

# Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans un bâtiment de l'Armée de Salut du Havre

Evaluation des paramètres de confort et du formaldéhyde

juillet 2016



## Avertissement

Air Normand est l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Haute-Normandie. Elle diffuse des informations sur les problématiques liées à la qualité de l'air dans le respect du cadre légal et réglementaire en vigueur et selon les règles suivantes :

La diffusion des informations vers le grand public est gratuite. Air Normand est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet ([www.airnormand.fr](http://www.airnormand.fr)), ... Les documents ne sont pas systématiquement rediffusés en cas de modification ultérieure.

Lorsque des informations sous quelque forme que ce soit (éléments rédactionnels, graphiques, cartes, illustrations, photographies...) sont susceptibles de relever du droit d'auteur elles demeurent la propriété intellectuelle exclusive de l'association. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de ces informations faite sans l'autorisation écrite d'Air Normand est illicite et constituerait un acte de contrefaçon sanctionné par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle.

Pour le cas où le présent document aurait été établi pour partie sur la base de données et d'informations fournies à Air Normand par des tiers, l'utilisation de ces données et informations ne saurait valoir validation par Air Normand de leur exactitude. La responsabilité d'Air Normand ne pourra donc être engagée si les données et informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées, quelles qu'en soient les répercussions.

Air Normand ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels et publications diverses de toutes natures, quels qu'en soient les supports, résultant directement ou indirectement de ses travaux et publications.

Les recommandations éventuellement produites par Air Normand conservent en toute circonstance un caractère indicatif et non exhaustif. De ce fait, pour le cas où ces recommandations seraient utilisées pour prendre une décision, la responsabilité d'Air Normand ne pourrait en aucun cas se substituer à celle du décideur.

Toute utilisation totale ou partielle de ce document, avec l'autorisation contractualisée d'Air Normand, doit indiquer les références du document et l'endroit où ce document peut être consulté.

Rapport n° 1180-09-7  
Le 7 novembre 2016,

Le rédacteur,  
Sébastien LE MEUR

La Directrice,  
Véronique Delmas

*Air Normand – 3, Place de la Pomme d'Or - 76000 ROUEN*  
Tél. : 02 35 07 94 30 - mail : [contact@airnormand.fr](mailto:contact@airnormand.fr)  
[www.airnormand.fr](http://www.airnormand.fr)

## Résumé

Entre juillet 2015 et mai 2016, des événements de santé sont survenus parmi des salariés du pôle urgence de la Fondation de l'Armée du Salut du Havre. Les investigations réalisées ont permis d'identifier que ces événements de santé sont survenus dans un contexte de ventilation des locaux dégradée.

La cellule de coordination pluridisciplinaire<sup>1</sup> a souhaité compléter les analyses de la qualité de l'air des locaux, notamment sur les aldéhydes. Air Normand a réalisé ces mesures qui ont porté sur les paramètres de confort (température, humidité et dioxyde de carbone) et le formaldéhyde. Elles ont été effectuées en juillet 2016 dans la salle de réunion dans laquelle les principaux symptômes de santé ont été ressentis et dans des conditions actuelles de ventilation du bâtiment (c'est-à-dire améliorées par rapport à la période de survenue des symptômes).

Les principales conclusions issues de ces mesures sont les suivantes :

- Les résultats des paramètres de confort (température, humidité relative, concentration de CO<sub>2</sub>) restent de manière générale compris dans la gamme des valeurs préconisées.
- Les concentrations en formaldéhyde sont inférieures à la valeur guide préconisée à atteindre en 2023 dans les établissements recevant du public.

Dans les conditions de mesures, et concernant les polluants investigués, il n'a donc pas été relevé de problèmes de qualité de l'air intérieur dans la salle de réunion.

---

<sup>1</sup> Tel que cela est prévu dans le guide « Diagnostic et prise en charge des syndromes collectifs inexplicables » publié en 2010 par l'Institut de Veille Sanitaire [5].

