2183
	Planage	-	-	-	-	-	-	-

#### **4.1.1. Identification des moisissures**

Les tableaux 6 à 13 montrent les moisissures présentes dans les scieries selon les différents sites de travail. Les point blancs représentent la présence d'une moisissure et les point foncés représentent le caractère majoritaire d'une moisissure. Plusieurs points noirs peuvent être présents pour une scierie dans un site donné si plusieurs moisissures s'étaient avérées majoritaires de façon comparables. Le site de déroulage de la scierie #5 ne fut pas incluse dans ces tableaux afin d'alléger la présentation. Le tableau 14 est une représentation simplifiée des diverses moisissures, cette fois-ci en fonction des scieries où ces moisissures sont retrouvées. Les chiffres soulignés représentent le caractère majoritaire d'une moisissure dans un site donné. Dans certaines scieries, le faible nombre de moisissures n'a pas permis de déterminer une prédominance.

Certaines espèces sont appelées par des noms non officiels. *P. fellutanum/w* inclue les moisissures appartenant au genre *Penicillium*, sous-genre *Furcatum*, section *Divaricatum*, série *Fellutana* mais démontrant des caractéristiques de *P. fellutanum* et *P. waksmanii* (grosseur de colonie de *P. fellutanum* et couleur de spores de *P. waksmanii*), ceci les rendant très difficiles à identifier. *P. rugulosum (y)* inclue les colonies montrant les caractéristiques de *P. rugulosum* (sous-genre *Biverticillium*, section *Simplicium*, série *Islandica*) selon la structure du *penicilli* et l'aspect colonial mais possédant plus de mycélium jaune (yellow) qu'attendu pour cette espèce. *P. spin/purpur* inclue les isolats du genre *Penicillium* partageant les caractéristiques de *P. spinulosum* et *P. purpurescens* (sous-genre *Aspergilloides*, section *Aspergilloides*, série *Glabra*) avec des conidies démontrant une surface spinée ou rugueuse et des colonies à surface veloutée, rendant impossible leur identification certaine. *Penicillium sp.* inclue tous les *Penicillium* non identifiés à l'espèce. Il est toutefois possible que les isolats regroupés dans *Penicillium sp.* appartiennent aux groupes identifiés à l'espèce. Les isolats appartenant au genre *Aspergillus* furent quelquefois identifiés à l'espèce mais, leur nombre étant très faible et puisqu'ils étaient rarement isolés, ils furent regroupés: *Eurotium sp.*, groupe *A. versicolor*, groupe *A. nidulans*,...). Les zygomycètes furent regroupés ensemble incluant les

genres *Gongronella* sp., *Mucor* sp., *Absidia* sp. etc.). Le genre *Rhizopus* fut exprimé dans un groupe différent, puisque ce genre était quelquefois de plus grande importance dans la microflore de certaines scieries.

Les moisissures R228 et RHO ne furent malheureusement pas identifiables. Elles furent envoyées à un laboratoire de référence et aucune identification ne fut possible.

D'autre part, il ne fut pas possible d'identifier les levures à l'aide des galeries API disponibles. Puisque les levures sont de source environnementale, il est peu étonnant que les données concernant les espèces isolées ne soient pas présentes dans les banques de données. Toutefois, puisque aucune identification valable ne fut possible, il est peu probable qu'une des levures soit pathogène ou d'importance médicale. Par ailleurs le nombre des levures isolées par rapport aux moisissures était négligeable (sauf pour la scierie au sciage).

Tableau 6: Moisissures du genre *Penicillium* aux sites d'écorçage pour toutes les scieries. ○=présent, ●=majoritaire.

Scierie #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Essence de bois	SE	SE	PIN	B	B	SE	CED	SE	SE	SE	SE	SE	CHE	SE	SE	SE	SE
<i>P. aculeatum</i>																	
<i>P. aurantiogriseum</i>				○										○		○	○
<i>P. canescens</i>		○				○				○		○		○			○
<i>P. chrysogenum</i>					○												
<i>P. citreonigrum</i>				○													
<i>P. crustosum</i>				●		○		○									
<i>P. echinulatum</i>									○								
<i>P. fellutanum/w</i>	○	○			○	○				○	●	○		○		○	●
<i>P. glabrum</i>												○		○		○	○
<i>P. islandicum</i>					○												
<i>P. janczewskii</i>																	
<i>P. janthinellum</i>																	
<i>P. jensenii</i>		○															
<i>P. lignorum</i>									○								
<i>P. lividum</i>												○					
<i>P. melinii</i>									○					○		○	
<i>P. mineoluteum</i>								○									
<i>P. montanense</i>					○												
<i>P. myczinski</i>		●		○	○	●		●	●	●		●		○		○	○
<i>P. novae-zeelandiae</i>																	
<i>P. oxalicum</i>																	
<i>P. piceum</i>					○												
<i>P. purpurescens</i>				○				○		○		○		○		○	
<i>P. purpurogenum</i>									○								
<i>P. raistrickii</i>	○	○				●		○	○	○	○	○					○
<i>P. roquefortii</i>																	
<i>P. roseopurpureum</i>									○			○		○			
<i>P. rugulosum</i>	●				●			○		○						○	○
<i>P. rugulosum(i)</i>	○			○	○			●	○	○						○	○
<i>P. simplicissimum</i>						○											
<i>P. spinu/purpur</i>	○	○		○	○	○						○					○
<i>P. spinulosum</i>	○	○		○	○	○		○	○	○	●	●		●		○	○
<i>P. thomii</i>																	
<i>P. variable</i>				○													
<i>P. velutinum</i>												○		○			
<i>P. verrucosum</i>																	
<i>P. viridicatum</i>				○													
<i>P. waksmanii</i>										●	○	○		○			
<i>Penicillium sp.</i>		○		○		○			●	●		○		○		○	○
<i>Eupenicillium sp.</i>									○	○	○	○		○		○	○





Tableau 9: Moisissures (autres que *Pénicillium*) aux sites de sciage pour toutes les scieries. ○=présent, ●= majoritaire.

Scierie #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Essence de bois	SE	SE	PIN	BF	MB	SE	CED	SE	SE	SE	SE	SE	CHE	SE	SE	SE	SE
<i>Aspergillus sp.</i>													○				
<i>Asp. fumigatus</i>		○		○	○	○	○					○					
<i>Asp. flavus</i>																	
<i>Asp. niger</i>					○		○										
<i>Asp. terreus</i>																	
<i>A. versicolor</i>					○	○											
<i>Acr. butyri</i>																	
<i>Acremonium sp.</i>							○										
<i>Alternaria sp.</i>																	
<i>Arthrinium sp.</i>																	
<i>Bauveria sp.</i>																	
<i>Chrysonilia sp.</i>																	
<i>Cladosporium sp.</i>		○															
<i>C. carionii</i>																	
<i>Eurotium sp.</i>													○				
<i>Exophiala sp.</i>									○	○							○
<i>Fusarium sp.</i>																	○
<i>Geotrichum sp.</i>																	
<i>Lecythophora sp.</i>									●								
Levures	○		●														
<i>Paecilomyces sp.</i>					○		○						●				
<i>Phialophora sp.</i>					○												
<i>Phoma sp.</i>								○									
R110								●			●						
R228								●									
<i>Rhizopus sp.</i>				●	○												
<i>Sporothrix sp.</i>					○						○						
<i>Trichoderma sp.</i>					○		●		○	○	○			○	○	●	●
<i>Verticillium sp.</i>																	
Zygomycète			○						○			○					





**Tableau 12: Moisissures du genre *Penicillium* aux sites de planage pour toutes les scieries. ○=présent, ● =majoritaire.**

Scierie #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Essence de bois	SE	SE	PIN	BF	MB	SE	CED	SE	SE	SE	SE	SE	CHE	SE	SE	SE	SE
<i>P. aculeatum</i>																	
<i>P. aurantiogriseum</i>										○							
<i>P. canescens</i>						○			○	○							
<i>P. chrysogenum</i>						○											
<i>P. citreonigrum</i>																	
<i>P. crustosum</i>								○									
<i>P. echinulatum</i>															○	○	
<i>P. fellutanum/w</i>	○					○			●	○							
<i>P. glabrum</i>										○					○		
<i>P. islandicum</i>																	
<i>P. janczewskii</i>																	
<i>P. janthinellum</i>						○											
<i>P. jensenii</i>		○												○			
<i>P. lignorum</i>																	
<i>P. lividum</i>																	
<i>P. melinii</i>																	
<i>P. mineoluteum</i>									○	○							○
<i>P. montanense</i>																	
<i>P. myczinski</i>		○				○	○			○						○	○
<i>P. novae-zeelandiae</i>																○	
<i>P. oxalicum</i>			○														
<i>P. piceum</i>																	
<i>P. purpurescens</i>										○					○		
<i>P. purpurosenum</i>																	
<i>P. raistrickii</i>	○	○	○						○	○					○		
<i>P. roquefortii</i>																	
<i>P. roseopurpureum</i>																	
<i>P. rugulosum</i>	○					●			○		●				○		
<i>P. rugulosum (j)</i>						○	○			○						○	
<i>P. simplicissimum</i>								○									
<i>P. spinu/purpur</i>	○		○												○		
<i>P. spinulosum</i>	○								○	●				●	○	○	○
<i>P. thomii</i>		○															
<i>P. variable</i>	○																
<i>P. velutinum</i>																	○
<i>P. verrucosum</i>																	
<i>P. viridicatum</i>																	
<i>P. waksmanii</i>							○		○	○	○			○			
<i>Penicillium sp.</i>		○	○				○		○		○			○			
<i>Eupenicillium sp.</i>	○	○								○	○			○	○	○	

Tableau 13: Moisissures (autres que *Penicillium*) aux sites de planage pour toutes les scieries. ○ =présent, ● =majoritaire.

Scierie #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Essence de bois	SE	SE	PIN	BF	MB	SE	CED	SE	SE	SE	SE	SE	CHE	SE	SE	SE	SE
<i>Aspergillus sp.</i>																	
<i>Asp. fumigatus</i>			○				○										
<i>Asp. flavus</i>																	
<i>Asp. niger</i>							○	○									
<i>Asp. terreus</i>																	
<i>A. versicolor</i>																	
<i>Acr. butyri</i>																	
<i>Acremonium sp.</i>																	
<i>Alternaria sp.</i>		○								○							
<i>Arthriniium sp.</i>			○											○			
<i>Banveria sp.</i>																	
<i>Chrysonilia sp.</i>																	
<i>Cladosporium sp.</i>		○	○											○			
<i>C. carionii</i>		○															
<i>Eurotium sp.</i>																	
<i>Exophiala sp.</i>									○	○				○			
<i>Fusarium sp.</i>			○														
<i>Geotrichum sp.</i>																	
<i>Lecythophora sp.</i>																	
Levures		○							○	○							
<i>Paecilomyces sp.</i>			●				○										
<i>Phialophora sp.</i>																	
<i>Phoma sp.</i>																	
R110																	
R228																	
<i>Rhizopus sp.</i>																	
<i>Sporothrix sp.</i>																	
<i>Trichoderma sp.</i>	●						○			○	○				○	○	
<i>Verticillium sp.</i>																	
Zygomycète										○							

Tableau 14: Moisissures retrouvées à chacun des sites, pour toutes les scieries. Souligné&gt;= majoritaire.

