Depuis 1897

LAMPE BERGER PARIS

LAMPE BERGER JAPON

Rapport d'essai de stérilisation des produits Lampe Berger

Mesure des bactéries présentes dans l'air en environnement domestique

Rapport d'expertise
à l'intention de Lampe Berger

MEASUREMENT OF AIRBORNE BACTERIA IN A RESIDENTIAL ENVIRONMENT

CONSULTANCY REPORT
FOR

LAMPE BERGER



Préparé par J. P. Obbard, Ph. D., B. Sc. (Honneurs)

Rédigé par J. P. Obbard, docteur en médecine
(titulaire d'un diplôme avec mention honorifique)

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE Partie 1

Mesure des bactéries présentes dans l'air en environnement domestique
Rapport d'expertise pour Lampe Berger 2

Introduction et contexte 3

Objectifs 9

Matériel et méthodes 11

Résultats 17

Synthèse 29

DEUXIÈME PARTIE Partie 2

Réduction de la concentration de formaldéhyde dans l'air intérieur 32

Introduction et contexte 33

Matériel et méthodes 34

Résultats et conclusion 37

Première Partie

Partie 1

Rapport d'essai de stérilisation des produits Lampe Berger

MESURE DES BACTÉRIES PRÉSENTES
DANS L'AIR EN ENVIRONNEMENT DOMESTIQUE

Rapport d'expertise
à l'intention de Lampe Berger

RAPPORT DE CONSULTATION
POUR
LAMPE BERGER

Préparé par J. P. Obbard, Ph. D., B. Sc. (Honneurs)

Rédigé par J. P. Obbard, docteur en médecine
(titulaire d'un diplôme avec mention honorifique)

1 Introduction et contexte

1. This document reports on the measurement of airborne concentrations of bacteria in a residential environment—with and without the operation of a Lampe Berger catalytic burner. The catalytic burner was used in conjunction with aromatic essential plant oils with added "ozoolcool". It is claimed by Lampe Berger that ozoolcool releases oxygen molecules (anion) during catalytic combustion to form ozone, which has disinfecting properties on ambient air.

   Ce document présente un rapport d'essai concernant la mesure des bactéries présentes dans l'air en environnement domestique, avec et sans utilisation d'un brûleur catalytique Lampe Berger. Le brûleur catalytique a été utilisé en association avec des huiles essentielles aromatiques d'origine végétale, additionnées d'« ozoolcool ». Selon Lampe Berger, l'ozoolcool libère des molécules d'oxygène (anion) lors de la combustion catalytique, ce qui produit de l'ozone, lequel possède des propriétés désinfectantes sur l'air ambiant.

2. The investigation detailed in this report did not pertain to determine any effects (positive or negative) of the catalytic burner on human health, or ambient levels of ozone or any other compound as a result of its operation. The investigation has focused on the measurement of airborne bacteria and does not claim to make any other statements on the catalytic burner beyond this context.

   L'étude décrite dans ce rapport n'a pas pour objet de déterminer les effets (positifs ou négatifs) du brûleur catalytique sur la santé humaine, ni les niveaux d'ozone dans l'environnement, ni la présence d'un autre composé résultant de son utilisation. L'étude s'est concentrée sur la mesure des bactéries présentes dans l'air et ne formule aucune autre affirmation relative au brûleur catalytique en dehors de ce cadre.

3. Over the past two decades, the presence of airborne microbial pollutants in the indoor environment has been an emerging environmental and occupational health issue. In particular, attention has been directed to the characterization and control of airborne microorganisms in the indoor environment due to potential impacts upon human health.

   Au cours des vingt dernières années, la présence de micro-organismes polluants dans l'air intérieur est devenue une question majeure en matière d'environnement et de santé au travail. En particulier, l'attention s'est portée sur la caractérisation et le contrôle des micro-organismes en suspension dans l'air intérieur, en raison de leurs effets potentiels sur la santé humaine.



4. Despite studies that have shown that air-conditioned interiors provide relative protection from outdoor microbial pollutants [Solomon et al., (1980)], many indoor environments are known to have higher concentrations of airborne microorganisms than outdoors [e.g. Fernandez-Caldas et al., (1994); Burge (1990)].

Malgré des études ayant montré que les espaces intérieurs climatisés offrent une protection relative contre les polluants microbiens d'origine extérieure [Solomon et al., (1980)], de nombreux environnements intérieurs présentent des concentrations de micro-organismes en suspension dans l'air plus élevées que celles de l'extérieur [par ex. Fernandez-Caldas et al., (1994) ; Burge (1990)].

5. The levels and type of airborne microorganisms present in the indoor environment can be affected by the composition of the outdoor air, which may vary as a function of seasonal, diurnal and geographical factors. Tropical and sub-tropical climates are especially conducive for the growth and propagation of microorganisms, including bacteria, due to high prevailing ambient temperature and humidity. Favourable outdoor conditions may be expected to elevate indoor microbial airborne concentrations—even in air-conditioned buildings, as outdoor air enters the buildings through ventilation and clothing of persons entering the building.

La concentration et le type de micro-organismes présents dans l'environnement intérieur peuvent être influencés par la composition de l'air extérieur, qui varie selon les saisons, le cycle jour/nuit et la situation géographique. Les climats tropicaux et subtropicaux sont particulièrement favorables à la croissance et à la propagation des micro-organismes, notamment des bactéries, en raison des températures ambiantes élevées et de l'humidité. Des conditions extérieures favorables peuvent accroître la concentration de micro-organismes dans l'air intérieur — même dans des bâtiments climatisés —, l'air extérieur pénétrant dans les locaux par la ventilation ainsi que par les vêtements des personnes qui y entrent.

6. Most investigations on indoor environments have concentrated on non-industrial buildings such as residential apartments, classrooms and offices [e.g. Cutter Information Corp, (1993); Bayer and Downing, (1992); Edwards, (1980)]. In particular, studies of residential dwellings have received particular attention due to the number of potential sources of microorganisms present. Furnishings such as carpets, curtains, beddings as well as heating, ventilation and air-conditioning systems are known to serve as reservoirs for the growth of microorganisms [Goh, (1999)]. In addition, commercial buildings in recent years have been increasingly associated with cases of 'sick buildings syndrome'. This can be attributed to the build-up of moisture and heat in the indoor environment, thereby facilitating the growth of microorganisms [Chen, (1998)] with negative effects on human health.

La plupart des études sur les environnements intérieurs se sont concentrées sur des bâtiments non industriels tels que les logements, les salles de classe et les bureaux [par ex. Cutter Information Corp, (1993) ; Bayer et Downing, (1992) ; Edwards, (1980)]. En particulier, les études sur les habitations ont fait l'objet d'une attention particulière en raison du nombre important de sources potentielles de micro-organismes qu'elles contiennent. Les revêtements tels que les tapis, les rideaux, la literie, ainsi que les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, sont connus pour servir de réservoirs à la croissance des micro-organismes [Goh, (1999)]. De plus, les bâtiments commerciaux sont, ces dernières années, de plus en plus associés à des cas de « syndrome des bâtiments malsains ». Cela peut être attribué à l'accumulation d'humidité et de chaleur dans l'environnement intérieur, favorisant ainsi le développement de micro-organismes [Chen, (1998)] et pouvant avoir des effets néfastes sur la santé humaine.

The use of biocides to control indoor concentrations of airborne microorganisms has received considerable attention. Synthetic biocides, such as certain quaternary ammonium compounds, have been found to exhibit a wide and effective antimicrobial effect [e.g. Maeda et al., (1999); Frank and Chmielewski, (1997)].
However, the use of biocide-treated filters in air-conditioning units has its concerns, as the antimicrobial agent itself must not be a hazard to health. This effectively narrows the number of possible biocides as most chemical agents which are bactericidal can also be potentially health threatening.

Les enquêtes sur l'environnement intérieur se sont en grande partie concentrées sur les bâtiments résidentiels tels que les logements, les salles de classe et les bureaux [par ex. : Bayer et Dowding, (1992) ; Edwards, (1980)]. En particulier, les études sur les habitations ont accordé une attention particulière aux sources potentielles de micro-organismes qu'elles contiennent. Les revêtements tels que les tapis, les rideaux et la literie, ainsi que les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, sont connus pour favoriser la croissance des micro-organismes (Goh, (1999)].
De plus, les bâtiments commerciaux sont, ces dernières années, de plus en plus associés à des cas de « syndrome des bâtiments malsains ». Cela peut être attribué à l'accumulation d'humidité et de chaleur dans l'environnement intérieur, favorisant ainsi le développement de micro-organismes [Chen, (1998)] et pouvant avoir des effets néfastes sur la santé humaine.

7. The use of biocides to control indoor concentrations of airborne microorganisms has received considerable attention. Synthetic biocides, such as certain quaternary ammonium compounds, have been found to exhibit a wide and effective antimicrobial effect [e.g. Maeda et al., (1999); Frank and Chmielewski, (1997)].
However, the use of biocide-treated filters in air-conditioning units has its concerns, as the antimicrobial agent itself must not be a hazard to health. This effectively narrows the number of possible biocides as most chemical agents which are bactericidal can also be potentially health threatening.

L'utilisation de biocides pour contrôler la concentration des micro-organismes en suspension dans l'air intérieur a suscité une attention considérable. Les biocides de synthèse, tels que certains composés d'ammonium quaternaire, ont montré un effet antimicrobien large et efficace (par ex. : Maeda et al., (1999) ; Frank et Chmielewski, (1997)).
Cependant, l'utilisation de filtres traités avec un biocide dans les unités de climatisation soulève des préoccupations, car l'agent antimicrobien lui-même ne doit pas présenter de danger pour la santé. Cela réduit effectivement le nombre de biocides envisageables, la plupart des agents chimiques ayant une action bactéricide pouvant également présenter un risque potentiel pour la santé.



8. The use of ozone as a disinfecting agent for airborne microorganisms is well established. Ozone (O3) is a highly reactive, colourless gas and a strong oxidising agent, capable of eliminating odorous molecules such as sulphides and amines. Ozone is also known to damage the DNA of bacteria cells and is therefore an effective biocide. However, the effect of ozone is enhanced in the presence of UV radiation due to the generation of ionized radicals. The bactericidal effects of ozone is concentration dependent up to a threshold specific for each species of bacteria, above which there is no increase in bactericidal effect.

L'utilisation de l'ozone comme agent désinfectant contre les micro-organismes en suspension dans l'air est désormais bien établie. L'ozone (O3) est un gaz incolore, très réactif et fortement oxydant, capable d'éliminer les molécules malodorantes telles que les sulfures et les amines. On sait également que l'ozone endommage l'ADN des cellules bactériennes et constitue donc un biocide efficace. Toutefois, l'effet de l'ozone est renforcé en présence de rayonnement ultraviolet (UV), en raison de la génération de radicaux ionisés. L'effet bactéricide de l'ozone dépend de sa concentration, jusqu'à un seuil spécifique à chaque espèce de bactérie, au-delà duquel aucune augmentation de l'effet bactéricide n'est observée.