## SOMMAIRE

1. Sigles, symboles et abréviations .....	4
2. Introduction .....	5
3. Eléments nécessaires à la compréhension du document .....	5
3.1. Définitions .....	5
3.2. Contexte .....	7
3.3. Approche choisie .....	8
3.4. Matériel .....	10
3.5. Méthode .....	11
3.6. Origine des données .....	11
3.7. Limites .....	11
4. Déroulement .....	11
5. Résultats .....	12
5.1. Résultats bruts .....	12
5.2. Résultats transformés .....	12
5.2.1. Température .....	12
5.2.2. Humidité relative .....	13
5.2.3. CO <sub>2</sub> .....	14
5.2.4. Le formaldéhyde .....	14
6. Interprétation des résultats et discussion .....	15
7. Conclusion et recommandations .....	16
8. Pages complémentaires .....	17
8.1. Bibliographie .....	17

### 1. Sigles, symboles et abréviations

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (a remplacé l'AFFSET en juillet 2010)

ARS : Agence Régionale de Santé

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer.

Cire : Cellule d'intervention en région

CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone

CODAH : Communauté de l'Agglomération Havraise

COV : Composé Organique Volatil

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

DGS : Direction Générale de la Santé

ERP : Etablissement Recevant du Public

ppm : partie par million

InVS : Institut de Veille Sanitaire (devenu Santé publique France en mai 2016)

QAI : Qualité de l'Air Intérieur

RSDT : Règlement Sanitaire Départemental

Type

µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube

VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée

## 2. Introduction

---

Le 28 juin 2016, la cellule de coordination pluridisciplinaire<sup>2</sup> mise en place par la Cire de Normandie suite à la survenue d'évènements de santé depuis plusieurs années parmi des membres du personnel du Pôle urgence de la Fondation de l'Armée du Salut du Havre s'est réunie. L'objectif de cette réunion était d'établir un bilan partagé de la situation<sup>3</sup> sur la base des différents éléments recueillis par la Cire lors des entretiens menés avec l'ensemble du personnel du Pôle urgence et la direction de l'Armée du Salut du Havre. La réunion de la cellule de coordination a permis de valider l'hypothèse d'un syndrome collectif inexplicable dont l'origine est vraisemblablement multifactorielle. Sur les aspects « qualité de l'air intérieur », Air Normand a proposé de mener une nouvelle campagne de mesures suite aux réglages et contrôles du système de ventilation permettant de garantir des débits d'air neuf conformes à ceux prévus dans le code du travail [1]. Les objectifs de ces mesures sont d'évaluer le niveau de confinement de cette pièce (qui était élevé avant les travaux sur la ventilation) ainsi que les concentrations en formaldéhyde, polluant non encore recherché lors des premières investigations menées sur la qualité de l'air et dont les effets potentiels sont compatibles avec les signes cliniques déclarés par des membres du personnel du Pôle Urgence. Cette campagne de mesures a été validée par la Cire et la Direction de l'Armée du Salut et mise en œuvre dès juillet 2016.

Les résultats obtenus sont présentés et commentés dans la suite de ce rapport.

## 3. Eléments nécessaires à la compréhension du document

---

### 3.1. Définitions

#### *Température et humidité relative :*

La température et l'humidité relative sont deux paramètres qui s'étudient en général conjointement pour déterminer le confort hygrothermique d'une pièce. La vitesse de l'air (qui peut être liée à des courants d'air) peut également jouer un rôle dans la sensation de confort ressentie par l'utilisateur d'une pièce.

Selon la norme ISO 7730, la température de confort pour un travail sédentaire de bureau devrait être comprise entre 20 et 24°C l'hiver en période de chauffage et entre **23 et 26°C l'été** avec un vêtement plus léger.

L'humidité relative, paramètre important sur le plan du confort thermique, l'est encore plus d'un point de vue sanitaire. En effet, lorsqu'elle est trop élevée, elle peut favoriser le développement de moisissures au niveau des ponts thermiques. A l'inverse lorsqu'elle est trop faible, en particulier en hiver, elle peut conduire à des sensations de sécheresse gênantes sur le plan respiratoire, cutané et oculaire. **Les valeurs sanitaires optimales se situent entre 30 et 60%** [2]

#### *Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)*

Ce gaz que tout être humain rejette lors de la respiration est un bon indicateur du confinement d'une pièce. En effet, si celle-ci n'est pas suffisamment aérée par rapport à son occupation, ce gaz peut s'accumuler et à partir de 1000 ppm conduire à la réduction des capacités (concentration, calcul, mémorisation, baisse de performance) du ou des occupants de cette pièce. Par ailleurs, si des polluants sont présents dans la pièce, ils ne pourront pas être éliminés efficacement. Le Règlement Sanitaire Départemental Type [3] préconise, dans les conditions habituelles d'occupation, de **ne pas dépasser la**

---

<sup>2</sup> Composée de représentants du CHSCT et de la Direction de l'Armée du Salut du Havre, de la Direction nationale de l'Armée du Salut, de la médecine du travail et de la Cire Normandie.