Espèces de <i>Penicillium</i>	Écorçage	Sciage	Triage	Planage
<i>P. aculeatum</i>		9		
<i>P. aurantiogriseum</i>	4, 14, 16, 17	4, 6, 8, 16	3	10
<i>P. canescens</i>	2, 6, 10, 12, 14, 17	2, 6, 9, 10, 12, 16	3, 6, 10	6, 9, 10
<i>P. chrysogenum</i>	5	5		6
<i>P. citreonigrum</i>	4	4		
<i>P. crustosum</i>	4, 6, 8	4, 5, 6, 8, 15, 16	3, 8	8
<i>P. echinulatum</i>	9		13	15, 16
<i>P. fellutanum</i> <sup>lw</sup>	1, 2, 5, 6, 10, 11, 12, 14, 16, 17	2, 5, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16	6, 8, 12	1, 6, 9, 12
<i>P. glabrum</i>	12, 14, 16, 17	10, 14, 16, 15	3	10, 15
<i>P. islandicum</i>	5			
<i>P. janczewskii</i>			3	
<i>P. janthinellum</i>		2, 12	6	6
<i>P. jensenii</i>	2	9	3	2, 14
<i>P. lignorum</i>	9	12, 15		
<i>P. lividum</i>	12	5, 9, 15, 16	3	
<i>P. melinii</i>	9, 14, 16	3		
<i>P. mineoluteum</i>	8		10	9, 10, 16
<i>P. montanense</i>	5		13	
<i>P. myczinski</i>	2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 17	2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16	2, 3, 6, 8, 10	2, 6, 7, 10, 16, 17
<i>P. novae-zeelandiae</i>				16
<i>P. oxalicum</i>				3
<i>P. piceum</i>	5			10, 14
<i>P. purpurescens</i>	4, 8, 10, 12, 14, 16	4, 6, 12, 14, 16	3, 10, 13	
<i>P. purpurogenum</i>	9	8, 9, 10, 14		1, 2, 3, 9, 10, 14
<i>P. raistrickii</i>	1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 17	2, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15	2, 6, 8, 13	
<i>P. roquefortii</i>		13	13	
<i>P. roseopurpureum</i>	9, 12, 14	12, 14	6	
<i>P. rugulosum</i>	1, 5, 8, 10, 16, 17	4, 8, 9, 10, 16	6, 8, 10, 13	1, 6, 9, 11, 14
<i>P. rugulosum (j)</i>	1, 4, 5, 8, 9, 10, 16, 17	5, 7, 8, 9, 16	6, 8	6, 7, 10, 16
<i>P. simplicissimum</i>	6	14		8
<i>P. spinulpurpur</i>	1, 2, 4, 5, 6, 12, 17	2, 4, 6, 12, 13, 16	3, 6	1, 3, 14
<i>P. spinulosum</i>	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17	2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16	3, 6, 8, 10, 13	1, 9, 10, 14, 15, 16, 17
<i>P. thomii</i>		15, 16		2
<i>P. variable</i>	4	4	8	1
<i>P. velutinum</i>	12, 14	14, 15	3, 6	16
<i>P. verrucosum</i>	4		2	
<i>P. viridicatum</i>		4, 13	13	
<i>P. waksmanii</i>	10, 11, 12, 14	4, 9, 10, 12, 14, 16	10	7, 9, 10, 11, 14
<i>Penicillium sp.</i>	2, 4, 6, 9, 10, 12, 14,	2, 6, 8, 9, 10, 13, 15,	3, 6	2, 3, 7, 9, 11,

	16, 17	16		14
--	--------	----	--	----

Autres taxons	Ecorçage	Sciage	Triage	Planage
<i>Aspergillus sp.</i>		13	13	
<i>Asp. fumigatus</i>	1, 4, 5, 12	2, 4, 5, 6, 7, 12,	2	3, 7
<i>Asp. flavus</i>			6	
<i>Asp. niger</i>	5	5, 7		7, 8
<i>Asp. terreus</i>			3	
<i>A. versicolor</i>	6	5, 6	6, 13	
<i>Acremonium butyri</i>	4			
<i>Acremonium sp.</i>		7		
<i>Alternaria sp.</i>	8, 16			2, 10
<i>Arthrinium sp.</i>	8		3	3, 14
<i>Bauveria sp.</i>	5, 9, 14			
<i>Chrysonilia sp.</i>			6	
<i>Cladosporium sp.</i>	2, 3, 14	2	2, 3, 13	2, 3, 14
<i>C. carionii</i>				2
<i>Eupenicillium sp.</i>	9, 10, 11, 12, 14, 16	2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	3	1, 2, 10, 11, 14, 15, 16
<i>Eurotium sp.</i>	4	13	13	
<i>Exophiala sp.</i>	9, 10, 12, 17	9, 10, 16	10	9, 10, 14
<i>Fusarium sp.</i>		16		3
<i>Geotrichum sp.</i>			2	
<i>Lecythophora sp.</i>	17	2		
<b>Yeasts</b>		1, 3	3, 6, 10, 14	2, 9, 10
<i>Paecilomyces sp.</i>	4	5, 7, 13	3, 13	3, 7
<i>Phialophora sp.</i>		5		
<i>Phoma sp.</i>		8		
<b>R110</b>	8, 11	8, 11	8	
<b>R228</b>		8		
<i>Rhizopus sp.</i>	4	4, 5		
<i>Sporothrix sp.</i>	5	5, 11		
<i>Trichoderma sp.</i>	1, 4, 5, 6, 9, 10, 14, 16, 17	5, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17		7, 10, 11, 15, 16
<i>Verticillium sp.</i>	8			
<b>Zygomycetes</b>	9	3, 9, 12	8	10

Sapin/épinette: 1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17

Pin: 3

Bouleau: 4, 5

Cèdre: 7

Chêne: 13

#### **4.1.2 Choix des antigènes majoritaires ou importants pour l'analyse de la santé des travailleurs**

À la suite des analyses quantitatives des différents micro-organismes présents dans l'air des scieries, il est apparu que les actinomycètes et les levures étaient beaucoup moins importants que les moisissures. Nous avons donc sélectionné 9 espèces ou genres de moisissures retrouvés fréquemment ou de façon spéciale dans certaines scieries. Il s'agit d'abord de: *Penicillium myczinskii*, *Penicillium spinulosum* et *Penicillium fellutanum/w*, présents dans la plupart de scieries et de *Trichoderma* sp. et *Paecilomyces* sp. également présents mais surtout décrits dans la littérature comme pouvant être présents sur les billots de bois (*Trichoderma viride*) ou comme contaminant majeur dans des scieries ou des cas d'AEE furent étudiés (*Paecilomyces variotii*). Ces 5 antigènes ont été testés contre les sérums de toutes les scieries.

Ensuite, nous avons testé de façon plus spécifique les antigènes suivants: *Penicillium roquefortii* contre les sérums des travailleurs de la scierie 13 où il était retrouvé exclusivement, et *Eupenicillium* sp. et une mucorale contre les sérums des travailleurs des scieries 15 et 4 respectivement.

## 4.2 Santé des travailleurs

### 4.2.1 Questionnaire

Au total 1205 travailleurs ont participé à cette étude, la description de leur données démographiques est présentée au tableau 15.

**Tableau 15. Aspect démographique des travailleurs étudiés.**

Nombre de travailleurs.	Age. Moyenne $\pm$ écart-type (étendue)	Sexe		Tabac		Scieries	
						Essence de bois	Nb. de travailleurs
1205	38 $\pm$ 10 (16-65)	H	1183	F	523	Sapin/ épinette	874
		F	22	EX	322	Bois franc	185
				NF	356	Pin	110
						Cèdre	23

Pour la colonne tabac, F = fumeurs, EX = anciens fumeurs et NF = non-fumeurs. L'essence de bois ne put être déterminée pour 8 travailleurs.

Comme prévu pour cette industrie la très forte majorité des travailleurs était des hommes (98%). De ces 1205 travailleurs la majorité oeuvrait dans une scierie dont l'essence de bois était du sapin ou de l'épinette. La fréquence des symptômes respiratoires est décrite au tableau 16.

**Tableau 16. Résultats des réponses au questionnaire des travailleurs avec symptômes respiratoires et liens de certains de ces symptômes avec le travail.**

	Bronchite chronique	Asthme	Sibilance associé au travail	Dyspnée	Dyspnée au travail
nombre	177	87	89	85	14
%	14.8	7.2	7.5	7.1	1.2

A noter que seulement 1.2% des travailleurs ont rapporté une dyspnée associée à leur milieu de travail. La prévalence de bronchite chronique et d'asthme ne variait pas de façon significative entre les différentes scieries. Par ailleurs, la bronchite chronique pouvait s'expliquer par le tabagisme, présent ou passé, dans 85% des sujets atteints de cette affection (Tableau 17).

**Tableau 17. Prévalence de bronchite chronique selon l'histoire tabagique.**

Fréquence (pourcentage)	fumeurs	Ex fumeurs	Non fumeurs	Total
Bronchite chronique -	393 (32.2)	301 (29.4)	329 (38.4)	1023
Bronchite chronique +	128 (72.3)	22 (12.4)	27 (15.3)	177
Total	521	323	356	1200

#### **4.2.2 Fonctions respiratoires**

L'analyse des fonctions respiratoires porte sur 3 paramètres obtenus par une mesure des débits expiratoires forcés: le volume maximal expiratoire en une seconde (VEMS), la capacité vitale (CVF) et le rapport de ces deux (VEMS/CVF) connu sous la désignation «le Tiffeneau ». Les résultats en valeur absolue obtenus pour les travailleurs de chaque scierie sont présentés à la figure 5. Pour chaque variable, les colonnes avec différentes lettres sont statistiquement significatives. Ces différences disparaissent lorsque ces fonctions respiratoires sont analysées en pourcentage des valeurs prédites, c'est-à-dire en tenant compte des variables âge, sexe et taille (données non fournies). Constatation attendue, le tabagisme influençait fortement et de façon négative ces mesures ( $p = 0.0001$ ).

### 4.2.3 Tests cutanés

Vingt-trois pour cent des travailleurs ont présenté au moins une réaction cutanée positive (moyenne des deux plus grands diamètres de l'induration égale ou supérieure à 3mm) à un des 22 antigènes testés. La fréquence relative pour chaque antigène testé est présentée au tableau 18.

**Tableau 18. Nombre et % de réactions positives pour chaque allergène testé**

Contrôle		Histamine		Poils de chats		Poils de chien	
0	0	1189	100	45	3.8	36	3.0
Poils de cheval		Poils de vaches		Plumes		Poussières de maison	
34	2.8	7	0.6	1	0.1	237	19.8
D. Farinae		Mélange d'arbres		Bouleau		Erable	
232	19.4	91	7.6	133	11.1	98	8.2
Mélange de graminées		Épinette		Pin		Sapin	
98	8.2	30	2.5	56	4.7	26	2.2
Herbe à poux		Mauvaises herbes		Alternaria		Hormodendrum	
78	6.3	70	5.8	30	2.5	12	1.0
Mucor		Helminthosporium		Pénicillium		Aspergillus fumigatus	
2	0.2	17	1.4	44	3.7	77	6.4

Nous avons vérifié si le taux de positivité pour les antigènes de l'essence de bois usiné dans chaque scierie était plus élevé pour les travailleurs exposés que chez ceux exposés à différentes essences. Les résultats de cette comparaison sont présentés au tableau 19; aucun lien entre les réactions cutanées et l'essence de bois dans les scieries ne fut retrouvé.