9. In general, natural biocides remain the safest choices as antimicrobial agents. In recent years, the search for natural biocides has been more intense and a wide variety of natural substances possessing antibacterial activities have been discovered. Natural biocides may include common substances e.g. honey [Cooper et al., (1999)] and mimosa tenniflora [Mex, (1989)]. Other may be more exotic and include, for example e.g. Zulu medicinal plants [Kelmanson et al., (2001)], folklore medicinal plants of India [Samy and Ignacimuthu, (2000)] and Nigeria [Kudi et al., (1998)].

De manière générale, les biocides naturels restent les agents antimicrobiens les plus sûrs. Ces dernières années, la recherche de biocides naturels s'est intensifiée et une grande diversité de substances naturelles présentant une activité antibactérienne a été découverte. Parmi ces biocides naturels figurent des substances courantes telles que le miel [Cooper et al., (1999)] et *Mimosa tenuiflora* [Mex, (1989)]. D'autres peuvent être plus exotiques, comme par exemple des plantes médicinales zouloues [Kelmanson et al., (2001)], des plantes médicinales traditionnelles d'Inde [Samy et Ignacimuthu, (2000)] et du Nigeria [Kudi et al., (1998)].

10. In particular, some essential plant oils have been found to be antibacterial, besides having therapeutic properties [e.g. Pattnaik et al., (1996); Hammer et al., (1999)]. Essential oils (including citronella, eucalyptus, geranium, lemongrass and peppermint) have been found to inhibit microbial growth in laboratory cultures.

En particulier, certaines huiles essentielles d'origine végétale ont été reconnues pour leurs propriétés antibactériennes, en plus de leurs propriétés thérapeutiques [par ex. : Pattnaik et al., (1996) ; Hammer et al., (1999)]. Des huiles essentielles (notamment la citronnelle, l'eucalyptus, le géranium, la citronnelle odorante et la menthe poivrée) ont été trouvées capables d'inhiber la croissance des micro-organismes en culture de laboratoire.

11. The antimicrobial properties of the Lampe Berger catalytic burner are therefore derived from two potential sources:
    - The (claimed) generation of ozone from the high temperature combustion of 'ozoalcool'; and
    - The release of essential plant oil vapours into the ambient atmosphere.

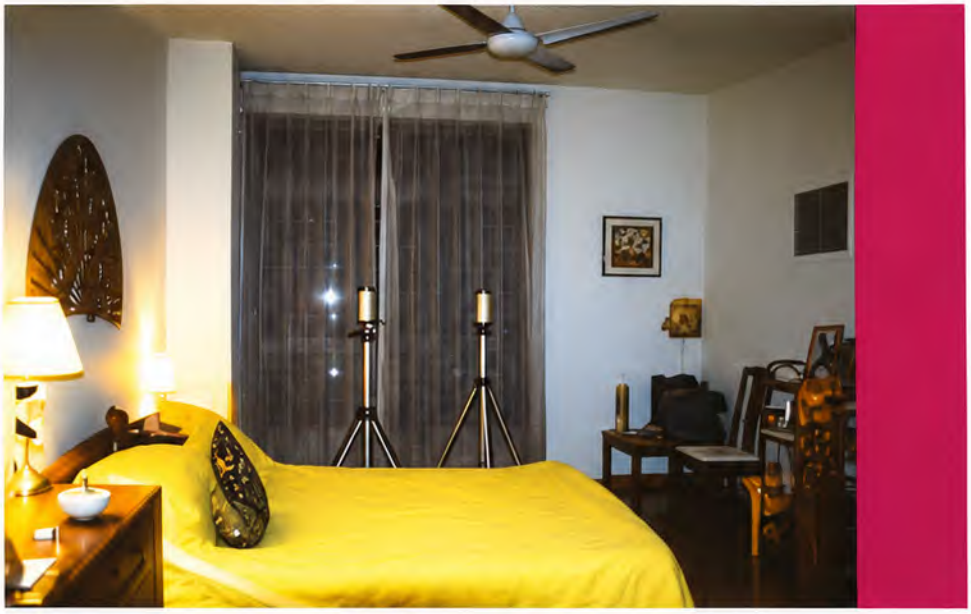
    L'action antimicrobienne du brûleur catalytique Lampe Berger provient donc de deux sources potentielles :
    - la génération (revendiquée) d'ozone lors de la combustion à haute température de « l'ozoalcool» ;
    - la libération de vapeurs d'huiles essentielles d'origine végétale dans l'atmosphère ambiante.

12. For the purposes of this investigation, all measurements of airborne concentrations of bacteria were taken during the night time period in a non air-conditioned, fan-ventilated, occupied bedroom of a residential apartment in Singapore. The apartment is approximately five years old, and the bedroom has an atmospheric volume of approximately 45 square metres (See Figure 1.1). Further details on methodology are given in the following section.

    Dans le cadre de cette enquête, toutes les mesures de concentration de bactéries en suspension dans l'air ont été effectuées pendant la nuit, dans une chambre occupée d'un appartement résidentiel à Singapour, non climatisée et ventilée par un ventilateur. L'appartement a environ cinq ans et la chambre présente un volume atmosphérique d'environ 45 mètres carrés (voir figure 1.1). Des précisions sur la méthodologie sont données dans la section suivante.

Figure 1.1 Environnement de la chambre utilisé pour les mesures de la concentration de bactéries en suspension dans l'air
(remarque : brûleur catalytique Lampe Berger (en bas à gauche), ventilateur de plafond utilisé pour la ventilation et deux échantillonneurs Andersen (en arrière-plan)).

Figure 1.1 Chambre dans laquelle a été mesurée la concentration de micro-organismes en suspension dans l'air (remarque : brûleur catalytique Lampe Berger (à gauche), ventilateur de plafond utilisé pour la ventilation, et deux échantillonneurs Andersen (à l'arrière-plan)).





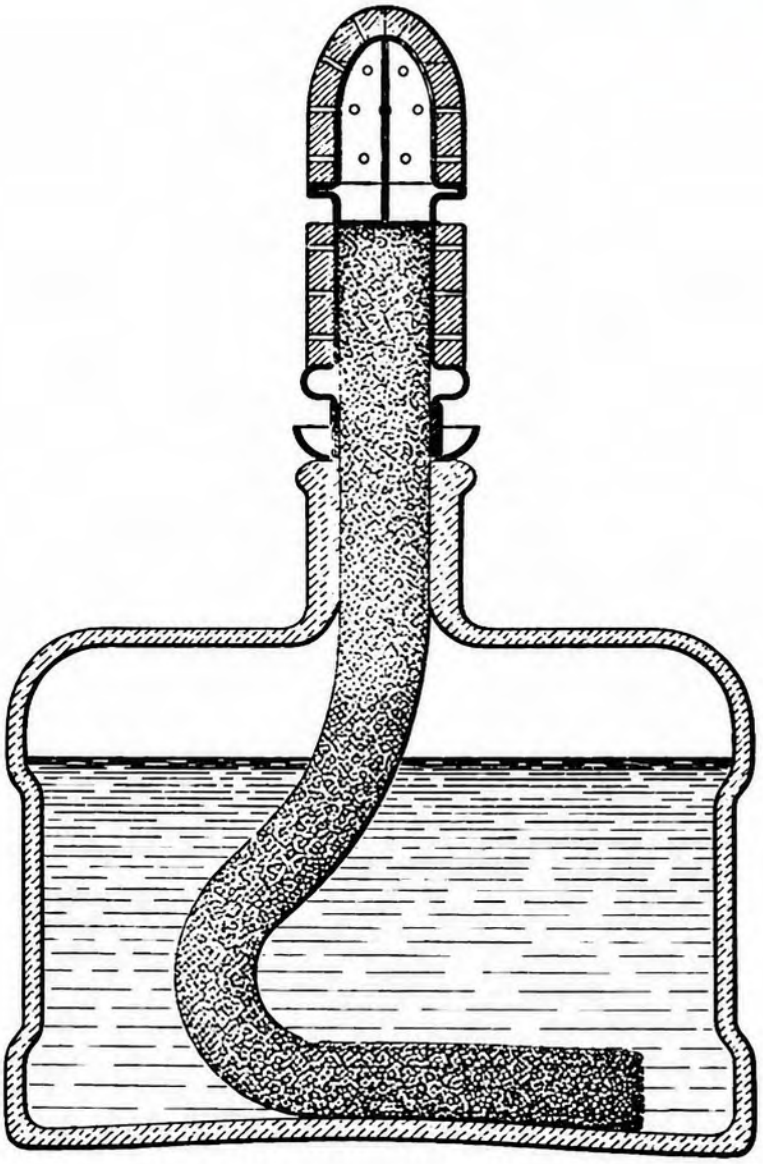
Objectifs

Les objectifs spécifiques de cette enquête étaient les suivants :

- Déterminer la variation de la concentration de bactéries en suspension dans l'air pendant la nuit, dans l'environnement de la chambre, en l'absence du brûleur catalytique Lampe Berger. Les mesures ont été effectuées au cours d'une seule nuit.
- Déterminer la variation de la concentration de bactéries en suspension dans l'air pendant la nuit, dans l'environnement de la chambre, en présence du brûleur catalytique, lors de la combustion de deux huiles essentielles différentes, toutes deux contenant de l'ozoalcool. Les huiles essentielles testées étaient la lavande et la citronnelle. Les mesures ont été effectuées au cours d'une nuit distincte pour chaque huile essentielle.

Les objectifs de cette enquête sont donc les suivants :

- Mesurer l'évolution de la concentration de micro-organismes en suspension dans l'air pendant la nuit, dans une chambre, en l'absence du brûleur catalytique Lampe Berger. Les mesures ont été effectuées au cours d'une seule nuit.
- Mesurer l'évolution de la concentration de micro-organismes en suspension dans l'air pendant la nuit, dans une chambre, en présence du brûleur catalytique utilisant deux huiles essentielles contenant de l'ozoalcool. Les huiles essentielles testées étaient la lavande et la citronnelle, et les mesures ont été réalisées séparément, une nuit pour chacune d'elles.



Paris, le 16 juin 1898
Dépôt de M^re H. Berger

Ch. Carcanaglan

2 Matériel et méthodes

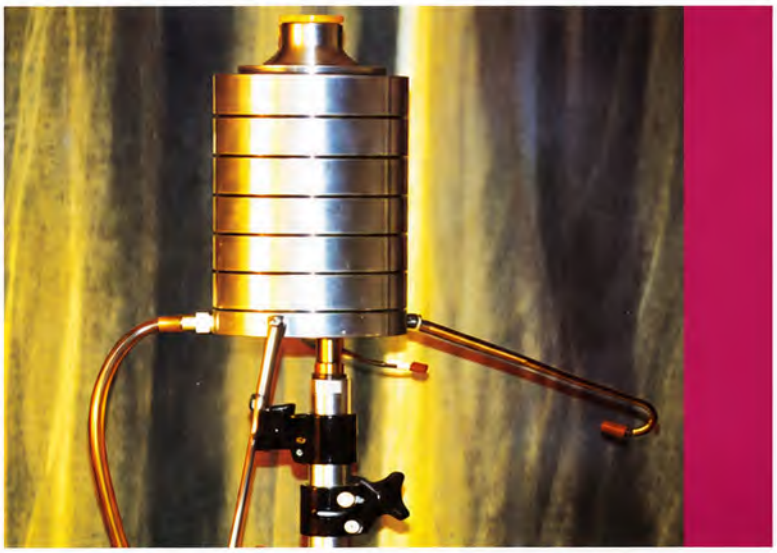
INSTRUMENT D'ÉCHANTILLONNAGE

1. Two pre-calibrated Andersen six-stage viable cascade impactors, operating at 28.3 litres of air sampled per minute, were used for the sampling of airborne bacteria (see Fig 2.1).