<sup>3</sup> Sur les conclusions des investigations épidémiologiques (recueil de signes clinique déclarées et des gênes associées telles que les odeurs ou le bruit), les éléments environnementaux (problèmes liés au mauvais fonctionnement de la ventilation en particulier) et le contexte social.

**concentration en CO<sub>2</sub> de 1000 ppm**, avec une valeur de tolérance de 1300 ppm dans les locaux où il est interdit de fumer.

Le formaldéhyde :

Le formaldéhyde est un gaz incolore à température ambiante à odeur « piquante ». Il fait partie de la famille chimique des aldéhydes et plus globalement des composés organiques volatils. Le formaldéhyde, du fait de ses propriétés physico-chimiques est utilisé comme biocide, conservateur ou fixateur. Il est présent dans de nombreux produits de construction et de consommation d'usage courant (produits de bricolage, meubles, produits d'entretien, cosmétiques...). Il résulte également de phénomènes de combustion incomplète (fumée de tabac, bougie, feux de cheminée...). L'exposition aérienne de la population provient pour la majeure partie du milieu intérieur. En effet la contribution de l'air intérieur dans l'exposition globale de la population au formaldéhyde par inhalation serait de 98%.

Concernant les effets sanitaires, l'Anses considère que le formaldéhyde exerce une toxicité locale au niveau des sites d'exposition directe (œil, sphère ORL, tractus gastro-intestinal, peau). Des effets irritants au niveau du site de contact, soit les yeux et les voies aériennes supérieures, sont mis en évidence pour des expositions aiguës et chroniques.

Par ailleurs, le formaldéhyde est cancérogène également au niveau du site de contact. Il a été reclassé en catégorie 1 par le CIRC en 2004 sur la base des données observées sur les cancers du nasopharynx.

Il est enfin de plus en plus suggéré que de faibles expositions au formaldéhyde pourraient accroître, à long terme, le risque de développer des pathologies asthmatiques et des sensibilisations allergiques, bien que les études soient encore peu nombreuses pour permettre d'identifier un lien de causalité. [4]

Syndrome collectif inexpliqué :

Ensemble de symptômes non spécifiques essentiellement de type neurologique (malaise, céphalées), dermatologique (prurit, boutons), oto-rhino-laryngiens (irritations, inflammations), digestif (douleurs abdominales, nausées) survenant en collectivité et dont l'origine n'est pas établie (au moment du signal), les causes infectieuses et toxiques majeures ayant été écartées [5].

Valeur-limite (définie dans le décret n° 2012-14) : valeur au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées et pour laquelle le préfet de département du lieu d'implantation de l'établissement doit être informé [6].

Valeur-guide pour l'air intérieur ou VGAI (définie dans le décret n° 2011-1727) : Valeurs fixées dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre dans la mesure du possible, dans un délai donné [7].

### 3.2. Contexte<sup>4</sup>

En 2012, le pôle Urgence de la Fondation de l'armée du Salut du Havre qui était abrité dans l'hôpital Flaubert a déménagé dans de nouveaux locaux situés rue Lamartine au Havre. Il s'agit en fait d'un bâtiment existant qui a été transformé de façon à disposer d'une part d'un espace, au rez-de-chaussée, pour l'accueil des personnes fréquentant la fondation (salle de restauration, cuisine et sanitaires) et d'autre part de bureaux (au rez-de-chaussée et à l'étage) et d'une salle de réunion (à l'étage) pour le personnel<sup>5</sup>.