**Tableau 19. Fréquence des tests cutanés positifs pour les allergènes de différentes essences de bois en relation avec l'essence de bois utilisé dans la scierie où le travailleur est employé.**

Fréquence (pourcentage)	Pin		Total
	positif	négatif	
Travailleurs pin	3 (2.70)	108 (97.30)	111
Travailleurs autres	53 (4.88)	1033 (95.12)	1086
Total	56	1141	1197

Fréquence (pourcentage)	Sapin/épinette		Total
	positif	négatif	
Travailleurs S/Ep	47 (5.37)	829 (94.63)	876
Travailleurs autres	7 (2.18)	314 (97.82)	321
Total	54	1143	1197

Tableau 19 (suite)

Fréquence (pourcentage)	Bouleau		Total
	positif	négatif	
Travailleurs bouleau/merisier	6 (6.90)	81 (93.10)	87
Travailleurs autres	127 (11.44)	983 (88.56)	1110
Total	133	1064	1197

Les travailleurs oeuvrant dans les scieries sapin/épinette ont plus de réactions cutanées à ces essences que les travailleurs des autres scieries.  $P = 0.018$ . Différences non significatives pour les autres essences.

#### 4.2.4 Anticorps

Les résultats des taux sériques pour les 5 antigènes isolés dans la plupart des scieries testés dans le sérum de tous les travailleurs et des contrôles non exposés sont présentés au tableau 20 (page suivante).

**Tableau 20. Fréquence de la réaction antigénique pour l'ensemble des travailleurs en fonction des cinq antigènes principaux.**

<i>Trichoderma</i> sp. p=0,613		0	1	2	3	4
	Sérums contrôles	309 (96,87)	10 (3,13)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
	Sérums travailleurs	1024 (94,81)	45 (4,17)	6 (0,56)	3 (0,28)	2 (0,19)

<i>Paecilomyces</i> sp. (A125) p=0,536		0	1	2	3	4
	Sérums contrôles	250 (98,04)	4 (1,57)	0 (0,00)	1 (0,00)	0 (0,00)
	Sérumstravailleurs	817 (97,84)	15 (1,80)	2 (0,24)	0 (0,00)	1 (0,12)

<i>Penicillium spinulosum</i> (M119) p=0,350		0	1	2	3	4
	Sérums contrôles	276 (92,93)	20 (6,73)	1 (0,34)	0 (0,00)	0 (0,00)
	Sérumstravailleurs	932 (89,7)	86 (8,28)	14 (1,35)	6 (0,58)	1 (0,10)

<i>Penicillium miczinskii</i> (M32) p=0,593		0	1	2	3	4
	Sérums contrôles	305 (95,61)	13 (4,08)	1 (0,31)	0 (0,00)	0 (0,00)
	Sérums travailleurs	1007 (93,24)	58 (5,37)	9 (0,83)	5 (0,46)	1 (0,09)

<i>Penicillium fellutanum/w (R556) p = 0,493</i>		0	1	2	3	4
	Sérums contrôles	311 (97,49)	8 (2,51)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
	Sérums travailleurs	1028 (95,19)	41 (3,80)	6 (0,56)	4 (0,37)	1 (0,09)

Cote: 0=négatif, 1=faible, 2=positif modéré, 3=positif, 4=fortement positif.

Sur un total de 1080 sérums de travailleurs, 136 étaient positifs tandis que 26 sérums-contrôles réagissaient sur un total de 319 cependant, ces différences n'étaient pas significatives ( $p = 0,350$  à  $0,613$ ). Les 64 réactions de positivité 2+ ou plus représentent les sérums de vingt neuf sujets. De ceux-ci, 27 étaient des travailleurs et seulement 2 des contrôles. Plusieurs de ces sérums répondaient à plus d'un antigène, comme on le constate au tableau 21, ceci suggérant la non-spécificité des réactions. Et plus particulièrement lorsqu'un sérum répondait à une espèce de *Penicillium*, il répondait aux autres espèces.

Tableau 21. Fréquence de positivité à un ou plusieurs antigènes

Réaction à:	1 antigène	2 antigènes	3 antigènes	4 antigènes	5 antigènes
Sérums-contrôles	11	4	5	6	0
(%)	(43,31)	(15,38)	(19,23)	(23,08)	(0,00)
Sérums-travailleurs	57	28	22	18	11
(%)	(41,91)	(20,59)	(16,18)	(13,24)	(8,09)

L'intensité des réactions et leur spécificité sont présentées à la figure 6. On constate que la plus forte positivité se retrouve surtout chez les travailleurs alors que celle des témoins est faible et le plus souvent contre un seul antigène. Un seul sujet réagissant à 4+ réagissait à un antigène seulement. Pour les antigènes retrouvés dans

certaines scieries spécifiquement, il n'y a pas de différence entre les sérums des contrôles et ceux des travailleurs de ces scieries (résultats non montrés)

La fréquence de positivité sérique pour les 5 antigènes communs chez les travailleurs et contrôles de chacune des 17 scieries de l'étude est présentée à la figure 7. On note une grande variabilité dans ces réactions.

### 4.3 Relations santé - environnement

Une matrice des corrélations entre: le VEMS, FVC, le Tiffeneau et les taux de poussières, moisissures et endotoxines (LPS) est présentée au tableau 22. Quoique certaines comparaisons atteignent le seuil de significativité, le R demeure très faible; ces variables ne peuvent expliquer tout au plus, qu'une faible proportion des différences (<1%).

Tableau 22. Coefficients de corrélation de Pearson (R) entre les fonctions respiratoires et certains paramètres de l'environnement.

		VEMS	CVF	TIFF
Poussières	R	-0.053	-0.473	-0.031
	P	0.21	0.26	0.45
	No.	563	563	563
Moississures	R	0.072	0.067	0.023
	P	0.017	0.025	0.45
	No.	1103	1103	1103
Endotoxines	R	0.078	0.038	0.093
	P	0.007	0.194	0.001
	No.	1192	1192	1192

No. = nombre de sujets, VEMS = volume maximal expiré en une seconde, CVF = capacité vitale forcée, Tiff = indice de Tiffeneau (VEMS/CVF).

## 5. Discussion

### *Analyses comparatives des sites: sapin/épinette*

Les trois milieux de culture permettant de cultiver les moisissures et levures permettent de démontrer que le site d'écorçage est le plus contaminé par ces micro-organismes ( $p=0.0001$  pour les valeurs RB). Ce site est aussi celui contenant les concentrations de bactéries et d'endotoxines les plus élevées ( $p<0.05$ ). Cependant, le site de planage contient en moyenne, les plus grandes concentrations de poussière inhalable ( $p<0.05$ ).

### *Moisissures*

Les moisissures appartenant au genre *Penicillium* sont de loin les plus importantes numériquement et en fréquence dans les scieries (tableau 14).

Certaines moisissures sont particulières à certains environnements. Un bon exemple est *Penicillium roquefortii* qu'on retrouve seulement dans la scierie de chêne (#13) et cette moisissure est la plus importante dans le site de triage de cette scierie (voir tableaux 10 et 14). Nous n'avons trouvé aucune donnée décrivant l'importance de cette espèce dans la colonisation ou la détérioration du chêne. Les concentrations sont assez faibles (environ 500 UFC/m<sup>3</sup> pour le sciage et 600 UFC/m<sup>3</sup> pour le triage (données non montrées) mais il serait cependant très intéressant d'échantillonner d'autres scieries travaillant le bois de chêne afin de vérifier si cette observation est généralisée.

La scierie possédant les plus hautes concentrations de moisissures dans l'air est une scierie de sapin/épinette (#12). Les sites d'écorçage et de sciage démontrent respectivement  $1.75 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup> (sur SDA) et  $1.83 \times 10^6$  UFC/m<sup>3</sup> (sur CZA) de moisissures cultivables. Dans ces deux sites, *P. myczinskii* est la moisissure la plus importante et représente jusqu'à 46% de la mycoflore (au sciage). À notre connaissance, cette moisissure ne fut jamais décrite en de telles concentrations dans d'autres environnements fortement contaminés.

Halpin et collaborateurs (Halpin et al, 1994) ont étudié les aéroallergènes dans une scierie. La plus grande concentration de moisissures trouvée fut environ  $1.70 \times 10^4$  UFC/m<sup>3</sup> à un site d'écorçage: la concentration de moisissures trouvée dans les scieries québécoises est souvent égale ou supérieure à cette valeur (voir tableaux 4 et 5).

La nature des contaminants des scieries du Québec est très différente de celle des scieries européennes décrites dans plusieurs publications où les taxons les plus importants sont *Rhizopus* sp., *Paecilomyces* sp. Dans la présente étude, très peu de *Rhizopus* sp. et *Paecilomyces* sp. sont détectés. Dans la scierie #4 (bouleau), *Rhizopus* sp. est la moisissure la plus importante mais les concentrations retrouvées sont très faibles (<100 UFC/m<sup>3</sup>). De façon intéressante, *Paecilomyces* sp. est particulièrement importante dans la scierie #3 (pin), 7 (cèdre) et 13 (chêne), ces essences de bois étant étudiées dans les pays européens: la scierie #3, le site de planage possède au delà de  $4.00 \times 10^3$  UFC/m<sup>3</sup> de *Paecilomyces* sp. mais des concentrations plus faibles sont retrouvées dans les autres scieries (<1000 UFC/m<sup>3</sup>). Puisque très peu d'études européennes furent effectuées dans les scieries de sapin/épinette, la différence entre la nature des contaminants retrouvés au Québec peut être expliquée par l'importance de ces essences de bois.

### ***Actinomycètes thermophiles***

Les concentrations d'actinomycètes thermophiles sont en général très faibles (valeurs médianes de 2 à 7 UFC/m<sup>3</sup>) et ce, dans la plupart scieries. Trois cas font exception: la scierie #3 au site de triage (pin) et la scierie #5 au site de déroulage (bouleau) où les comptes de ces micro-organismes atteignent  $2.5 \times 10^3$  et  $1.00 \times 10^3$  UFC/m<sup>3</sup>, respectivement. De plus, la scierie de cèdre (#7) possède 133 et 314 UFC/m<sup>3</sup> d'actinomycètes thermophiles aux sites de sciage et triage respectivement. Pour la scierie de pin, la basse température du four (71°C) n'a pas augmenté le compte d'actinomycètes thermophiles au site de rabotage même si cette température est proche de la température de croissance de ces actinomycètes. Il est très difficile d'expliquer la concentration de bactéries thermophiles à ces sites puisqu'ils sont dans les 2 cas situés avant le séchoir. Les conditions d'entreposage du bois avant l'écorçage

(pour le déroulage du bouleau) et avant le triage (pour le pin) peuvent favoriser le développement d'actinomycètes. Une étude européenne a déjà démontré que *Thermoactinomyces vulgaris*, un actinomycète thermophile, était responsable d'alvéolite allergique dans une scierie (Terho *et al*, 1980). Puisque dans les scieries étudiées, les actinomycètes thermophiles sont généralement retrouvés en très faibles concentrations, il est peu probable que ce groupe d'organismes soient de grande importance dans la santé des travailleurs et le développement de symptômes respiratoires. De plus, leur concentration ne semble pas reliée à la présence d'un four (l'usine de cèdre ne possédait pas de four).