   Deux impacteurs en cascade viables Andersen à six étages, préalablement calibrés, fonctionnant à un débit de 28,3 litres d'air par minute, ont été utilisés pour l'échantillonnage des bactéries en suspension dans l'air (voir Fig. 2.1).

Figure 2.1 The Andersen Sampler used for measuring concentrations and size ranges of airborne bacteria.

Fig. 2.1 Échantillonneur Andersen utilisé pour mesurer la concentration et la répartition par taille des bactéries en suspension dans l'air.



2. The Andersen samplers were chosen in preference to other air-capturing devices as they are suited for collecting 'grab' air samples and they also impact the microorganisms directly onto agar plates for subsequent culture. The height of the impactor suction points for air sampling was 1.5 metres above the ground (i.e. In the normal breathing zone of human). Before each sampling, the impactors were thoroughly cleaned with 70% vol/vol ethanol.

   Les échantillonneurs Andersen ont été choisis de préférence à d'autres dispositifs de prélèvement de l'air, car ils sont adaptés au recueil d'échantillons d'air instantanés et permettent également d'impacter directement les micro-organismes sur des boîtes de gélose en vue de leur culture ultérieure. La hauteur des points d'aspiration de l'impacteur pour le prélèvement d'air était de 1,5 mètre au-dessus du sol (c'est-à-dire dans la zone normale de respiration de l'être humain). Avant chaque prélèvement, les impacteurs ont été soigneusement nettoyés avec de l'éthanol à 70 % (v/v).

Les échantillonneurs Anderson ont été choisis parce qu'ils permettent, par rapport à d'autres dispositifs de prélèvement d'air, de collecter l'air en le « capturant », tout en permettant un transfert direct vers la boîte de culture suivante. Le débit d'aspiration pour l'échantillonnage de l'air est de 1,5 mètre au-dessus du sol (c'est-à-dire au niveau de la zone moyenne d'inhalation de l'homme). Avant chaque prélèvement, l'orifice d'aspiration est soigneusement désinfecté avec de l'éthanol à 70 %.

3. Each sample is divided into six separate stages to capture bacteria cells in different size ranges. The size ranges approximate to the degree of potential penetration of cells into the human respiratory system, with the smaller size ranges having the greatest potential to penetrate furthest into the lung system (See Table 2.1 and Figure 2.2).

Chaque échantillonneur est divisé en six étages distincts permettant de collecter des cellules bactériennes de différentes tailles. Les plages de tailles correspondent approximativement au degré de pénétration potentielle des cellules dans l'appareil respiratoire humain, les plus petites tailles ayant le plus grand potentiel pour atteindre les zones les plus profondes des poumons (voir le tableau 2.1 et la figure 2.2).

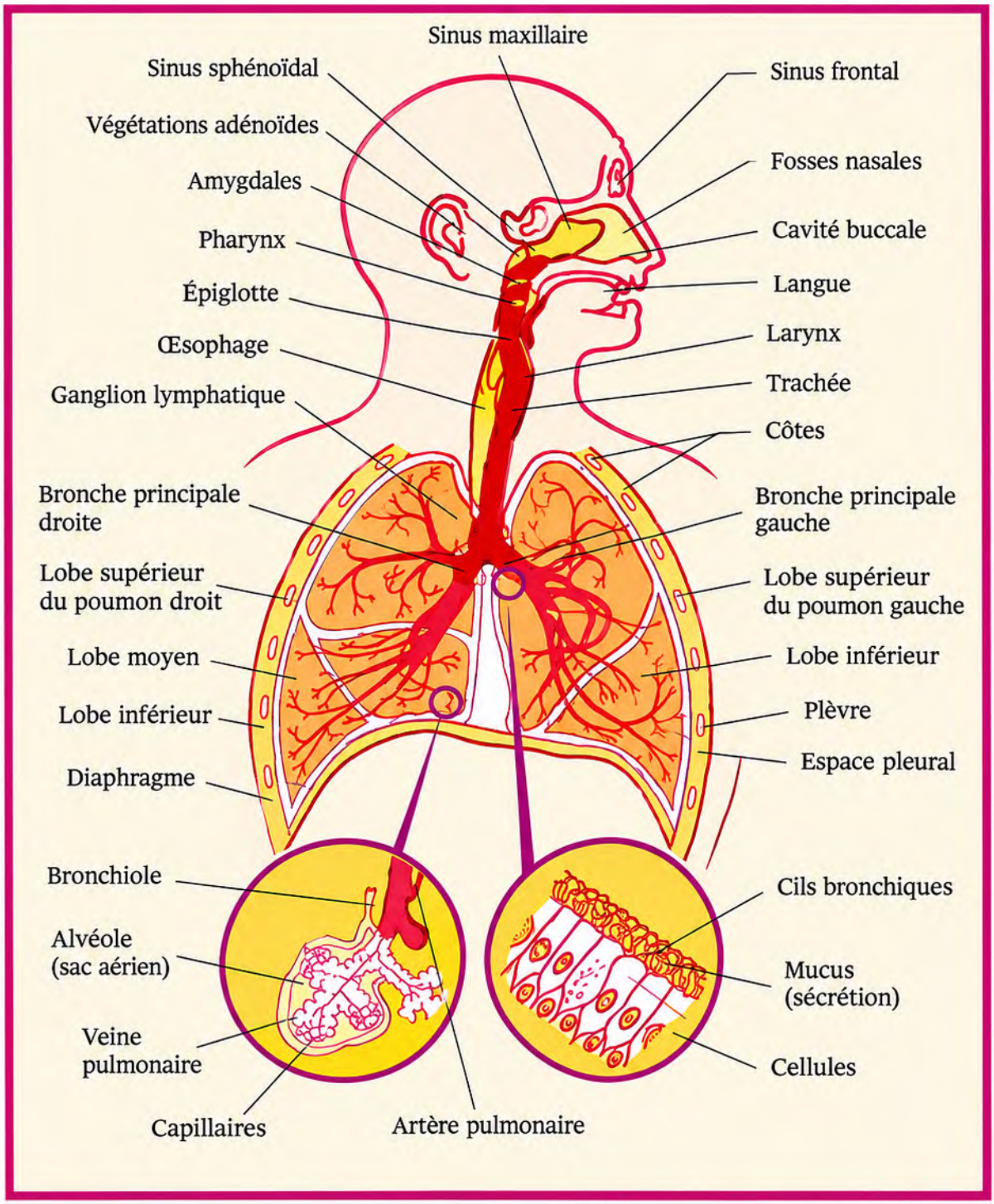
Table 2.1 Particle size distribution and penetration into the lung system

Tableau 2.1 Répartition des tailles de particules et pénétration dans l'appareil pulmonaire

Andersen Sampler Stage (Plate) Étape de l'échantillonneur Anderson (plaque)	Size Range (micron) Plage de tailles (micron) (µ)	Part of Respiratory Tract Corresponding to Sampler Stage Partie de l'appareil respiratoire correspondant à l'étape
1	> 7.0	Nose (nez)
2	7.0 — 4.7	Nose (nez)
3	3.3 — 4.7	Bronchii, bronchioles (bronches, bronchioles)
4	2.1 — 4.7	Bronchii, bronchioles (bronches, bronchioles)
5	1.1 — 2.1	Alveoli (alvéoles)
6	0.65 — 1.1	Alveoli (alvéoles)

Figure 2.2 Le poumon humain et le système respiratoire

Fig. 2.2 Le poumon humain et le système respiratoire



4. Both samplers were operated simultaneously for a pre-determined period of time to obtain duplicate readings for each sampling run. The sampling time was chosen to sufficiently capture all the representative microorganisms in the air while not causing overloading of the agar plates i.e. 5 minutes. For measurement purposes, a total of approximately 6-7 duplicate measurements were taken throughout the night-time period. Measurements were as follows:
   - Measurements of ambient air quality throughout the night-time period in the occupied bedroom with no operation of the catalytic burner (one night).These measurements served as a reference and control.
   - Measurements of ambient air quality prior to the operation of the catalytic burner; during the operation of the catalytic burner; and after the operation of the catalytic burner when combusting two essential oils (i.e. lavender and citronella) containing Ozoalcool (one night each per essential oil).

Les deux échantillonneurs ont été mis en marche simultanément, dans des conditions identiques et pendant une durée prédéterminée. La durée de prélèvement a été choisie de manière à détecter l'ensemble des micro-organismes représentatifs présents dans l'air, tout en évitant une surcharge des boîtes de culture (géloses), soit 5 minutes. À des fins de mesure, un total d'environ 6 à 7 séries de mesures en double a été réalisé au cours de la période nocturne. Les mesures ont été effectuées comme suit :

- Mesure de la qualité de l'air ambiant, pendant une nuit, dans la chambre occupée, sans fonctionnement du brûleur catalytique. Ces mesures ont servi de référence et de contrôle.
- Mesures de la qualité de l'air ambiant avant la mise en fonctionnement du brûleur catalytique ; pendant son fonctionnement ; et après son fonctionnement, lors de la combustion de deux huiles essentielles (lavande et citronnelle) contenant de l'Ozoalcool, à raison d'une nuit pour chaque huile essentielle.

5. Both Andersen Samplers were loaded with sterile plastic Petri dishes containing approximately 35ml of a broad-spectrum medium, trypticase soy agar (TSA)(BBL Microbiology Systems, Cockeysville, MD) to culture viable airborne bacteria, with added cycloheximide to inhibit fungal contamination.

   Les deux échantillonneurs Andersen ont été chargés de boîtes de Pétri *stériles* en plastique contenant environ 35 ml d'un milieu de culture à large spectre, la gélose trypticase-soja (TSA) (BBL Microbiology Systems, Cockeysville, MD), afin de permettre la culture des bactéries viables en suspension dans l'air, avec ajout de cycloheximide pour inhiber la contamination fongique.

6. For each sampling run, ambient temperature was measured two minutes into the sampling period.

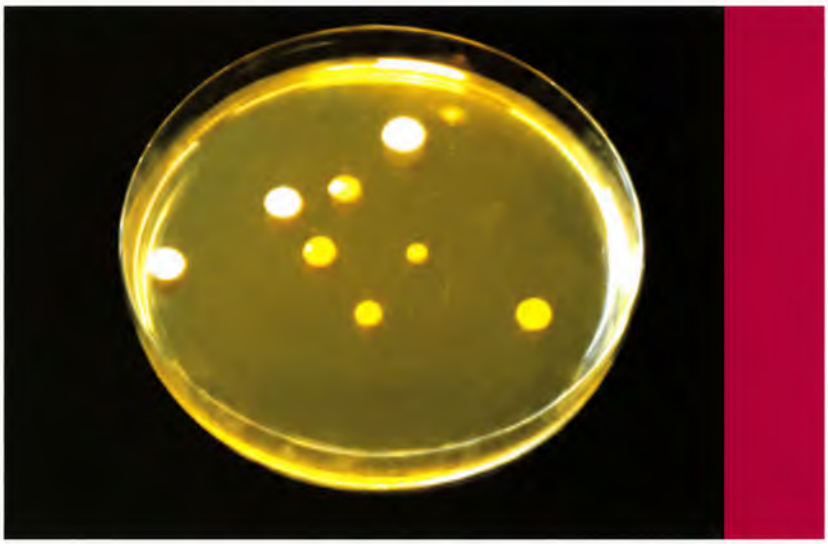
   Pour chaque série de prélèvements, la température ambiante a été mesurée deux minutes après le début du prélèvement.