Durant la période s'étalant de 2012 à juillet 2015, les salariés et les partenaires fréquentant ces locaux ont signalé différents problèmes de santé<sup>6</sup> (céphalées et étourdissements, fatigue, picotements des yeux et de la peau, toux, saignement de nez) dont l'origine n'a pas pu être identifiée. Entre juillet et septembre 2015, une vérification du fonctionnement du système de ventilation, des installations électriques et de l'éclairage des locaux a été menée. Elle a permis de mettre en évidence des anomalies et des malfaçons dans la conception et la réalisation du système de ventilation, avec des débits mesurés aux différentes bouches de ventilation quasi systématiquement inférieurs à ceux préconisés par le code du travail. Par ailleurs, cette vérification a également révélé que certains blocs électriques étaient inopérants et que les niveaux d'éclairage étaient inférieurs aux valeurs réglementaires. Durant cette période les symptômes de santé du personnel du pôle Urgence ont persisté et les conditions de travail se sont dégradées.

Suite à ces différents problèmes, le bâtiment a été fermé et les activités du pôle transférées sur d'autres sites. Puis en novembre l'inspection du travail a mis en demeure la fondation de l'Armée du Salut de faire réaliser des travaux de mise en conformité (ventilation, éclairage, assainissement, installations sanitaires). Ces travaux ont été effectués au premier trimestre 2016 et le bâtiment a pu être rouvert en mars. Néanmoins en avril, lors de la première réunion de service qui a suivi la réouverture du bâtiment, de nouveaux événements de santé ont été ressentis par le personnel. Des mesures de CO<sub>2</sub> ont été réalisées ponctuellement par le service d'hygiène de la CODAH ce qui a mis en évidence des concentrations anormalement élevées (supérieures à 1000 ppm en l'absence de personnes dans la salle de réunion). Par ailleurs, le personnel a signalé que le niveau sonore du système de ventilation était très gênant. L'étage a alors été fermé temporairement.

Pour compléter les mesures de CO<sub>2</sub> effectuées par la CODAH, la Direction de l'Armée du Salut a alors fait procéder à des mesures d'une centaine de COV. Les résultats n'ont pas montré de concentrations anormales pour les COV recherchés<sup>7</sup>.

En juin, la Direction a par ailleurs fait réaliser de nouveaux contrôles des débits d'extraction et d'insufflation d'air au niveau des bouches de ventilation par une société indépendante de l'installateur (ISS). Ces nouveaux contrôles ont révélé que les débits n'étaient toujours pas conformes aux débits préconisés par le code du travail et qu'ils n'étaient pas équilibrés. L'installateur a alors procédé aux réglages nécessaires. La Direction a par ailleurs souscrit un contrat de maintenance de façon à s'assurer de l'entretien régulier du système. Des contrôles réguliers des débits ont également été commandés à la société ISS afin de s'assurer tous les 15 jours (dans un premier temps) du bon fonctionnement du système de ventilation.

---

<sup>4</sup> Les éléments de contexte retranscrits dans ce rapport sont basés sur la présentation de la Cire lors de la réunion du 28 juin 2016.

<sup>5</sup> Signalons que du fait de la configuration du bâtiment existant, la plupart des bureaux et la salle de réunion ont une hauteur sous plafond réduite et ne dispose pas d'un apport de lumière naturelle important ce qui peut entraîner une sensation de confinement qui a été décrite par le personnel du pôle urgence à la cellule de coordination mise en place par la Cire.

<sup>6</sup> Ces problèmes de santé n'ont toutefois pas été consignés.

<sup>7</sup> A noter néanmoins que la famille chimique des aldéhydes n'a pas été recherchée. Or les aldéhydes (et en particulier le formaldéhyde) sont souvent présents en air intérieur.

Fin mai, la Direction de l'armée du Salut a par ailleurs contacté l'ARS/Cire et Air Normand pour les aider à résoudre ce problème. Du fait des problèmes de santé décrits précédemment, la Cire a mis en place une cellule de coordination pluridisciplinaire<sup>8</sup>. Celle-ci a pour objectif de :

- coordonner les investigations dans quatre domaines (environnemental, médical, épidémiologique, psycho-social),
- cerner au mieux les éléments déclenchants et leurs interactions,
- Coordonner les actions, veiller à la cohérence des interventions et partager l'information recueillie avec l'ensemble des parties prenantes.

Cette cellule est intervenue pour effectuer une visite sur site et mener des entretiens avec le personnel du pôle urgence et la Direction de l'Armée du Salut du Havre en juin puis a organisée le 28 juin une réunion de présentation et d'échange sur les résultats. Air Normand a participé à cette réunion en tant qu'expert sur la qualité de l'air intérieur.