### ***Poussière inhalable***

La méthode d'analyse utilisée pour la poussière est plus réaliste (poids sec) mais sous-estime par rapport à la valeur guide qui est donnée en poids humide. Ceci rend difficile la comparaison avec ces valeurs guides pour la poussière de bois (5 mg/m<sup>3</sup> pour le bois mou et 1 mg/m<sup>3</sup> pour le bois dur, tel que le chêne et le bouleau). La valeur de poussière la plus élevée retrouvée sur un filtre est 5.15 mg/m<sup>3</sup>, dans le cas d'une usine de sapin/épinette à un site d'écorçage. Toutefois, les deux autres filtres de ce site donnent des valeurs plus faibles (<3 mg/m<sup>3</sup>). Cette valeur ainsi qu'une autre (4.14 mg/m<sup>3</sup>) pour un site de planage sont très élevées. Sachant que le poids donné est un poids sec et que le taux d'humidité du bois pouvait être aussi élevé que 50%, la valeur serait encore plus élevée et dépasserait les valeurs guides. La poussière dans la scierie de chêne (2,13 mg/m<sup>3</sup>) est 2 fois plus élevée que la valeur guide pour le bois dur.

Dans les scieries de sapin/épinette, pour le site d'écorçage, la concentration de la poussière corrèle les niveaux de moisissures (p=0.005, r<sub>s</sub>=0.7). La poussière de ce site est probablement plus contaminée par les moisissures. Puisque de nombreuses moisissures contaminent l'écorce, cette corrélation n'est pas surprenante. Dans la plupart des scieries, l'opérateur des scieries est assis dans une cabine isolée. Il est donc probablement mieux protégé contre la poussière et les moisissures que les autres travailleurs. Un échantillonnage à l'intérieur de la cabine nous aurait donné la réponse à cette affirmation.

Les concentrations de poussière corréler les concentrations d'endotoxines aux sites de triage (sapin/épinette) (tableau 4). Les taux de poussière à ces sites sont bas (médiane de  $1.30 \text{ mg/m}^3$ ) et puisque ces sites n'étaient pas visuellement poussiéreux, il est fort probable que la poussière soit très fine. Il est possible que la concentration d'endotoxines dans la poussière plus fine est plus grande que dans la poussière plus grosse. La corrélation peut s'expliquer par une concentration en endotoxine plus constante dans la poussière retrouvée au triage.

Les niveaux d'endotoxines sont très élevés dans certains endroits (sites ou scieries). La plus haute valeur est détectée dans une scierie de sapin/épinette ( $1.70 \times 10^4 \text{ UE/m}^3$ ) et d'autres valeurs élevées sont retrouvées dans d'autres scieries (voir tableaux 4 et 5). À notre connaissance, aucune étude effectuée dans les scieries n'a démontré une si haute concentration d'endotoxines. La présence de bassins d'eau de trempage ou l'utilisation de vaporisateurs, l'accumulation et l'entreposage à l'extérieur des billots et du bois scié pourraient favoriser la croissance des bactéries et donc, favoriser l'exposition aux endotoxines. Puisque au planage des scieries de sapin/épinette une très bonne corrélation existe entre les bactéries et les endotoxines, il est probable que les bactéries à Gram-négatif soient plus importantes à ce site.

L'impact de la région géographique, de l'essence de bois et de la taille de l'industrie sur la microflore ne peut être établi.

### *Température et humidité extérieures*

Étonnamment, la température et l'humidité extérieures n'ont pas d'influence sur les taux de contaminants retrouvés. Ceci pourrait cependant s'expliquer par le fait que l'échantillonnage dans chaque scierie fut ponctuel. Un échantillon suivi dans le temps et dans une même scierie permettrait sans doute de voir si la température et l'humidité influencent le taux de contaminants.

### *Santé des travailleurs*

Nos résultats démontrent que dans l'ensemble les travailleurs ne semblent pas présenter de problèmes respiratoires reliés à leur travail. La prévalence d'asthme est similaire à ce qui a déjà été rapportée pour la population du Canada en général

(Manfreda et al, 1996). Quatre-vingt cinq pour cent des cas de bronchite chronique sont attribuables au tabagisme et seulement 1.2% des travailleurs ont répondu présenter une dyspnée reliée à leur travail. Les fonctions respiratoires sont pour l'ensemble normales et la prévalence de réaction cutanée aux différents allergènes respiratoires est aussi comparable aux résultats pour l'ensemble des québécois (Boulet et al, 1997). La prévalence des réactions positives pour différents antigènes retrouvés dans les scieries est semblable chez les travailleurs et les contrôles.

Certaines particularités sont cependant à remarquer. Les travailleurs d'une scierie avaient des fonctions respiratoires significativement inférieurs aux autres. Cette différence disparaît cependant quand les valeurs sont rapportées en fonction des valeurs prédites plus tôt qu'en valeurs absolues suggérant que les travailleurs de cette scierie sont plus vieux et/ou plus petits que ceux des autres scieries. Les travailleurs des scieries sapin/épinette ont plus d'allergies cutanées aux antigènes de sapin ou d'épinette, suggérant qu'ils ont un risque plus élevé de présenter des allergies respiratoires de types rhinite ou asthme que les personnes non exposées à cet environnement.

En ce que concerne les anticorps aux moisissures retrouvées parfois en grand nombre dans l'air des scieries, quoique la prévalence de ces anticorps est similaire pour les travailleurs que les témoins il n'en demeure pas moins que 27 des 29 sujets avec des réactions positives sont des travailleurs. Cette observation suggère que certains individus pourraient être à risque de développer une alvéolite allergique. Les travailleurs devraient donc demeurer prudents et éviter de respirer les poussières fortement contaminées.

Il existe une relation très significative entre les taux de moisissures et d'endotoxines et les fonctions respiratoires; c'est-à-dire que, plus il y a de ces contaminant, moins bonnes sont les fonctions respiratoires des travailleurs. Il faut cependant remarquer que malgré la significativité statistique, la relation entre ces variables est faible, la contribution des moisissures et des endotoxines ne pouvant expliquer que moins de 1% des atteintes respiratoires.

Toutes les analyses faites entre les symptômes et les fonctions respiratoires et les sites de travail, les régions du Québec et les essences de bois utilisé ne permettent pas d'identifier de variables qui constituent un risque élevé pour les travailleurs.

Les différences marquées entre les scieries en ce qui concerne les taux de moisissures et d'endotoxine ne se sont pas traduites en effets mesurables chez les travailleurs. En fait, la prévalence d'anticorps spécifiques chez les travailleurs de la scierie la plus contaminée par ces moisissures (scierie # 12) était faible par rapport aux autres scieries. Il est donc probable qu'une mesure environnementale ponctuelle ne reflète pas l'exposition réelle des travailleurs.

## **6. Conclusion**

Nous concluons que l'air des scieries peut parfois contenir des taux élevés de poussière, de moisissures et d'endotoxines. Les moisissures retrouvées au Québec sont différentes de celles rapportées pour les scieries européennes d'autre part, certaines scieries de bois francs et de pin montrent des taux d'actinomycètes thermophiles et d'endotoxines différents des scieries de sapin/épinette, cependant le petit nombre de données ne permettent que d'y voir une tendance. Au Québec, ces contaminants environnementaux n'ont pas d'impact sur la santé respiratoire pour l'ensemble des travailleurs. Il n'en demeure pas moins que certains individus peuvent être à risque de présenter une allergie respiratoire de type atopie (asthme, rhinite) ou retardée (alvéolite allergique).

## **7. Applicabilité des résultats**

Les résultats de cette étude permettent de faire le point sur la qualité de l'air des scieries du Québec et sur la santé respiratoire des travailleurs. Devant le taux plus élevé d'allergie cutanée spécifique chez les travailleurs des scieries sapin/épinette, celles-ci devraient surveiller le développement de signes d'atopie chez leurs travailleurs. La manipulation de bois moisi ou mal conservé et le contact avec les poussières émanant de ceux-ci demeurent un risque potentiel pour les travailleurs

et il serait pertinent de modifier les méthodes de travail pour d'une part, diminuer les volumes de bois moisi qui sont susceptibles d'être manipulés à la scierie et d'autre part, revoir la façon dont le bois est conservé pour diminuer les concentrations de contaminants. Advenant le cas de manipulation de bois moisi, elle devraient se faire avec une protection respiratoire.

## **8. Suivi et retombées éventuelles**

Il serait opportun de poursuivre l'évaluation de deux petits groupes de travailleurs soit, les 27 travailleurs ayant un haut taux d'anticorps et les 47 travailleurs présentant une réaction allergique à l'essence de bois travaillé dans l'usine où ils sont employés. Pour le premier groupe, les travailleurs ont très probablement récemment été ou sont toujours exposés à de fortes concentrations d'allergènes. Afin de prévenir le développement d'une alvéolite allergique chez ces sujets il serait souhaitable de pousser l'investigation de leur santé respiratoire (fonctions respiratoires complètes, radiographies pulmonaires, lavages bronchoalvéolaires,...). L'évaluation spécifique de leur environnement de travail est également hautement souhaitable. Nous serions alors en mesure d'identifier les sujets à risques et d'apporter les correctifs requis. Pour les 47 sujets avec allergie cutanée spécifique au sapin/épinette il faudrait vérifier leur degré d'hyperréactivité bronchique, surtout en relation avec l'antigène causal. Ici encore l'objectif étant d'identifier les sujets à risque d'un asthme professionnel afin d'apporter les moyens préventifs appropriés.

## **9. Remerciements**

Nous tenons à remercier l'Association des industries forestières du Québec et plus particulièrement Monsieur Boisclair ainsi que les différents responsables de région qui nous ont aidés dans cette étude en nous fournissant la liste des industries susceptibles d'y participer, puis en favorisant les premiers contacts avec les industries choisies.

Nous remercions également les directions des usines qui ont participé à cette étude pour leur précieuse collaboration, ainsi que tous les travailleurs de ces industries.

Enfin, nous tenons à remercier notre collègue Evelyne Israël-Assayag pour ses précieux conseils ainsi qu'Isabel Boivin pour son support technique efficace.

## 10. Liste des articles scientifiques et communications

### *10.1 Articles scientifiques publiés, soumis et en préparation*

**Caroline Duchaine and Anne Mériaux.** Airborne Mold Biodiversity in Eastern Canadian Sawmills. Soumis à Canadian Journal of Microbiology.

**Yvon Cormier, Anne Mériaux and Caroline Duchaine.** Respiratory impact of working in eastern Canadian sawmills. Soumis à Archives of Environmental Health.

**Caroline Duchaine, Anne Mériaux and Yvon Cormier.** Assessment of particulates and bioaerosols in Eastern Canada sawmills. En préparation.

**Caroline Duchaine, Anne Mériaux and Paul Comtois.** Comparison of three culture media for the recovery of airborne molds from sawmills. Manuscrit en préparation.