7. After sampling, all the bacterial plates from the six stages of the two Anderson samplers were incubated at 35 °Cand bacterial colonies were counted after two days. The assumption is that each colony was derived from a single airborne bacterial cell. Only colonies within the suction-hole area of the sampler were counted; those lining the circumference of the Petri dish were ignored. The counts were then transformed to account for multiple depositions at single impaction sites using a positive hole conversion. Fig 2.3 shows typical colony growth of bacteria colonies after incubation.

   Après les prélèvements, toutes les boîtes de culture bactérienne provenant des six étages des deux échantillonneurs Andersen ont été incubées à 35 °C, et le nombre de colonies bactériennes a été compté après deux jours. L'hypothèse est que chaque colonie provient d'une seule cellule bactérienne en suspension dans l'air. Seules les colonies situées dans la zone de l'orifice d'aspiration de l'échantillonneur ont été comptées ; celles situées le long du pourtour de la boîte de Pétri ont été ignorées. Les résultats ont ensuite été convertis pour tenir compte des dépôts multiples sur un même site d'impaction à l'aide d'une conversion par orifice positif. La Fig. 2.3 montre un exemple de croissance typique des colonies bactériennes après incubation.

Figure 2.3 Bacterial colonies growing on a TSA plate

Fig. 2.3 Colonies bactériennes en croissance sur une gélose TSA.



8. The counts on each plate (representing a specific cell size range) were then expressed as counts of colony-forming-units per cubic metre of air (cfu m):

$$\text{Counts}\left\{\frac{\text{colony forming units}}{\text{m}^3\text{ air}}\right\} = \frac{\text{Total no. of counts on the plates}}{\text{28.3 litres of air/min}} \times \frac{10^3\text{ litre of air}}{\text{1 m}^3\text{ of air}} \times \frac{1}{\text{5 min}}$$

Le nombre de colonies sur chaque plaque (représentant une plage de taille cellulaire spécifique) est ensuite exprimé en unités formant colonie par mètre cube d'air (UFC/m^3) :

$$\text{Nombre}\left\{\frac{\text{Unités formant colonie (UFC)}}{\text{m}^3\text{ d'air}}\right\} = \frac{\text{Nombre total de colonies sur les plaques}}{\text{Air (28,3 litres/min)}} \times \frac{10^3\text{ litres d'air}}{\text{1 m}^3\text{ d'air}} \times \frac{1}{\text{5 min}}$$

RESULT

3 Résultats de l'étude

1. Results are presented in tabular and graphical form for:
   Measurements of ambient air quality throughout the night-time period in the occupied bedroom with no operation of the catalytic burner (one night).
   (Part – Control, see page 18)
   Measurements of ambient air quality prior to the operation of the catalytic burner; during the operation of the catalytic burner; and after the operation of the catalytic burner when combusting two essential oils (i.e. lavender and citronella) containing Ozoalcool (one night per essential oil). (Part2 – Essential Plant Oils, see page 21)

Les résultats de l'étude sont présentés sous forme de tableaux et de graphiques :

- Mesure de la qualité de l'air ambiant, pendant une nuit, dans la chambre occupée, sans fonctionnement du brûleur catalytique.
  (Partie 1 – Contrôle, voir page 18)
- Mesures de la qualité de l'air ambiant avant la mise en fonctionnement du brûleur catalytique ; pendant son fonctionnement ; et après son fonctionnement, lors de la combustion de deux huiles essentielles (lavande et citronnelle) contenant de l'Ozoalcool, à raison d'une nuit pour chaque huile essentielle.
  (Partie 2 – Huiles essentielles d'origine végétale, voir page 21)



3A Part 1 – Control
3A Partie 1 – Contrôle

2. Concentrations of airborne bacteria measured in the apartment bedroom are presented in Table 3.1, Figure 3.2 (total counts) and Figure 3.3 (size range distribution).

   Les concentrations de bactéries en suspension dans l'air mesurées dans la chambre de l'appartement sont présentées dans le tableau 3.1, la figure 3.2 (nombre total) et la figure 3.3 (répartition par classes de taille).

Table 3.1 Concentrations of airborne bacteria (Control)

Tableau 3.1 Concentrations de bactéries en suspension dans l'air (Contrôle)

			Airborne bacteria concentration (colony forming units per cubic metre)* Concentration de bactéries en suspension dans l'air (unités formant colonie par mètre cube)*						
Sample Échantillon	**Time** Heure	**Temp(°C)** Temp.(°C)	**Plate 1** Plaque 1	**Plate 2** Plaque 2	**Plate 3** Plaque 3	**Plate 4** Plaque 4	**Plate 5** Plaque 5	**Plate 6** Plaque 6	**Total** Total
CA	23:00	33	85	71	170	113	212	99	**750**
CB	00:00	32	42	49	49	42	177	49	**408**
CC	02:00	33	21	106	71	78	14	64	**354**
CD	04:00	32	28	42	42	71	177	57	**417**
CE	06:00	32	21	14	42	14	226	106	**423**
CF	07:00	33	92	205	120	134	71	71	**693**

*Note : *mean of duplicate readings* Note : *moyenne de mesures en double

Figure 3.2 Total concentrations of airborne bacteria (Control)

Fig. 3.2 Concentrations totales de bactéries en suspension dans l'air (Contrôle)

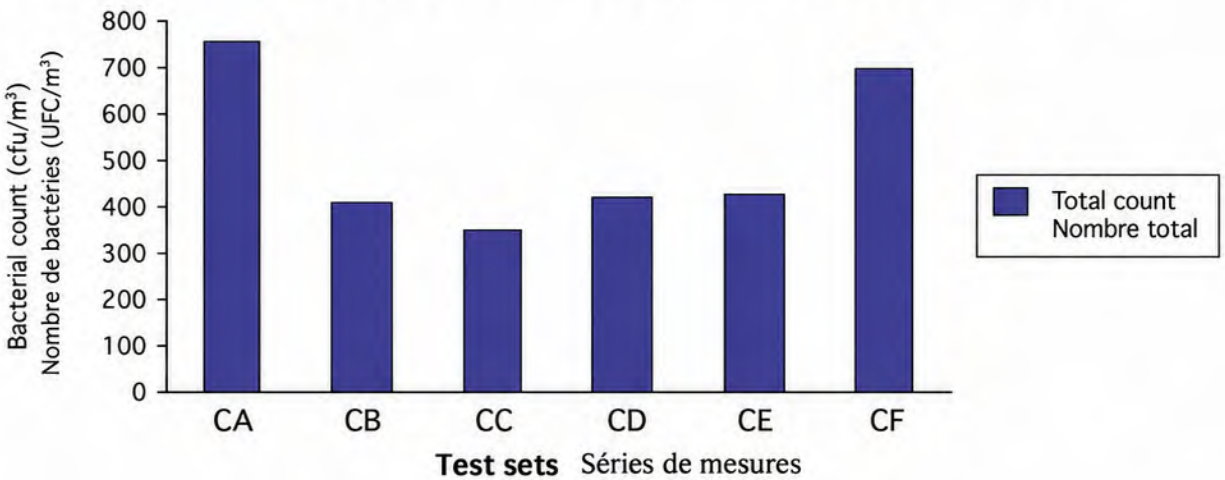
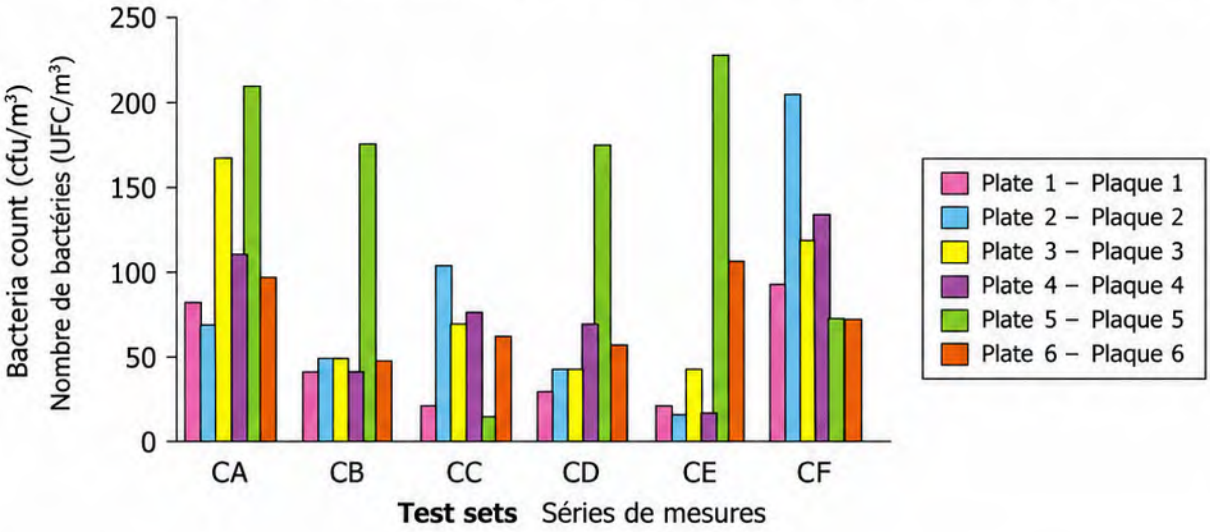


Figure 3.3 Sizedistribution of airborne bacteria(Control)

Fig. 3.3 Répartition par classes de taille des bactéries en suspension dans l'air (Contrôle)



3. Based on the results, the following observations/comments can be made:
   - The temperature throughout the measurement period (23:00 to 07:00 hrs) was stable at between 32 and 33.
   - The total concentration of colony forming units per cubic metre of air (cfu m) varied form a maximum of 750 cfu m (23:00 hrs) to a minimum of 354 cfu m (02:00 hrs) (see Table 3.1 and Figure 3.2). The upper concentration was in excess of available recommended guidelines figure of 500 cfu m for indoor air in a Singapore office environment (there is no guideline for residential environment).
   - A reduction was noted in the airborne concentration of bacteria between 23:00 and 00:00 hours (i.e. 750 to 408 cfu m), where the level remained stable up to 07:00 hours when it increased again to 693 cfu m. This variation may be due to various reasons including : limited air-exchange between the bedroom and the external environment; alterations in humidity; activity of the occupants (amount of movement and respiration activity (e.g. coughing, sneezing) during sleep).

- Bacteria were present over the entire size range (i.e. 0.65 to 7.0 microns) captured by the Andersen Sampler (see Table 3.1 and Figure 3.3). Hence, bacteria were present that were capable of penetrating all stages of the human respiratory-lung system (see Figure 2.2). Although the potential of the bacteria to cause infection is dependent on the species present (which was not determined), it can be noted that in four of the six measurements taken, there was a predominance of bacteria on stage 5 of the sampler i.e. in the size range of 1.1 to 2.1 microns. This size of bacteria is capable of penetration deep into the human lung upon inhalation.