A cette occasion, Air Normand a indiqué que les aldéhydes et notamment le formaldéhyde n'avaient pas été recherchés lors de la campagne d'analyse des COV. De ce fait Air Normand a proposé de mener une nouvelle campagne de mesure maintenant que le système de ventilation permet de garantir des débits d'air neuf conformes à ceux prévus dans le code du travail [1]. Les objectifs de ces mesures sont à la fois d'évaluer le niveau de confinement de cette pièce (qui était élevé avant les travaux sur la ventilation) et les concentrations en formaldéhyde dont les effets potentiels sont compatibles avec les signes cliniques déclarés par le personnel du Pôle Urgence. Cette campagne de mesure a été validée et mise en œuvre dès juillet.

### 3.3. Approche choisie

Suite à la réunion de la cellule de coordination pluridisciplinaire du 28 juin 2016 et des échanges qui ont suivi, la Cire a confirmé l'intérêt d'évaluer les concentrations de formaldéhyde dans la mesure où les effets de ce polluant sont compatibles avec les signes cliniques déclarés par les membres de l'équipe du pôle Urgence (effets irritants au niveau du site de contact, soit les yeux et les voies aériennes supérieures).

Par ailleurs, du fait des résultats anormaux de CO<sub>2</sub>, indicateur de confinement, mis en évidence par le Service d'Hygiène de la CODAH en avril 2016 dans la salle de réunion de l'étage, il a été décidé de réitérer ce type de mesure. L'objectif est de vérifier l'efficacité du système de ventilation maintenant que celui-ci a été complètement revu et que les débits sont conformes au code du travail lorsque 9 personnes au maximum sont présentes dans la salle de réunion<sup>9</sup>.

Au final il a donc été choisi de réaliser dans la salle de réunion de l'étage les mesures suivantes :

- température,
- humidité relative,
- concentration en CO<sub>2</sub> (indicateur du confinement de l'air),
- concentration en formaldéhyde (polluant très couramment rencontré dans les environnements intérieurs).

---

<sup>8</sup> *Tel que cela est prévu dans le guide « Diagnostic et prise en charge des syndromes collectifs inexplicables » publié en 2010 par l'Institut de Veille Sanitaire et le Ministère de la Santé et des Sports [5].*

<sup>9</sup> *Le code du travail prévoit un débit minimal d'air neuf à introduire par occupant de 25 m<sup>3</sup>/h/occupant dans les bureaux ou locaux sans travail physique [1]. D'après les mesures de débits réalisées par ISS le 21 juillet 2016.*

Les résultats des différents paramètres sont comparés aux valeurs de référence quand elles existent :

Les VALEURS-GUIDES EN AIR INTERIEUR (VGAI) réglementaires du décret n° 2011-1727 [7] relatif à la surveillance réglementaire de la QAI dans les ERP sont pour le formaldéhyde :

VGAI à atteindre en 2015 : **30 µg/m<sup>3</sup>** (pour une exposition longue durée).

VGAI à atteindre en 2023 : **10 µg/m<sup>3</sup>** (pour une exposition longue durée).

Le décret n°2012-14 [6] fixe par ailleurs une VALEUR LIMITE en air intérieur nécessitant la mise en place d'actions rapides pour identifier et supprimer la source. Cette valeur limite est de :

**100 µg/m<sup>3</sup>** en moyenne sur 4,5 jours<sup>10</sup>

Les valeurs de référence du Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT) [3] pour les concentrations en CO<sub>2</sub> :

Dans les conditions habituelles d'occupation, la teneur de l'atmosphère en CO<sub>2</sub> ne doit pas dépasser **1000 ppm** (avec une valeur de tolérance de **1300 ppm** dans les locaux où il est interdit de fumer).

Les résultats de formaldéhyde ont aussi été comparés aux valeurs obtenues dans le cadre projet européen OFFICAIR dans 37 immeubles de bureaux neufs ou récemment réhabilités répartis dans 8 pays européens<sup>11</sup> en 2012-2013 [8].

---

<sup>10</sup> Cette valeur limite s'applique dans le cadre de la réglementation relative à la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains ERP (écoles, crèches...).