**Caroline Duchaine, Anne Mériaux and Yvon Cormier.** Airborne contamination of eastern Canada sawmills. *Dans* Bioaerosols, Fungi and Mycotoxins: Health Effects, Assessment, Prevention and Control, sous presse.

### *10.2 Communications*

**Caroline Duchaine, Anne Mériaux, Gaétane Bédard et Yvon Cormier.** Bioaérosols dans les scieries du Québec et impact sur la santé respiratoire des travailleurs. Soumis à la réunion annuelle conjointe de l'Association des pneumologues du Québec et de la Société de thoracologie du Québec, Lavai, 1 et 2 octobre 1999.

**Caroline Duchaine, Anne Mériaux and Yvon Cormier** (1999). Airborne contamination in eastern Canadian Sawmills: lack of IgG response despite high exposure levels. Am J Respir Crit Care Med 159: A234

**Caroline Duchaine, Anne Mériaux and Yvon Cormier.** Airborne contamination in 17 sawmills of Eastern Canada. Third International Conference on Bioaerosols, Fungi, and Mycotoxins. Saratoga Springs, New York, USA, 23-25 septembre 1998.

## 11. Références

- Belin L (1987). Sawmill alveolitis in Sweden. *Int Archs Allergy appl Immun* 82: 440-443
- Boulet L-P, Turcotte H, Laprise C, Lavertu C, Bédard P-M, Lavoie A, Hébert J (1997). Comparative degree and type of sensitization to common indoor and outdoor allergens in subjects with allergic rhinitis and/or asthma. *Clin, and Exp. Allergy* 27: 52-59
- Chan-Yeung M, Barton GM, MacLean L and Grzybowski S (1973). Occupational asthma and rhinitis due to western red cedar (*Thuja plicata*). *Am Rewv Respir Dis* 108: 1094-1102
- Cohen HI, Merigan TC, Kosek JC and Eldridge F (1967). A granulomatous pneumonitis associated with redwood sawdust inhalation. *Am J Med* 43: 785-794
- Comtois P (1991) Rapport du projet de recherche subventionné par l'IRSSST.
- Crapo R, chairman of the Comittee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories (1995). Standardization of spirometry, 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med* 152: 1107-1136.
- Dutkiewicz J (1989). Bacteria, fungi and endotoxin in stored timber logs and airborne sawdust in polland. *Biodeterioration res* 2: 533-547
- Dykewicz MS, Laufer P, Patterson R, Roberts M and Sommers HM (1988). Woodman's disease: hypersensitivity pneumonitis from cutting live très. *J Allergy Clin Immunol* 81: 455-460
- Eduard W, Sandven P and Levy F (1992). Relationships between exposure to spores from *Rhizopus microsporus* and *Paecilomyces variotii* and serum IgG antibodies in wood trimmers. *Int Arch Allergy Immunol* 97: 274-282
- Eduard W (1993). Assessment of mould spore exposure and relation to symptoms in wood trimmers. PhD thesis.
- Emanuel DA, Wenzel FJ and Lawton BR (1966). Pneumonitis due to *Cryptostroma corticale* (maple bark disease). *N Engl J Med* 274: 1413-1418

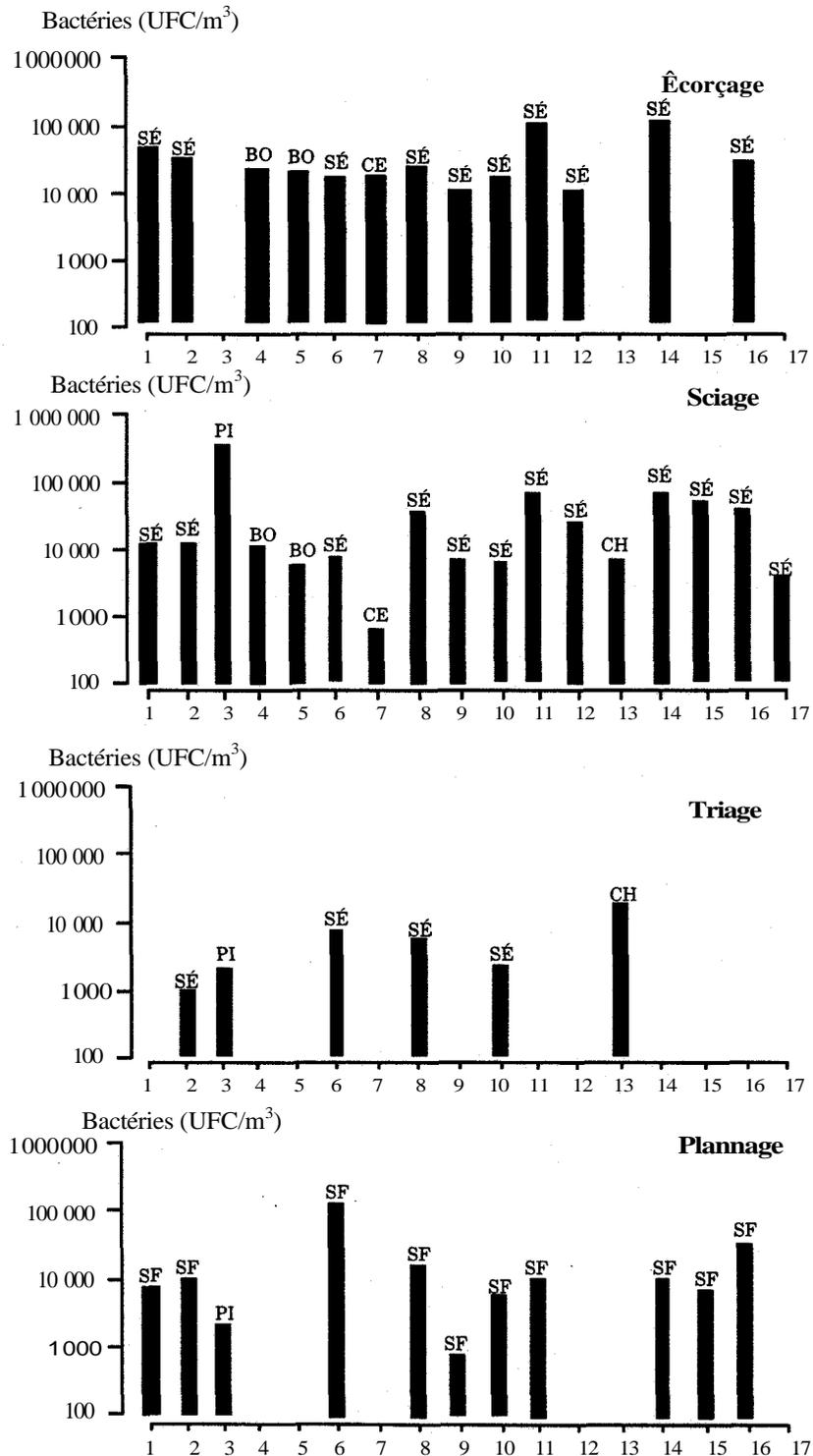
- Flechsig R and Nedo G (1990). Hazardous health effects of occupational exposure to wood dust. *Ind Health* 28: 107-119
- Greene JG, Treuhaft MW and Arusell RM (1981). Hypersensitivity pneumonitis due to *Saccharomonospora viridis*. *Ann Allergy*, 47: 449-452
- Halpin DMG, Graneek BJ, Turner-Warwick M and Newman Taylor AJ (1994). Extrinsic allergic alveolitis and asthma in a sawmill worker: case report and review of the literature. *Occup Environ Med* 51: 160-164
- Hedenstierna G, Alexandersson R, Belin L, Wimander K, Rosen G (1986). Lung function and *Rhizopus* antibodies in wood trimmers. *Int J Occup Environ Health* 58: 167-177
- Jäppinen P, Haahtela T and Liira J (1987). Chip pile workers and mould exposure. A preliminary clinical and hygienic survey. *Allergy*, 42: 545-548
- Kim SJ and Chaparas SD (1978). Preparation of antigens from organisms grown in completely synthetic medium. *Am Revv Respir Dis* 118: 547-555
- Land CJ, Hult K, Fuchs R, Hagelberg S and Lundström H (1987). Tremorgenic mycotoxins from *Aspergillus fumigatus* as a possible occupational health problem in sawmills. *Appl Environ Microbiol* 53: 787-790
- Maestrelli P, Guido M and Dal Vecchio L (1987). Occupational asthma due to ebony wood (*Diospyros crassiflora*) dust. *American Academy of Allergy and Immunology*, 41th meeting, March 1985, New York, New York, vol 59.
- Malo J-L, Cartier A and Boulet L-P (1986). Occupational asthma in sawmills of eastern Canada and United-States. *J Allergy Clin Immunol* 78: 392-398
- Manfreda J, Chan-Yeng M, Dimich-Ward M, Sears H, Sierstead M, Becklake P, Sweet L, Vantil D, Bowie N, Anthonisen R (1996). Prevalence of asthma in Canada. *Am J Respir Crit Care Med* 153: A432 Abstract
- Terho EO, Husman K, Kotimaa M and Sjöblom T (1980). Extrinsic allergic alveolitis in a sawmill worker: A case report. *Scand J Work Environ Health* 6: 153-157

- Wimander K and Belin L (1980). Recognition of allergic alveolitis in the trimming department of a Swedish sawmill. *Europ J Respir Dis Suppl* 107, 61:163-167