Sur la base des résultats de l'étude, les observations / évaluations suivantes peuvent être formulées :

- La température pendant toute la période de mesure (de 23 h 00 à 7 h 00) est restée stable, entre 32 °C et 33 °C.
- La concentration totale en unités formant colonie par mètre cube d'air (UFC/m^3) a varié d'un maximam de 750 UFC/m^3 (à 23 h 00) à un minimum de 354 UFC/m^3 (à 2 h 00) (voir le tableau 3.1 et la figure 3.2). La concentration la plus élevée dépasse la valeur de référence recommandée de 500 UFC/m^3 pour l'air intérieur dans un environnement de bureau à Singapour (il n'existe pas de valeur de référence pour un environnement résidentiel).
- Une diminution de la concentration de bactéries en suspension dans l'air a été observée entre 23 h 00 et 00 h 00 (de 750 à 408 UFC/m^3), le niveau étant resté stable jusqu'à 7 h 00, moment où il est remonté à 693 UFC/m^3. Cette variation peut être due à divers facteurs, notamment : un renouvellement d'air limité entre la chambre et l'environnement extérieur ; des variations de l'humidité ; l'activité des occupants (quantité de mouvements et activité respiratoire, par exemple la toux ou les éternuements) pendant le sommeil.
- Des bactéries ont été détectées sur l'ensemble des classes de taille (de 0,65 à 7,0 μm) collectées par l'échantillonneur Andersen (voir le tableau 3.1 et la figure 3.3). Ainsi, des bactéries étaient présentes, capables de pénétrer dans tous les niveaux de l'appareil respiratoire humain (voir la figure 2.2). Bien que le potentiel de ces bactéries à provoquer une infection dépende des espèces présentes (qui n'ont pas été identifiées), il convient de noter que, lors de quatre des six mesures effectuées, une prédominance de bactéries a été observée au 5^e étage de l'échantillonneur, c'est-à-dire dans la classe de taille de 1,1 à 2,1 μm. Cette taille de bactéries est capable de pénétrer profondément dans les poumons humains lors de l'inhalation.

3B Part 2 – Essential Plant Oils (Citronella)
3B Partie 2 – Huiles essentielles d'origine végétale (Citronnelle)

Table 3.2 Concentrations of airborne bacteria (Citronella)

Tableau 3.2 Concentrations de bactéries en suspension dans l'air (Citronnelle)

			Airborne bacteria concentration (colony forming units per cubic metre)* Concentration de bactéries en suspension dans l'air (unités formant colonie par mètre cube)*						
Sample Échantillon	**Time** Heure	**Temp(°C)** Temp.(°C)	**Plate 1** Plaque 1	**Plate 2** Plaque 2	**Plate 3** Plaque 3	**Plate 4** Plaque 4	**Plate 5** Plaque 5	**Plate 6** Plaque 6	**Total** Total
CA(−)	22:30	33	14	11	14	57	141	219	**456**
CB(−)	23:30	32	216	180	205	544	940	544	**2629**
BA(+)	00:30	33	74	92	67	138	1007	442	**1820**
BB(+)	01:30	33	28	32	46	53	102	32	**290**
BC(+)	02:30	32	32	42	85	49	67	85	**360**
CC(−)	04:00	32	42	57	92	25	39	39	**293**
CD(−)	06:00	32	53	42	124	67	8	49	**417**

**Note : (−) indicates no burner (+) indicates burner. Burner ignited at 23:30 hrs (after air sampling) and extinguished at 02:30 hrs (after air sampling).*

*Note : (−) : indique l'absence de brûleur ; (+) : indique la présence d'un brûleur. Le brûleur a été allumé à 23 h 30 (après le prélèvement d'air) et éteint à 2 h 30 (après le prélèvement d'air).

Figure 3.4 Total concentration of airborne bacteria (Citronella)

Fig. 3.4 Concentrations totales de bactéries en suspension dans l'air (Citronnelle)

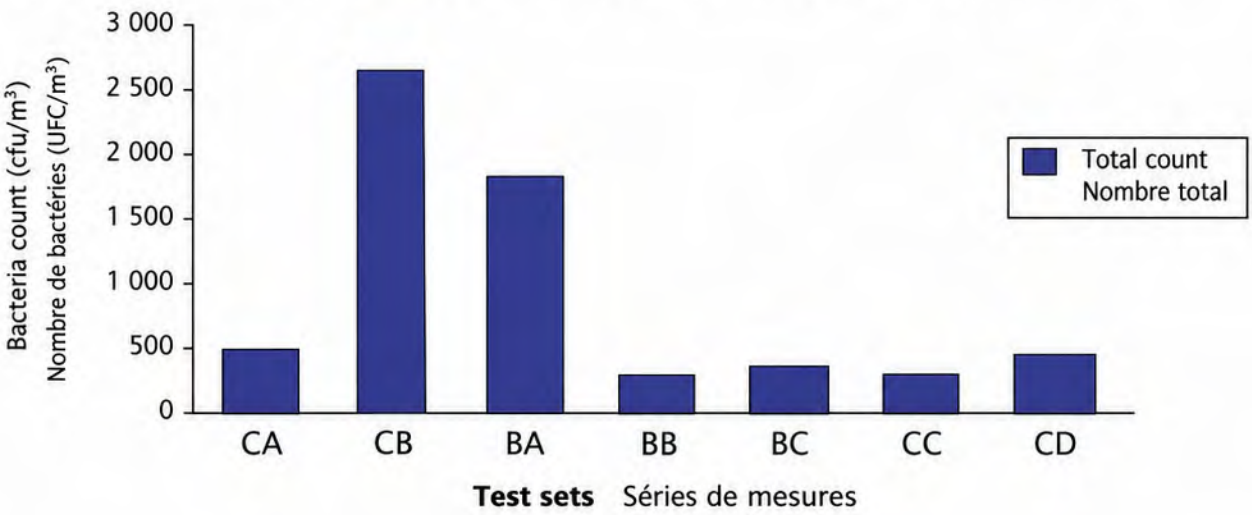
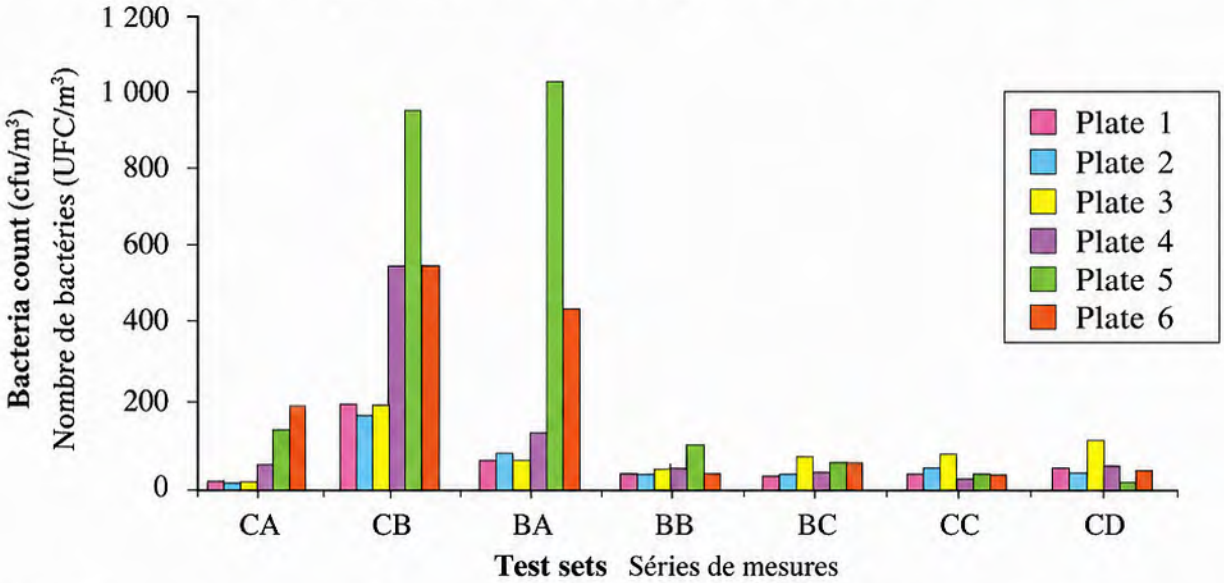


Figure 3.5 Size distribution of airborne bacteria (Citronella)

Fig. 3.5 Répartition par taille des bactéries en suspension (Citronnelle)



4. Concentrations of airborne bacteria measured in the apartment bedroom before, during and after the operation of the catalytic burner with Ozoalcool and citronella are presented in Table 3.2, Figure 3.4 (total counts) and Figure 3.5 (size range distribution).

4. Les concentrations de bactéries en suspension dans la chambre à coucher ont été mesurées avant, pendant et après l'utilisation du brüleur catalytique avec Ozoalcool et citronnelle. Elles sont présentées dans le tableau 3.2, la figure 3.4 (comptes totaux) et la figure 3.5 (répartition par taille).

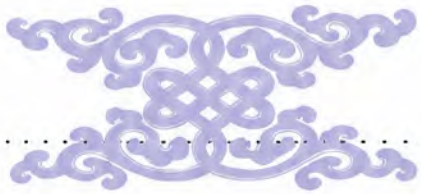
5. Based on the results, the following observations/comments can be made:
   - The temperature throughout the measurement period (23:00 to 07:00 hrs) was stable at between 32 and 33. The operation of the burner made no measured difference to the ambient temperature of the bedroom.
   - The total concentration of bacteria ranged from a minimum of 290 cfu at 01:30 hrs (burner operating) to a high maximum of 2629 cfu at 23:30 hrs (burner not operating) (see Table 3.2 and Figure 3.4). This peak concentration occurred prior to the ignition of the burner and was then reduced to 1820 cfu m^3 when the burner was ignited at 00:30 hrs. The high concentration present was in excess of the available recommended guidelines for air quality in Singapore i.e. 500 cfu m^3 for an office environment (no standards are available for a residential environment).
   - The peak bacteria concentration may have been due to the occupants jecting bacteria from the respiratory tract (e.g. by sneezing or coughing). The reduction on airborne bacteria concentration upon ignition of the burner cannot be directly accredited to its ignition, as the concentration may have been naturally subsiding.

- However, it can be noted that concentrations of bacteria at the second and third measurement (i.e. 01:30 and 02:30 hours) during the operation of the burner were relatively low, and continud at a lowered concentration 90 minutes after the burner was extinguished i.e. at 04:00 hours (cfu m). It is interesting to note that, similar to the control measurements, the airborne concentration of bacteria began to pick-up again towards dawn and reached a concentration of 417 cfu m by 06:00 hours. It is possible that the operation of the burner 'dampened' the levels of airborne bacteria, as levels during burner operation are lower than levels measured during the control experiment with no burner present (see Tables 3.1 and 3.2), although evidence is not conclusive.
- Throughout the monitoring period (with and without the operation of the burner) bacteria were present across the entire size range. It can be seen that during the peak concentration event that there was a predominance of smaller bacteria particularly in the size range of less than 2.1 microns. This is consistent with the bacteria being derived from coughing and/or sneezing of the room occupants.
- Overall, based on measurements of total bacteria concentrations, it appears that a natural variation in the concentration of bacteria occurred throughout the night-time period, and was sensitive to peak occurrences of bacteria—most likely due to ejection from the occupant's respiratory system (by sneezing/coughing). During the second and third measurements with the burner operating (at 01:30 and 02:30 hours), there was no evidence of a predominance of smaller size bacteria. This was also the case after the burner was extinguished.
- Although it is clear that the operation of the burner with citronella and ozoalcool did not entirely eliminate airborne bacteria in the bedroom, it is possible that the levels were slightly suppressed and that concentrations were dampened following a peak event. It is also possible that the effect of the ozoalcool and citronella continued to exert an effect on the concentration of the airborne bacteria after the burner was extinguished until the substances were dispersed. However, more detailed measurements would be needed to confirm these positive effects and differentiate them from natural fluctuations.