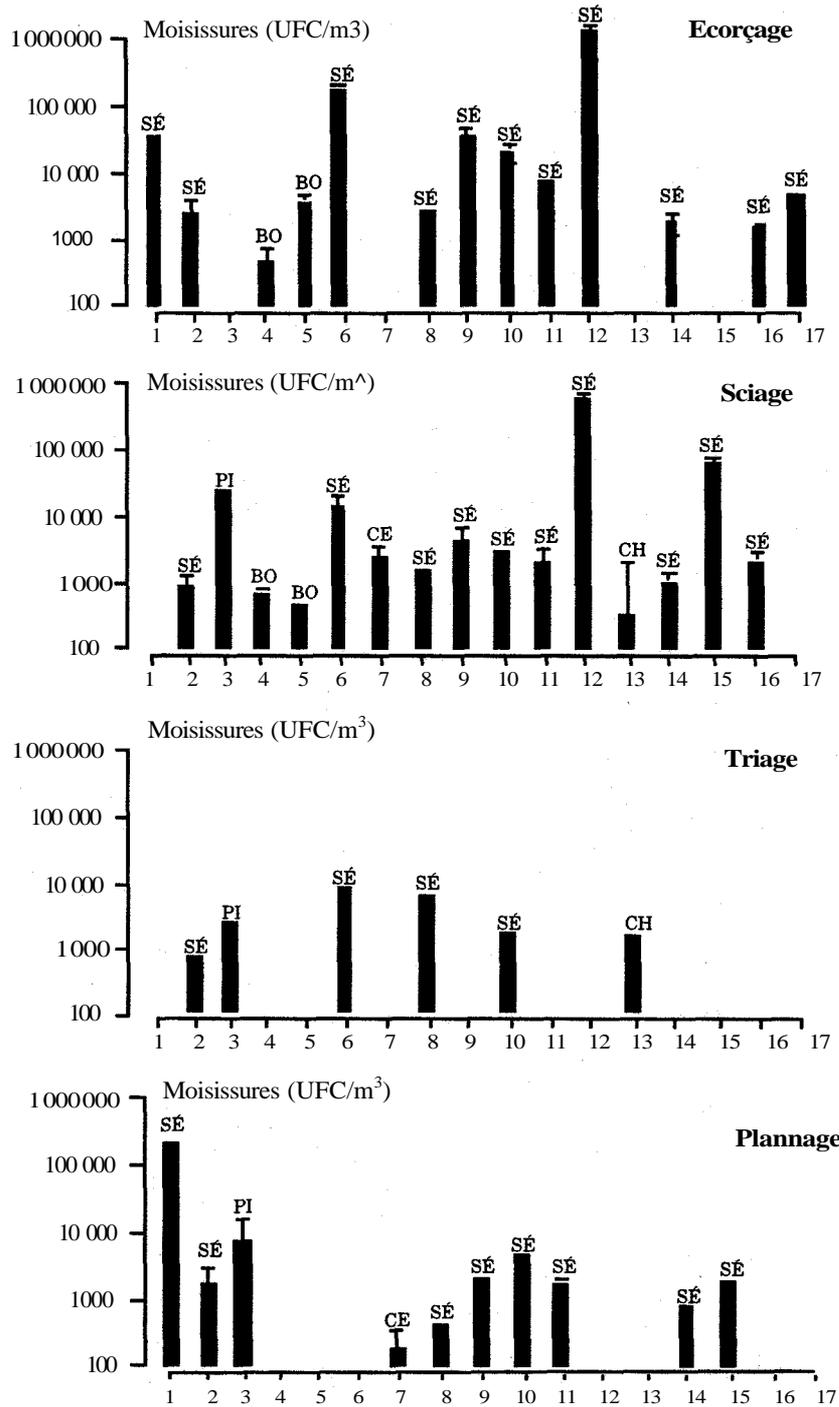
## 12. Figures

Figure 1: Bactéries mésophiles (UFC/m<sup>3</sup>) (moyenne ± écart type) pour les sites

d'écorçage, sciage, triage et planage. SÉ= sapin/épinette; BO=bouleau; CE=Cèdre; PI=Pin; CH=Chêne.



**Figure 2: Moisissures mésophiles sur Rose bengal agar (UFC/m3) (moyenne  $\pm$  écart type) pour les sites d'écorçage, sciage, triage et planage. SÉ= sapin/épinette; BO=bouleau; CE=Cèdre; PI=Pin; CH=Chêne.**



**Figure 3: Poussière inhalable (mg/m<sup>3</sup>) (moyenne ± écart type) pour les sites d'écorçage, sciage, triage et planage. SÉ= sapin/épinette; BO=bouleau; CE=Cèdre; PI=Pin; CH=Chêne.**

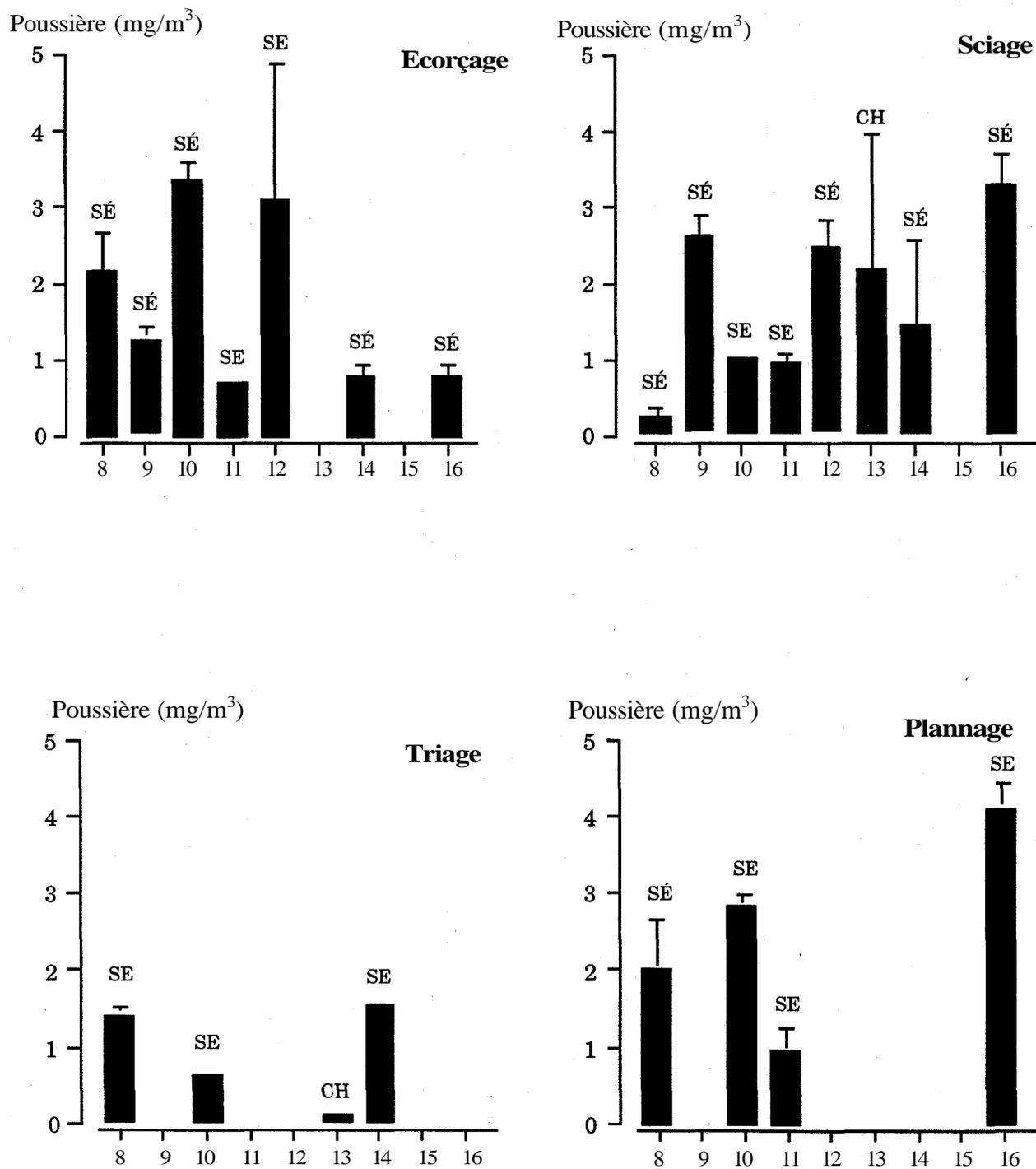
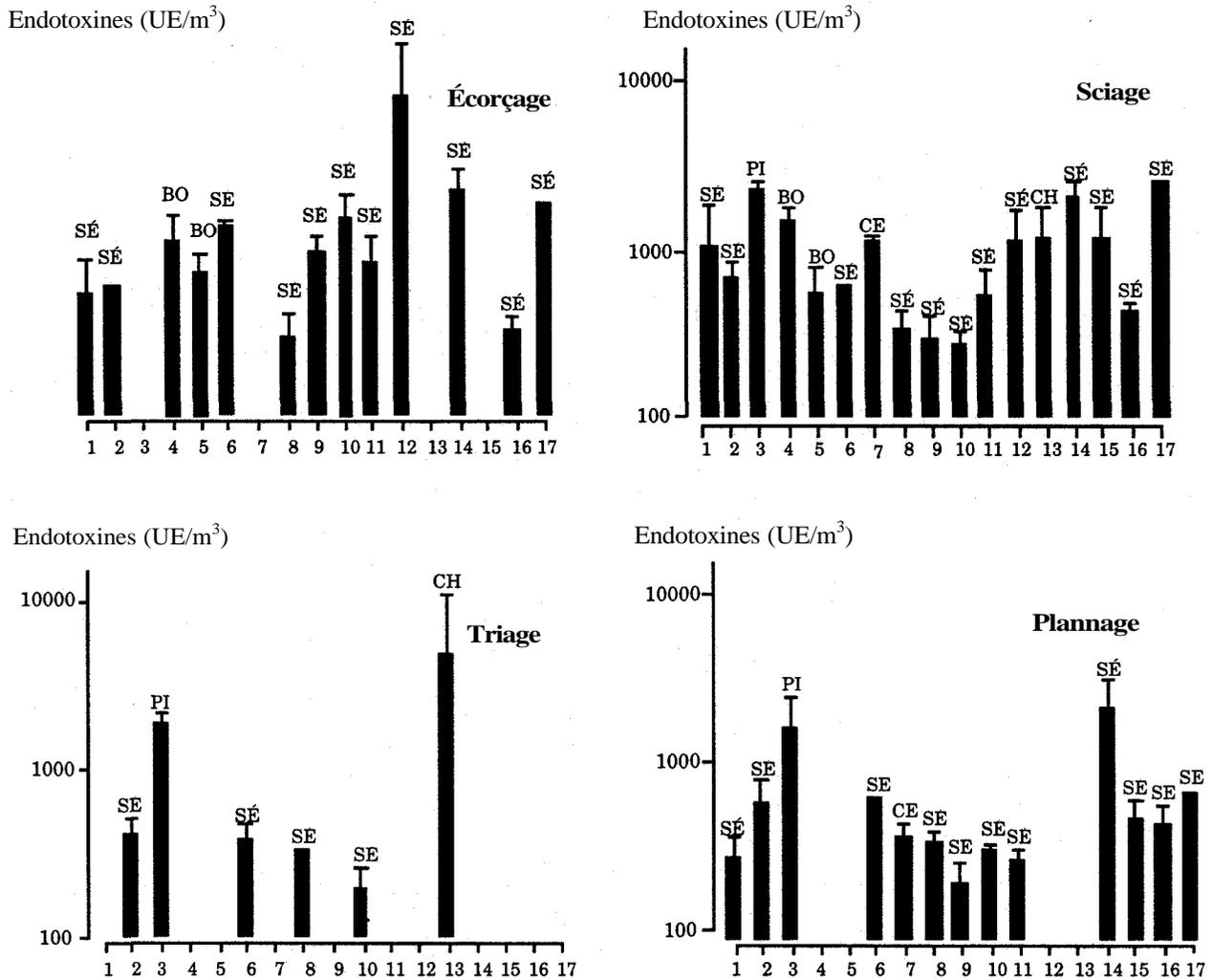
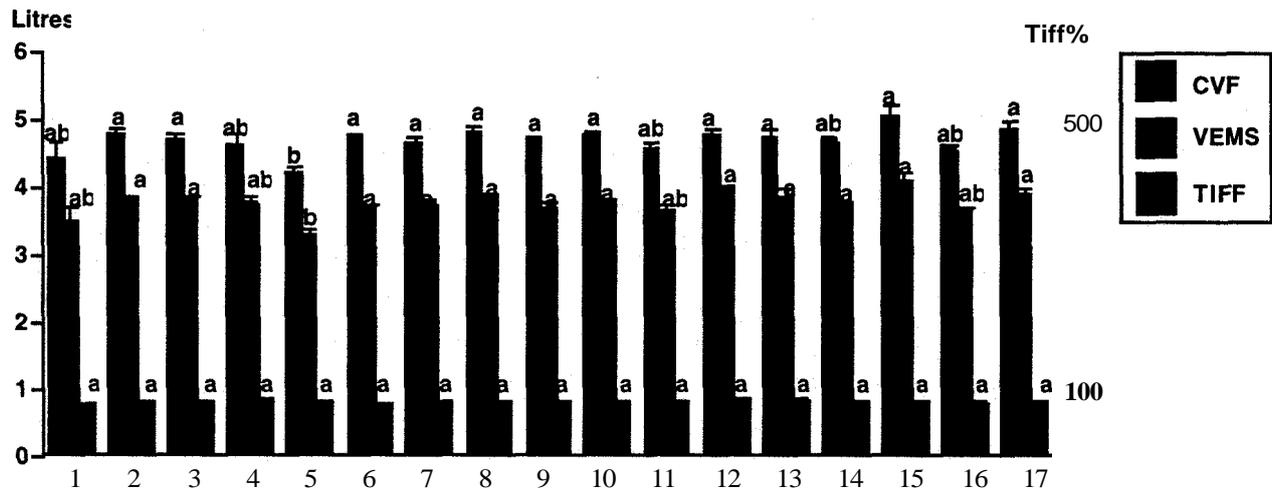


Figure 4: Unités d'endotoxines (UE/m<sup>3</sup>) (moyenne ± écart type) pour les sites d'écorçage, sciage, triage et planage. SÉ= sapin/épinette; BO=bouleau; CE=Cèdre; PI=Pin; CH=Chêne.

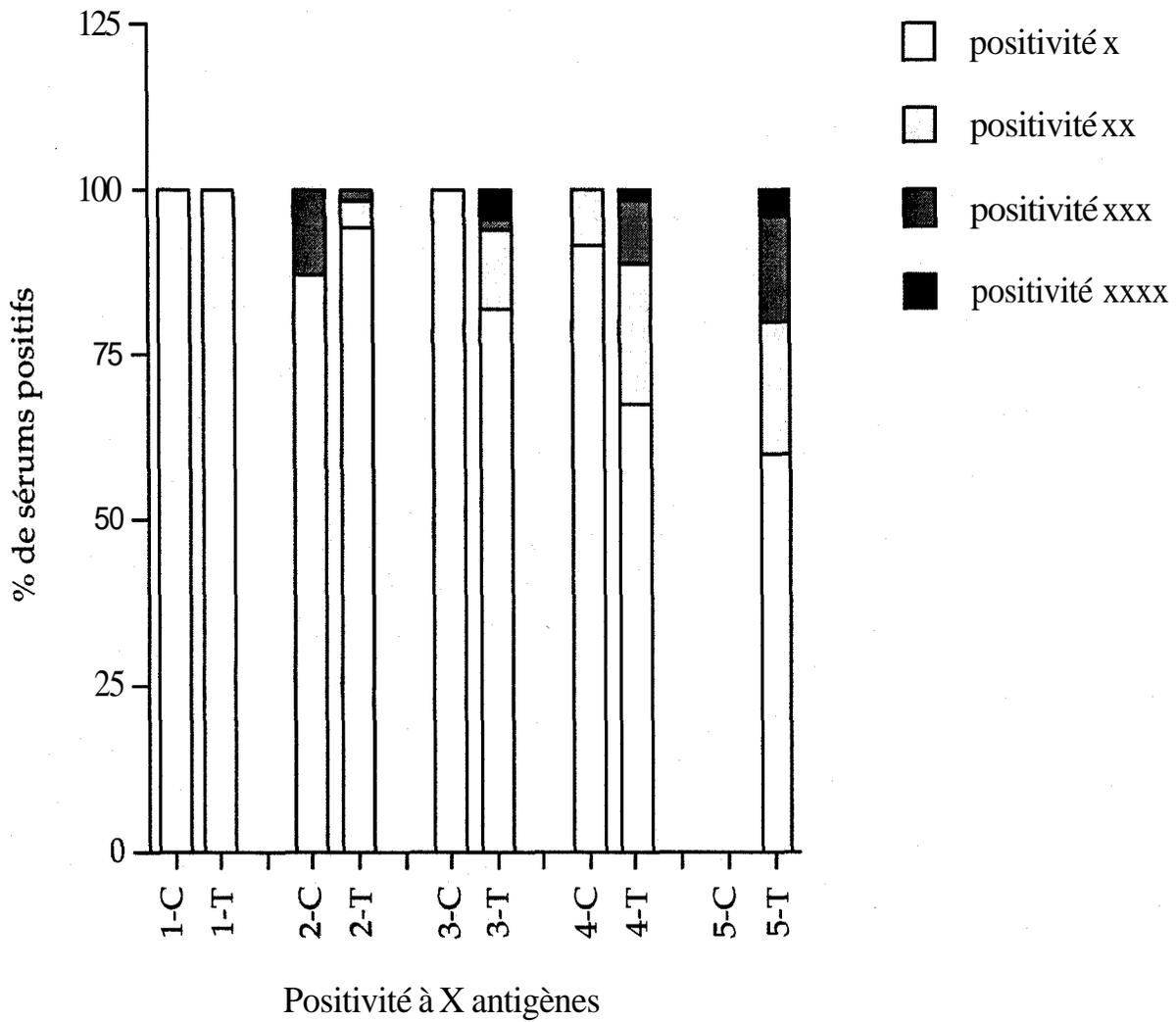


**Figure 5. Comparaison des CVF, VEMS et TIFF des travailleurs pour chaque scierie.**  
**Les colonnes avec lettres différentes sont statistiquement différentes.**



CVF = Capacité vitale forcée, VEMS = Volume expiratoire maximal en une seconde,  
 Tiff= rapport VEMS/CVF.

**Figure 6. Représentation schématique de l'intensité et de la spécificité de la réaction antigénique dans l'ensemble des sérums positifs.**



C = Sérums-contrôles

T = Sérums-travailleurs

Figure 7. Comparaison du % de sérums positifs par rapport aux différents antigènes, selon l'intensité de la réaction et les scieries.

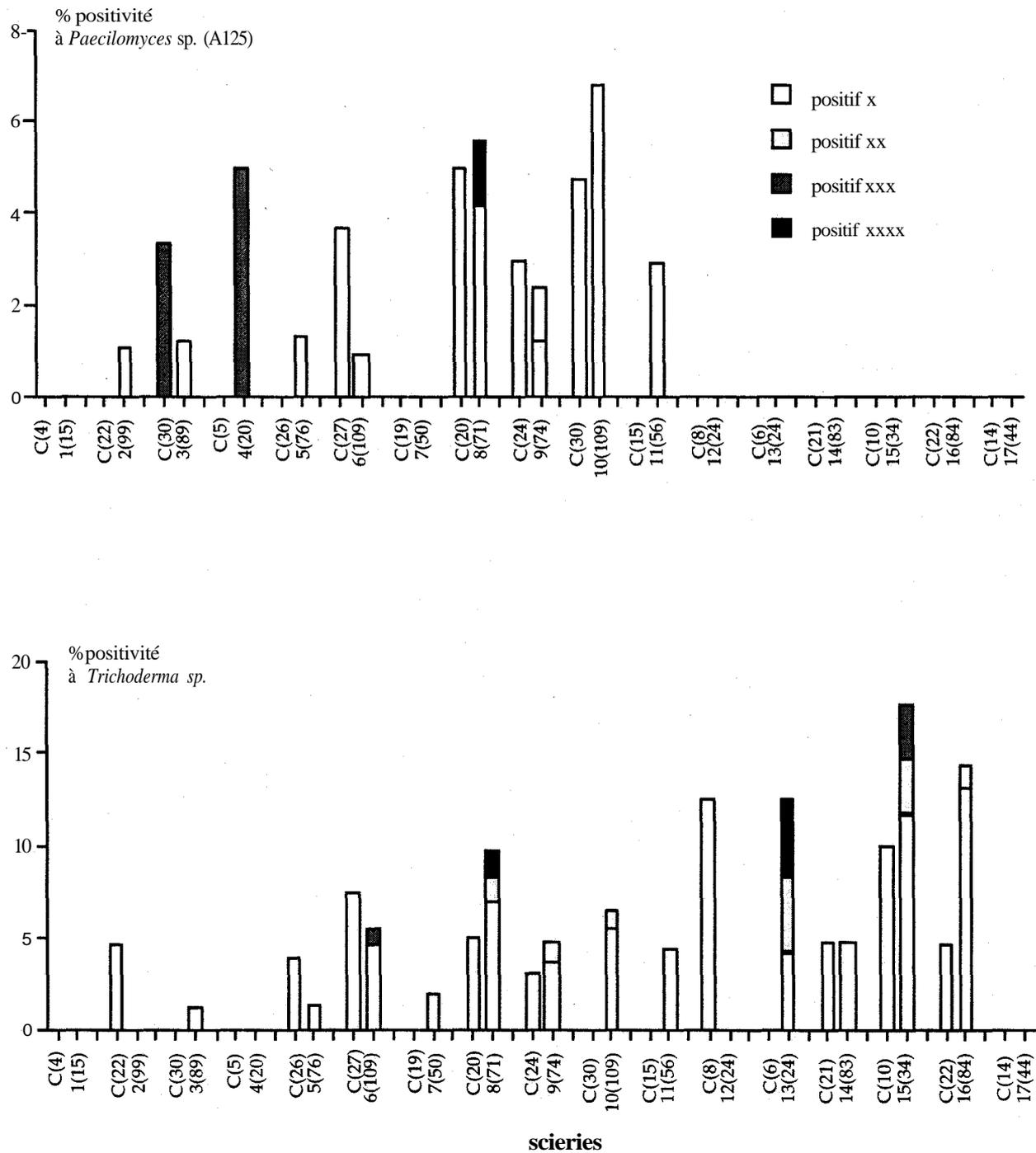
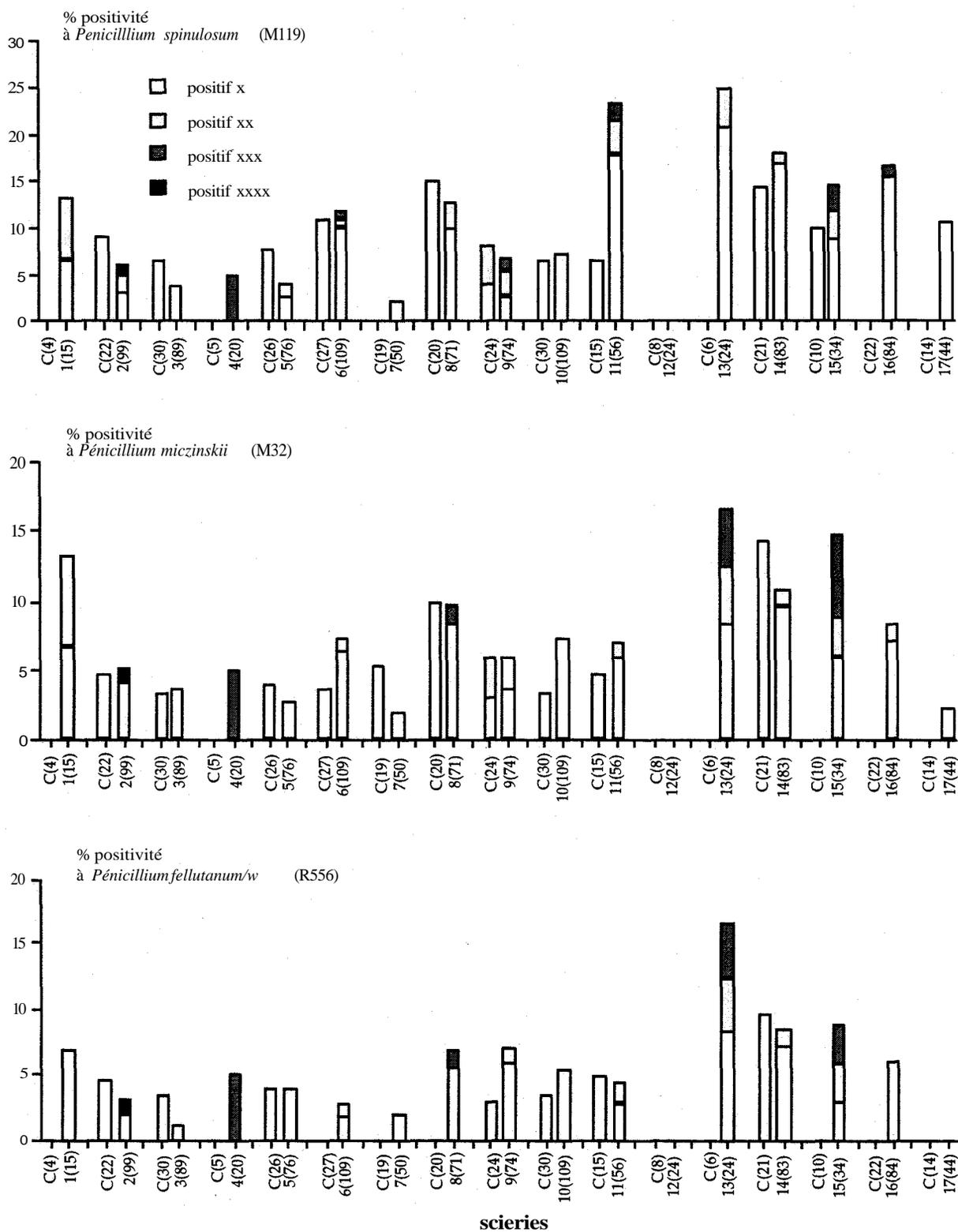