Sur la base des résultats de l'étude, les observations / évaluations suivantes peuvent être formulées :

- La température pendant toute la période de mesure (de 23 h 00 à 7 h 00) est restée stable, entre 32 °C et 33 °C. L'utilisation du brûleur n'a pas entraîné de variation de la température ambiante de la chambre.
- La concentration totale en unités formant colonie par mètre cube d'air a varié d'un minimum de 290 UFC/m^3 à 01 h 30 (brûleur allumé) à un maximum de 2 629 UFC/m^3 à 23 h 30 (brûleur éteint) (voir le tableau 3.2 et la figure 3.4). Ce pic de concentration s'est produit avant l'allumage du brûleur, puis la concentration a diminué pour atteindre 1 820 UFC/m^3 à 00 h 30, 60 minutes après l'allumage du brûleur. La concentration la plus élevée mesurée dépassait la valeur de référence de 500 UFC/m^3 pour la qualité de l'air intérieur dans un environnement de bureau à Singapour (il n'existe pas de valeur de référence pour un environnement résidentiel).
- La diminution de la concentration bactérienne en suspension dans l'air causée par l'allumage du brûleur est probablement due, entre autres, à des activités des occupants (par exemple, la toux ou les éternuements). Il est également possible que, sans l'utilisation du brûleur, la concentration aurait naturellement diminué d'elle-même.
- Dans tous les cas, la concentration de bactéries lors des deuxième et troisième mesures (à 01 h 30 et 02 h 30) était relativement faible, puis est restée à un niveau réduit pendant 90 minutes après l'extinction du brûleur (à 04 h 00). Cela correspondait au même profil de variation que lors de l'expérience témoin (sans brûleur), la concentration de bactéries en suspension dans l'air étant initialement à la hausse, puis diminuant jusqu'à atteindre 417 UFC/m^3 à 06 h 00.
- Au cours de toute la période de surveillance (avec et sans utilisation du brûleur), des bactéries ont été détectées dans l'ensemble des classes de taille. Il ressort que, lors du pic de concentration, il y avait une prédominance de bactéries de petite taille, en particulier dans la classe de taille inférieure à 2,1 µm. Cette observation est cohérente avec une origine probable de ces bactéries liée à la toux et/ou aux éternuements des occupants de la chambre.
- Globalement, sur la base des mesures des concentrations totales de bactéries, il apparaît qu'une variation naturelle de la concentration bactérienne s'est produite tout au long de la nuit, avec des pics de concentration sensibles — très probablement liés à des émissions provenant de l'appareil respiratoire de l'occupant (par la toux ou les éternuements). Lors des deuxième et troisième mesures effectuées avec le brûleur allumé (à 01 h 30 et 02 h 30), aucune prédominance de bactéries de petite taille n'a été observée, ce qui a également été le cas après l'extinction du brûleur.
- Bien qu'il ne soit pas certain que l'utilisation du brûleur avec de la citronnelle et de l'ozoalcool élimine complètement les bactéries en suspension dans l'air de la chambre, il est possible que les niveaux aient été légèrement réduits et que les concentrations aient été atténuées après un pic. Il est également possible que l'effet de l'ozoalcool et de la citronnelle continue d'influencer la concentration des bactéries en suspension dans l'air après l'extinction du brûleur, jusqu'à la dispersion des substances. Toutefois, des mesures plus détaillées seraient nécessaires pour confirmer ces effets positifs et les distinguer des fluctuations naturelles.



3C Part 2 – Essential Oils (Lavender)

3C Partie 2 – Huiles essentielles (Lavande)

6. Concentrations of airborne bacteria measured in the apartment bedroom before, and after the operation of the catalytic burner with ozoalcool and lavender are presented in Table 3.3, Figure 3.5 (total counts) and Figure 3.6 (size range distribution).

   Les concentrations de bactéries en suspension dans l'air mesurées dans la chambre de l'appartement avant et après l'utilisation du brûleur catalytique avec de l'ozoalcool et de la lavande sont présentées dans le tableau 3.3, la figure 3.5 (totaux) et la figure 3.6 (répartition par taille).

7. Based on the results, the following observations/comments can be made:
   - The temperature throughout the measurement period (22:00 to 06:00 hrs) was stable at between 32 and 33 . The operation of the burner had no measured effect on the ambient temperature of the bedroom.
   - The total concentration of bacteria ranged from a minimum of 170 cfu m at 02:30 hours (burner operating) to a maximum of 866 cfu m at 10:30 hours (no burner)(see Table 3.3 and Figure 3.5). Three measurements were taken prior to the ignition of the burner and levels were elevated relative to the period during and after burner operation (611 to 866 cfu m versus 170 to 300 cfu m). It is also interesting to note that one-hour after the ignition of the burner at 12:30 hrs, the total concentration of airborne bacteria dropped substantially (i.e. 611 to 226 cfu m). In this case concentrations of airborne bacteria exceeded the available guideline of 500 prior to burner ignition, but was reduced to below this value during burner operation, and after extinction (see Table 3.3). This reduction was more evident than for lavender and lends stronger support to the beneficial effects of lavender on the reduction of airborne bacteria concentrations. Furthermore the continued suppression of bacteria concentration over the operational period of the burner (i.e. 23:30 to 02:30 hrs) is encouraging. The positive effect of the burner is further supported by the levels elevating slightly after the burner was extinguished (see Figure 3.5). Levels did not return to pre-ignition concentrations, possibly due to the continued presence of antimicrobial agents (ozone and/or lavender) in the air after the burner was extinguished.

- Prior to burner ignition with ozoalcool and lavender, bacteria were present throughout all measured size ranges, with elevated levels of the smaller more penetrative size fractions (see Figure 3.6). Levels of the smaller size ranges were suppressed during burner operation, together with other size fractions, and were only elevated again after the burner was extinguished. While this phenomenon cannot be entirely attributed to the burner, as natural variation may have occurred, the results are encouraging.

Sur la base des résultats de l'étude, les observations / évaluations suivantes peuvent être formulées :

- La température pendant toute la période de mesure (de 22 h 00 à 6 h 00) est restée stable, entre 32 °C et 33 °C. L'utilisation du brûleur n'a pas entraîné de variation de la température ambiante de la chambre.
- La concentration totale en unités formant colonie par mètre cube d'air a varié d'un minimum de 170 UFC/m^3 à 2 h 30 (brûleur allumé) à un maximum de 5 866 UFC/m^3 à 23 h 00 (voir les tableaux 3.3 et 3.5). Après la mise en marche du brûleur à 23 h 00, la concentration a d'abord augmenté (de 170 à 300 UFC/m^3), puis a fortement diminué dès 12 h 30, pour atteindre 611 UFC/m^3, et a ensuite continué à baisser jusqu'à 525 UFC/m^3 à 6 h 00. Dans cette situation, le niveau maximal reste supérieur à la valeur de référence de 500 UFC/m^3 recommandée pour la qualité de l'air intérieur dans un environnement de bureau à Singapour. Toutefois, la concentration a nettement diminué pendant le fonctionnement du brûleur et a continué à baisser après son extinction (voir le tableau 3.3). Cette diminution est très vraisemblablement liée à l'effet de la lavande et à ses propriétés bénéfiques, car elle est beaucoup plus marquée que celle observée pour la citronnelle (à 2 h 30) (voir le tableau 3.5). La concentration semble ainsi se rapprocher, après extinction du brûleur, de la valeur mesurée avant l'allumage, ce qui suggère l'absence d'effet résiduel significatif d'un éventuel agent bactéricide présent dans l'air (l'ozone ou la lavande).
- L'utilisation d'ozoalcool et de lavande, avant l'allumage du brûleur, a mis en évidence une augmentation de la proportion des bactéries de petite taille, capables de pénétrer facilement dans l'organisme, tandis que des bactéries étaient détectées dans l'ensemble des classes de taille (voir la figure 3.6). Pendant le fonctionnement du brûleur, les petites tailles, ainsi que d'autres fractions, ont été partiellement inhibées, puis leurs niveaux ont de nouveau augmenté après l'extinction du brûleur. Il s'agit probablement d'une variation naturelle ; toutefois, ce phénomène reste encourageant.

Table 3.3 Concentrations of airborne bacteria (Lavender)

Tableau 3.3 *Concentrations de bactéries en suspension dans l'air (Lavande)*

			Airborne bacteria concentration (colony forming units per cubic metre)* *Concentration de bactéries en suspension dans l'air (unités formant colonie par mètre cube)**						
Sample *Échantillon*	**Time** *Heure*	**Temp(°C)** *Température (°C)*	**Plate 1** *Plaque 1*	**Plate 2** *Plaque 2*	**Plate 3** *Plaque 3*	**Plate 4** *Plaque 4*	**Plate 5** *Plaque 5*	**Plate 6** *Plaque 6*	**Total** *Total*
LA(–)	22:00	33	74	28	78	254	237	131	**802**
LB(–)	22:30	33	32	18	311	60	272	173	**866**
LC(–)	23:30	33	99	71	57	78	163	145	**611**
BA(+)	00:30	33	53	25	35	60	28	25	**226**
BB(+)	01:30	32	28	46	60	18	85	35	**272**
BC(+)	02:30	33	11	7	28	21	46	57	**170**
LD(–)	04:00	33	78	53	78	53	28	11	**300**
LE(–)	06:00	32	28	28	42	28	88	53	**269**

**Note : (–) indicates no burner (+) indicates burner. burner ignited at 23:30 hrs (after air sampling) and extinguished at 02:30 hrs (after air sampling).*

**Remarque : (–) indique l'absence de brûleur, (+) indique la présence du brûleur. Le brûleur a été allumé à 23 h 30 (après le prélèvement d'air) et éteint à 2 h 30 (après le prélèvement d'air).*

Figure 3.5 Total concentration of airborne bacteria (Lavender)

Figure 3.5 *Concentration totale de bactéries en suspension dans l'air (Lavande)*

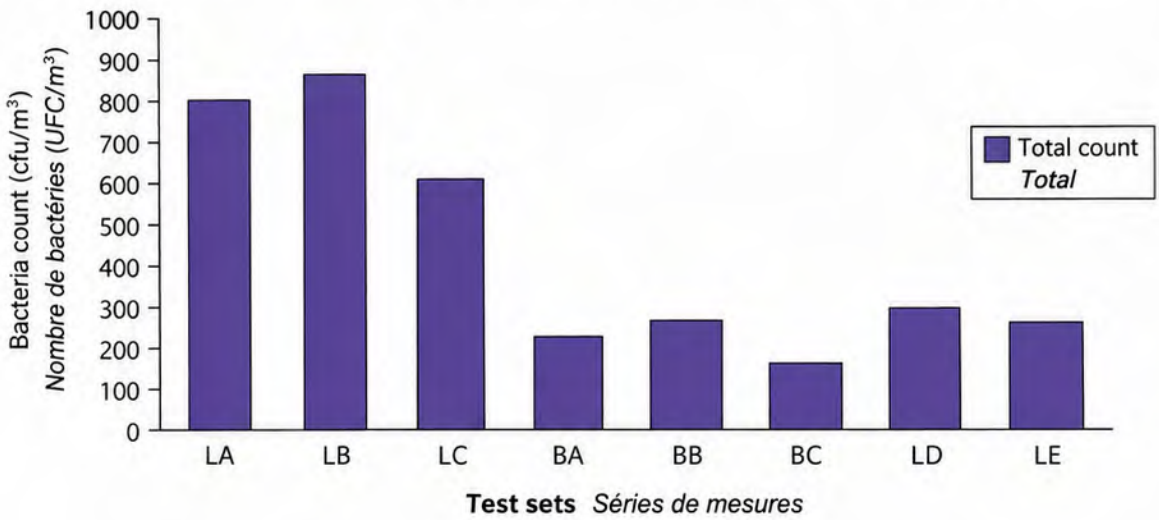
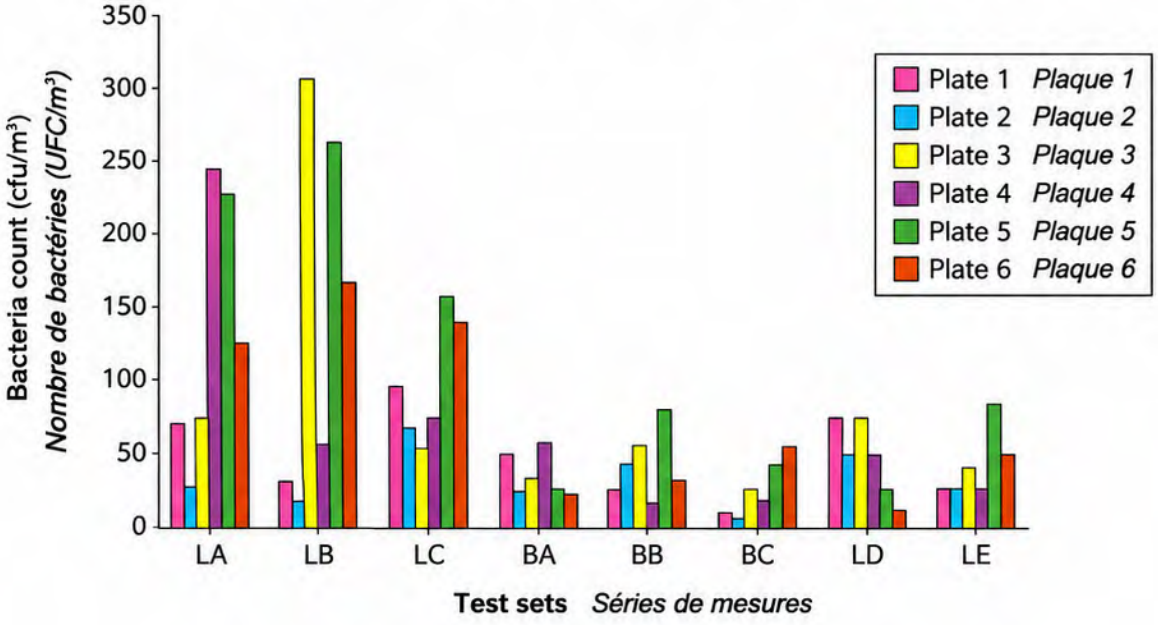


Figure 3.6 Size distribution of airborne bacteria (Lavender)

Figure 3.6 Répartition par taille des bactéries en suspension dans l'air (Lavande)





3 Synthèse

1. Due to the limited extent and duration of monitoring, and the background variability in concentrations of airborne bacteria measured in the bedroom, it is difficult to provide absolutely conclusive statements on the effectiveness of the Lampe Berger catalytic burner in reducing levels of airborne bacteria. However, several interesting and encouraging phenomena have been observed as a result of this investigation, as follows.

- Without the operation of the burner (Control), it is possible for total airborne bacteria concentrations to be present in the bedroom environment in excess of available air quality guidelines. Furthermore, bacteria are present across the entire size range (i.e. 0.65 to >7.0 microns) measured by the Anderson Sample – indicating that bacteria are present that can penetrate deep into the human respiratory-lung system. Although no identification of individual bacteria species were made as part of this investigation, the potential exists for pathogenic bacteria to infect the occupants of this type of indoor environment.
- It is evident that, during normal conditions, peak concentrations of airborne bacteria can occur in the bedroom environment – far in excess of available air quality guidelines. This is most likely as a result of alterations in respiratory activity (e.g. sneezing and/or coughing) by the bedroom occupants.
- Of the two essential oils tested in the presence of ozoalcool, lavender provided the stronger evidence for being effective at reducing the overall concentration of airborne bacteria, as well as bacteria in the smaller size ranges i.e. those bacteria with most potential to penetrate the human respiratory-lung system.
- There is some evidence that the suppression of airborne bacteria continued for some time (i.e. 2-3 hours at least) following the extinction of the burner for both essential oils—particularly lavender. This may be due to the continued presence of ozone and/or vapourised essential oil after extinction of the burner.

Compte tenu de la durée limitée de la surveillance, des limites de l'étude et de la diversité inhérente de la concentration de bactéries en suspension dans l'air, il est difficile d'affirmer de manière absolue l'efficacité de la lampe Berger équipée d'un brûleur céramique. Cependant, cette étude a mis en évidence plusieurs phénomènes intéressants et encourageants, à savoir :

- La concentration totale de bactéries en suspension dans l'air pendant le fonctionnement du brûleur (c'est-à-dire en présence du brûleur) peut être inférieure à la valeur de référence, et l'action du brûleur céramique semble permettre de réduire cette concentration. De plus, les bactéries sont présentes dans toutes les tailles mesurées par l'échantillonneur d'Anderson (de 0,65 à plus de 7,0 microns), y compris des bactéries susceptibles de pénétrer profondément dans le système respiratoire humain. Bien qu'aucune identification des espèces bactériennes individuelles n'ait été réalisée dans le cadre de cette étude, la présence, dans ce type d'environnement intérieur, de bactéries potentiellement pathogènes susceptibles d'infecter les occupants est possible.
- Dans des conditions normales, il est clairement établi que des concentrations maximales de bactéries en suspension dans l'air, dépassant largement les valeurs de référence, peuvent être mesurées dans la chambre. Ceci est attesté par les résultats non négligeables liés aux actions respiratoires des occupants (c'est-à-dire la toux ou les éternuements).
- Parmi les deux huiles essentielles testées en présence d'ozoalcool, la lavande a apporté les preuves les plus solides de son efficacité pour réduire la concentration totale de bactéries en suspension dans l'air, ainsi que celles des plus petites tailles, c'est-à-dire les bactéries présentant le plus fort potentiel de pénétration dans le système respiratoire humain.
- Des résultats indiquent également que la réduction des bactéries en suspension dans l'air se maintient pendant un certain temps (au moins 2 à 3 heures) après l'extinction du brûleur, pour les deux huiles essentielles, en particulier la lavande. Cela pourrait être dû à la présence persistante d'ozone et/ou de vapeurs d'huile essentielle après l'extinction du brûleur.





Part Two

2e Partie

Test de réduction de la teneur en formaldéhyde dans l'air intérieur

REDUCE THE CONCENTRATION OF FORMALDEHYDE TESTING



Prepared by J.P.Obbard PhD,BSc(Honours) &
Dr R.Bala Ph.D.,BSc(Honours)

February 2002

Préparé par J. P. Obbard, docteur en médecine
(avec distinction universitaire)
et R. Bala, docteur en médecine
(avec distinction universitaire)

Février 2002

1 Introduction et contexte

1. The objective of this experiment was to determine whether the operation of the Lampe Berger (LB) catalytic burner using 'Natural' reagent was able to reduce the concentration of formaldehyde (HCHO) in indoor air.
   L'objectif de cette expérience était de déterminer si le fonctionnement du brûleur catalytique de la Lampe Berger (LB), utilisant un réactif « Natural », était capable de réduire la concentration de formaldéhyde (HCHO) dans l'air intérieur.

2. The test was carried out in a confined office environment with the use of a glass bubbler, according to the methods given below. Air samples collected were analyzed for HCHO. Air sampling was conducted 2 hours and 1 hour prior to the ignition of the catalytic burner, for 1 hour, 2 hours, and 4 hours during the operation of the catalytic burner with 'Natural' reagent, and 4 hours and 8 hours after the extinction of the catalytic burner.
   Le test a été réalisé dans un bureau clos à l'aide d'un barboteur en verre, selon les méthodes décrites ci-dessous. Les échantillons d'air collectés ont été analysés pour le HCHO. Les prélèvements d'air ont été effectués 2 heures et 1 heure avant l'allumage du brûleur catalytique, puis pendant 1 heure, 2 heures et 4 heures de fonctionnement du brûleur avec le réactif « Natural », et enfin 4 heures et 8 heures après l'extinction du brûleur.

3. The largest use of HCHO is as a component in urea-and phenol-formaldehyde resins for manufacturing plywood, particleboard, fibreboard, and foam insulation Sources of residential exposure to formaldehyde gas include: formaldehyde out gassing from the above mentioned materials, as well as carpets, drapery, and combustion processes (cooking, tobacco smoking). In confined homes and offices with little natural ventilation, accumulation of formaldehyde gas from wood products and glues used in their construction can be significant. HCHO is a known irritant to the human-respiratory lung system, and long term persistent exposure is associated with chronic respiratory illnesses, including cancer.

   La principale utilisation du HCHO est comme composant des résines urée-formaldéhyde et phénol-formaldéhyde pour la fabrication de contreplaqué, de panneaux de particules, de panneaux de fibres et de mousses isolantes. Les sources d'exposition au formaldéhyde dans les habitations comprennent : le dégagement de formaldéhyde par les matériaux mentionnés ci-dessus, ainsi que par les moquettes, les rideaux et les processus de combustion (cuisine, fumée de tabac). Dans les habitations et les bureaux peu ventilés naturellement, l'accumulation de formaldéhyde provenant des produits à base de bois et des colles utilisés dans leur construction peut être importante. Le HCHO est un irritant connu du système respiratoire et pulmonaire humain, et une exposition prolongée et persistante est associée à des maladies respiratoires chroniques, y compris le cancer.

2 Matériel et méthode

1. Air samples were collected from a typical confined office environment to determine the levels of formaldehyde (HCHO) in indoor air. The ability of the Lampe Berger catalytic burner used with 'Natural' reagent to remove HCHO from indoor air was assessed based on a series of measurements.

   Les échantillons d'air ont été prélevés dans un environnement de bureau typique et clos, afin de mesurer les niveaux de formaldéhyde (HCHO) dans l'air intérieur. La capacité du brûleur catalytique de la Lampe Berger, utilisé avec le réactif « Natural », à éliminer le HCHO de l'air intérieur a été évaluée sur la base d'une série de mesures.