Figure 7 (suite)



# SANTE RESPIRATOIRE DES TRAVAILLEURS DES SCIERIES

## QUESTIONNAIRE

### RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

Date:     /     /      
1 Jr Ms An 5

Numéro:          
7 9

Nom: \_\_\_\_\_  
10

Prénom: \_\_\_\_\_  
22 31

Sexe:     (M = 1 F = 2) Âge:          
32 33 34

Date de naissance:     /     /      
35 Jr Ms An 40

Adresse: \_\_\_\_\_

Numéro de téléphone: (     )     -      
41 50

### OCCUPATIONS ACTUELLES ET ANTÉRIEURES

Depuis combien d'années travaillez-vous dans une scierie ?      
51 52

Quel est votre poste de travail principal depuis 5 ans

1 = écorçage

3 = planage:

2 = sciage

4 = autre ( spécifier ) \_\_\_\_\_

     
53

Combien de semaines/année en moyenne, depuis 5 ans, avez-vous travaillé dans la scierie ?

1 = moins de 20 sem.

2 = entre 20 et 40 sem.

3 = plus de 40 sem.

     
54

Quelles ont été vos occupations antérieures, ( autre que dans les scieries ) ? \_\_\_\_\_

Durant combien d'années ?

     
55 56

Étiez-vous exposé à un polluant ? 1 = Oui 2 = Non

Si oui, lequel ? \_\_\_\_\_

     
57

Nom de l'employeur: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

**TABAGISME****1 = OUI****2 = NON**

Fumez-vous régulièrement la cigarette ?

  
58■ **Si oui:** - à quel âge avez-vous commencé ?  
59 60

- combien de cigarettes par jour ?

  
61 62■ **Si non:** - avez-vous déjà fumé régulièrement la cigarette ?  
63

- si oui, à quel âge avez-vous commencé ?

  
64 65

Depuis combien de temps avez vous arrêté ?

(ans)   
66 67(mois)   
68 69

Nombre de paquets-années fumés:

( 1 paquet-année - 1 paquet par jour x 1 an )

  
70 71 72**SYMPTÔMES****1=OUI****2 = NON****TOUX**

■ Toussez-vous habituellement le matin en hiver ?

  
73

■ Toussez-vous habituellement le matin en été ?

  
74

■ Toussez-vous habituellement pendant la journée en hiver ?

  
75

■ Toussez-vous habituellement pendant la journée en été ?

  
76

■ Toussez-vous la plupart des jours ou nuits au moins 3 mois /an ?

  
77

■ Depuis combien de temps avez-vous cette toux ?

  
78

1 = moins de 2 ans

2 = 2 à 5 ans

3 = plus de 5 ans

## EXPECTORATIONS

- Ramenez-vous habituellement des crachats qui viennent de la poitrine en vous levant le matin en hiver ?  
1 = Oui                      2 = Non                       79
  
- Ramenez-vous des crachats de la poitrine pendant d'autres périodes de la journée ou de la nuit (autre que le matin) ?  
1 = Oui                      2 = Non                       80
  
- Ramenez-vous ces crachats la plupart des jours ou nuits au moins 3 mois par année ?  
1 = Oui                      2 = Non                       81
  
- Depuis combien de temps avez-vous cette toux ?  
1 = moins de 2 ans                       82  
2 = 2 à 5 ans  
3 = plus de 5 ans

## ESSOUFFLEMENT

- Devez-vous diminuer vos activités par rapport à des gens de votre âge, à cause d'un manque de souffle ?  
1 = Oui                      2 = Non                       83
  
- Si oui, depuis combien d'années ?                      ( ans )  84 85
  
- Cet essoufflement est-il relié à votre travail ?  
1 = Oui                      2 = Non                       86

## SILLEMENTS

- Vous arrive-t-il parfois d'entendre des sifflements ou des «sillements» dans la poitrine en respirant ?  
1 = Oui                      2 = Non                       87
  
- Si oui, ces sillements sont-ils reliés à votre travail ?  
1 = Oui                      2 = Non                       88

## FIÈVRE ET FRISSONS

- Avez-vous parfois présenté, pendant ou après une journée de travail, des frissons ou de la fièvre ?  
1 = Oui                      2 = Non                       89
  
- Si oui, depuis quand ?  
1 = moins de 2 ans                       90  
2 = 2 à 5 ans  
3 = plus de 5 ans
  
- Avez-vous déjà eu, avec ces frissons, des malaises avec de la difficulté à respirer ?  
1 = Oui                      2 = Non                       91

## AUTRES PROBLÈMES

- En moyenne, vous faites combien de gripes par hiver ? | |  
92
  - 1 = 0
  - 2 = 1 à 2
  - 3 = 3 à 4
  - 4 = 5 et plus
  
- Est-ce que vos problèmes respiratoires actuels | |  
93
  - 1 = persistent comme avant
  - 2 = se sont améliorés
  - 3 = se sont empirés
  
- Est-ce que les symptômes s'améliorent dès que vous quittez le travail ? | |  
94
  - 1 = Oui
  - 2 = Non
  - 3 = parfois
  
- Les symptômes persistent-ils en soirée ou durant la nuit ? | |  
95
  - 1 = Oui
  - 2 = Non
  - 3 = parfois
  
- Est-ce que vos symptômes pulmonaires s'améliorent après quelques jours de cessation du travail ( ex.: fin de semaine, vacances, etc. ) ? | |  
96
  - 1 = Oui
  - 2 = Non
  - 3 = parfois
  
- Si oui, combien de jours après ? | |  
97 98

**ANTÉCÉDENTS**

1 = OUI                      2 = NON

- **Avez-vous déjà fait de l'asthme ?** | |  
99
- Quel âge aviez-vous lors de la première crise ? (ans) | |  
100 101
- Avez-vous eu une crise dans les 12 derniers mois ? | |  
102
- Prenez-vous actuellement des médicaments ( incluant des inhalateurs, aérosols, pilules ou sirops ) pour votre asthme ? | |  
103

Si oui, spécifiez le nom du médicament et le nombre de fois par jour que vous l'utilisez.

---



---



---



---

- Avez-vous déjà fait de la « fièvre des foins » ?  104

Si oui, à quel moment de l'année ?      1 = Oui      2 = Non

Printemps ( avril - mai )  105

Été ( juin - juillet )  106

Automne ( août à octobre )  107

Hiver ( octobre à avril )  108

1 = OUI      2 = NON

- Avez-vous déjà fait d'autres allergies particulières ?  109

Si oui, lesquelles ?

- Avez-vous déjà fait:

▶ de l'eczéma  110

▶ de l'urticaire  111

▶ de la bronchite chronique  112

▶ de l'emphysème  113

▶ de la tuberculose  114

▶ autre ( préciser ) \_\_\_\_\_  115

- Est-ce que votre père ou votre mère, ou l'un de vos frères ou soeurs, ou l'un de vos enfants, fait ou a déjà fait:

▶ de l'eczéma ou de l'urticaire  116

▶ le rhume des foins  117

▶ de la bronchite chronique  118

▶ de l'emphysème  119

▶ de la tuberculose  120

▶ autre ( préciser ) \_\_\_\_\_  121

# SANTE RESPIRATOIRE DES TRAVAILLEURS DES SCIERIES

## Tests cutanés d'allergie

Date: \_\_\_\_\_

Contrôle		Poussière de maison		Herbes à poux		Pénicillium	
Histamine		D. Farinae		Mauvaises herbes		Aspergillus fumigatus	
Poils de chat		Mélange d'arbres		Alternaria			
Poils de chien		Bouleau		Hormodendrum			
Poils de cheval		Érable		Mucor			
Poil de vache		Mélange de graminées		Helminthosporium			
Plumes		Épinette					
		Pin					
		Sapin					

N B.: Les résultats sont exprimés en mm d'induration, lus à 10 minutes.

REMARQUES:

\_\_\_\_\_  
Signature du médecin

# SANTÉ RESPIRATOIRE DES TRAVAILLEURS DE SCIERIES

## TESTS CUTANÉS D'ALLERGIE

1.	8.	15.	22.
2.	9.	16.	23.
3.	10.	17.	24.
4.	11.	18.	25.
5.	12.	19.	26.
6.	13.	20.	27.
7.	14.	21.	28.

1. Contrôle	8. Poussières de maison	15. Pin	22. Helminthosporium
--- x ---	--- x ---	--- x ---	--- x ---
2. Histamine	9. D. Farinae	16. Sapin	23. Pénicillium
--- x ---	--- x ---	--- x ---	--- x ---
3. Poils chat	10. Mélange d'arbres	17. Herbe à poux	24. Aspergillus fumigatus
--- x ---	--- x ---	--- x ---	--- x ---
4. Poils chien	11. Bouleau	18. Mauvaises herbes	
--- x ---	--- x ---	--- x ---	--- x ---
5. Poils cheval	12. Érable	19. Alternaria	
--- x ---	--- x ---	--- x ---	--- x ---
6. Poils vache	13. Mélange de graminées	20. Hormodendrun	
--- x ---	--- x ---	--- x ---	--- x ---
7. Plumes	14. Épinette	21. Mucor	
--- x ---	--- x ---	--- x ---	--- x ---