2. The background concentration of HCHO in the selected office environment was approximately 0.3 ppm(v)(parts per million by volume). During continuous operation of the catalytic burner for about 4 hours, there was a significant decrease in the concentration of gaseous HCHO in indoor air. The HCHO concentration continued to decrease even after the extinction of the catalytic burner and reached a concentration of 0.05 ppm (v) at the end of the experiment.

   La concentration initiale de HCHO dans l'environnement de bureau testé était d'environ 0,3 ppm (v) (parties par million en volume). Lors d'un fonctionnement continu du brûleur catalytique pendant environ 4 heures, une diminution significative de la concentration de HCHO gazeux dans l'air intérieur a été observée. La concentration de HCHO a continué à diminuer même après l'extinction du brûleur catalytique et a atteint 0,05 ppm (v) à la fin de l'expérience.

3. Based on this preliminary test, it can be concluded that the Lampe Berger catalytic burner used with 'Natural' reagent is capable of removing gaseous HCHO from indoor air. It is recommended that further tests with a continuous HCHO analyzer may provide information on how long the HCHO concentration will remain low, and the frequency of the use of the catalytic burner required for maintaining low levels of HCHO in indoor air.

   Sur la base de ce test préliminaire, on peut conclure que le brûleur catalytique de la Lampe Berger, utilisé avec le réactif « Natural », est capable d'éliminer le HCHO gazeux de l'air intérieur. Il est recommandé de réaliser des tests complémentaires à l'aide d'un analyseur continu de HCHO afin d'obtenir des informations sur la durée de maintien d'une faible concentration de HCHO, ainsi que sur la fréquence d'utilisation du brûleur catalytique nécessaire pour conserver de faibles niveaux de HCHO dans l'air intérieur.

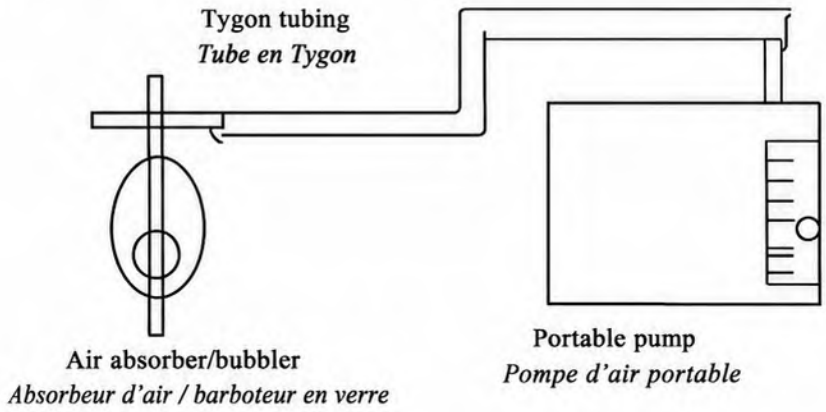
4. Principle of the Air Sampling Method : Formaldehyde is absorbed from the air into water through a glass bubbler using an air suction pump as shown in Figure 4.1. It is then reacted with chromotropic acid and concentrated sulfuric acid to form a purple monocationic chromogen. This colored compound absorbs at 580nm. The absorbance of the colored solution is read on a spectrophotometer at 580nm. and is proportional to the quantity of formaldehyde in the solution. A calibration curve based on a series of formaldehyde standard solutions measured was used to determine the formaldehyde concentration in the air.

Principe de la méthode de prélèvement d'air : le formaldéhyde est absorbé depuis l'air dans l'eau au moyen d'un barboteur en verre, à l'aide d'une pompe d'aspiration, comme le montre la figure 4.1. Il réagit ensuite avec l'acide chromotropique et de l'acide sulfurique concentré pour former un composé coloré monocationique de couleur violette.
Ce composé coloré présente une absorption à 580 nm. L'absorbance de la solution colorée est mesurée à 580 nm à l'aide d'un spectrophotomètre et est proportionnelle à la quantité de formaldéhyde présente dans la solution. Une courbe d'étalonnage, établie à partir d'une série de solutions étalons de formaldéhyde, a été utilisée pour déterminer la concentration de formaldéhyde dans l'air.

5. Equipment : Spectrophotometer, Portable air pump, and Glass bubblers.
Matériel : spectrophotomètre, pompe d'air portable et barboteurs en verre.

Figure 4.1 Air sampling experimental setup

Figure 4.1 Dispositif expérimental de prélèvement d'air



6. Calculations: The concentration of formaldehyde in the sampled air may be calculated using the following equation, assuming standard conditions are 760 Torr (mmHg) and 25°C:

$$\text{ppm (by volume)} = \frac{\text{mass} \times A \times 24.47}{Qt \times 30.03}$$

where mass = mass in μg of formaldehyde in a aliquot
A = aliquot factor or ratio of sampling solution volume to aliquot volume
Q = air flow rate in liter per minute
t= time taken for absorption process in minutes

24.47 = volume in ml of formaldehyde vapor in 1 millimole at standard conditions;
30.03 = molecular mass of formaldehyde.

Méthode de calcul : la concentration de formaldéhyde dans l'air prélevé peut être calculée à l'aide de l'équation suivante, en supposant des conditions standard de 760 Torr (mmHg) et 25 °C :

$$\text{ppm (en volume)} = \frac{\text{mass} \times A \times 24.47}{Qt \times 30.03}$$

Masse = masse totale de formaldéhyde, en μg

A = facteur d'aliquote ou rapport entre le volume de la solution de prélèvement et le volume de l'aliquote

Q = débit d'air par minute (en litres)

t = durée du processus d'absorption (en minutes)

24,47 = volume, en ml, de vapeur de formaldéhyde contenu dans une millimole aux conditions standard

30,03 = masse moléculaire du formaldéhyde.



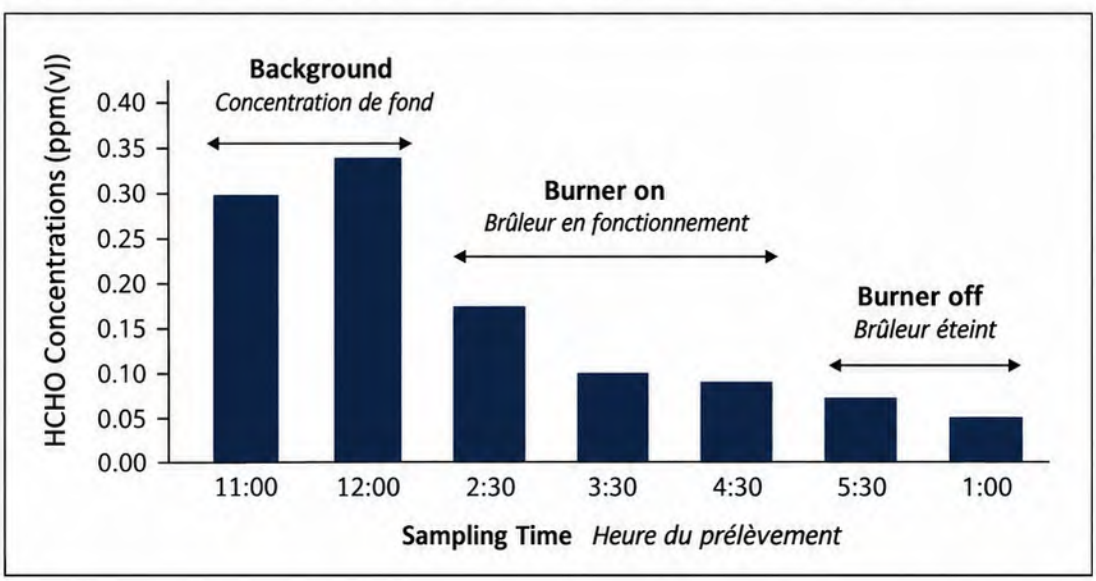
3 Résultats et conclusion

1. The results from the field test, carried out according to the specified experimental protocols, are shown below in Figure 4.2. The background concentration of HCHO in the selected office room was about 0.3 ppm(v), which is higher than the recommended limit of 0.1 ppm(v) for an 8-h exposure (WHO IAQ guidelines). The relatively higher concentration is attributed to the out-gassing from the new building materials such as ceiling particleboard and from furniture in the room.

Comme le montre la figure 4.2, les résultats du test en conditions réelles, réalisé selon un protocole expérimental spécifique, sont présentés ci-dessous. Dans l'environnement de bureau, la concentration de formaldéhyde était d'environ 0,3 ppm (v), soit une valeur supérieure à la ligne directrice de 0,1 ppm (v) pour une exposition de 8 heures (OMS – Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur). Cette concentration relativement élevée est attribuée aux émissions gazeuses provenant des matériaux de construction d'un bâtiment neuf, tels que les panneaux de plafond en aggloméré, ainsi que du mobilier présent dans la pièce.

Figure 4.2 Time series plot of gaseous HCHO in indoor air

Figure 4.2 Évolution temporelle du HCHO gazeux dans l'air intérieur



After the ignition of the LB burner and its continued use for 4 hours, there was a significant decrease in the concentration of HCHO from 0.3 to about 0.1 ppm(v). The concentration continued to decrease even after the extinction of the burner and eventually reached a value of 0.05 ppm(v) 8.5 hours after extinction.

This slow decrease in the HCHO concentration can be attributed in part to a somewhat slow chemical reaction between gaseous HCHO and vapors emitted from the reagent in the burner. Further tests with a continuous HCHO analyzer may provide information on how long the HCHO concentration will remain low after the extinction of the catalytic burner.

In summary, the series of HCHO measurements made in this project indicate that the catalytic burner is capable of removing gaseous HCHO from indoor air. It appears that this HCHO gas remover can be used practically to improve indoor air quality.

Après l'allumage du brûleur LB et son utilisation continue pendant 4 heures, la concentration de formaldéhyde est passée de 0,3 ppm(v) à environ 0,1 ppm(v). La concentration a continué à diminuer même après l'extinction du brûleur et a finalement atteint une valeur de 0,05 ppm(v) 8,5 heures après l'extinction.

Cette diminution lente de la concentration de formaldéhyde peut être attribuée en partie à une réaction chimique relativement lente entre le formaldéhyde gazeux et les vapeurs émises par le réactif contenu dans le brûleur. Des essais complémentaires à l'aide d'un analyseur de formaldéhyde en continu pourraient fournir des informations sur la durée pendant laquelle la concentration de formaldéhyde restera faible après l'extinction du brûleur catalytique.

En conclusion, la série de mesures de la concentration de formaldéhyde réalisée dans ce projet montre que le brûleur catalytique est capable d'éliminer le formaldéhyde gazeux de l'air intérieur. Cela indique que ce dispositif d'élimination du formaldéhyde peut être utilisé concrètement pour améliorer la qualité de l'air intérieur.



Since 1897

LAMPE BERGER PARIS

LAMPE BERGER JAPAN

Digital Crown Holdings Limitée
1er étage, Bâtiment Dai-Roku Higashi-Umi, 4-7-2 Shinbashi,
Arrondissement de Minato, Tokyo 105-0004
TÉL. : 03-5733-1688　FAX : 03-5733-1689
www.lampebergerasia.co.jp