<sup>11</sup> Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Italie, Pays-Bas, Portugal.

### 3.4. Matériel

Pour chaque paramètre, le matériel de prélèvement et de mesure est présenté dans le Tableau 1 ainsi que le principe de mesure ou la méthode d'analyse utilisée.

Paramètres mesurés	Appareillage	Principe / méthode d'analyse
<b>Température</b> <b>Humidité relative</b> <b>Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)</b>	 Q-Trak	Mesures en continu sur un pas de temps de 10 minutes (analyse et enregistrement des données)
<b>Formaldéhyde</b>	 Echantillonneur passif Radiello®	HPLC puis détection UV

Tableau 1 : matériel utilisé pour la campagne de mesures

Par ailleurs pendant la durée de la campagne de mesures, un planning d'occupation de la salle de réunion a été complété par la responsable du pôle Urgence. Ce planning d'occupation précise le nombre de personnes présentes dans la pièce par période de 30 minutes.

Après exposition, les échantillonneurs passifs pour la mesure du formaldéhyde ont été envoyés au laboratoire de chimie d'AIRPARIF (Paris) pour analyse selon la norme NF ISO 16000-4 de février 2012. Ce laboratoire a été choisi car il est accrédité pour ce type d'analyse.

Les autres paramètres (température, humidité relative, CO<sub>2</sub>) sont évalués au moyen d'un appareil de mesure automatique. Les données enregistrées correspondent à des moyennes établies toutes les dix minutes.

### 3.5. Méthode

Air Normand en collaboration avec la cellule de coordination pluridisciplinaire mise en place par la Cire a choisi de réaliser une campagne de mesures dans la salle de réunion du pôle Urgence. C'est en effet dans cette salle que la majorité des problèmes de santé est apparue. La période de mesures est fixée à 4,5 jours (période d'occupation normale du bâtiment lors d'une semaine type). Il a par ailleurs été décidé de réaliser ces mesures en été car les concentrations de formaldéhyde sont la plupart temps maximales à cette période de l'année en lien avec l'augmentation des émissions issues des matériaux du fait des températures plus élevées et de réactions photochimiques (transformation de certains COV avec les oxydants présents dans l'air). Les concentrations obtenues devraient donc être majorantes par rapport à des concentrations moyennes sur une année entière.

### 3.6. Origine des données

Les concentrations de formaldéhyde ont été fournies par le laboratoire de chimie d'AIRPARIF (laboratoire accrédité pour ce type de mesures).

Les données des paramètres de confort (CO<sub>2</sub>, température, humidité relative) sont directement extraites de l'appareil de mesure mis en œuvre sur site (Q-Trak).

Le planning d'occupation de la salle de réunion a été rempli par la cheffe de service du Pôle Urgence.

Les données de température et d'humidité relative extérieures proviennent de la station de mesures d'Air Normand située Bd François 1<sup>er</sup> et de celle de Météo France (Cap de la Hève).

Les valeurs de référence proviennent des décrets n° 2012-14 et 2011-1727 [6] et du RSDT [3]. Les valeurs de comparaison proviennent de l'étude européenne OFFICAIR [8].

### 3.7. Limites

La campagne de mesures est ponctuelle, or les concentrations en polluants peuvent évoluer au cours du temps. En particulier, les activités pratiquées dans une pièce, le nombre d'occupants et les habitudes d'aération peuvent avoir un impact sur la concentration en CO<sub>2</sub> et le confinement. Par exemple, pendant les périodes hivernales, les habitudes d'aération changent (tendance à diminuer les périodes d'ouvertures des fenêtres), le confinement peut alors augmenter. A l'inverse, les concentrations estivales de formaldéhyde sont généralement plus importantes qu'en hiver.

Par ailleurs, les mesures réalisées en juillet 2016 reflètent uniquement la situation actuelle et ne donnent pas d'informations sur la situation passée.

Il n'est pas non plus possible de conclure sur l'éventuelle présence de polluants non mesurés.

Enfin, les valeurs de références utilisées dans ce rapport sont susceptibles de modifications ultérieures du fait de l'évolution des connaissances.

## 4. Déroulement

---

Après une première visite du pôle Urgence début juillet 2016 destinée à définir les possibilités d'installation du matériel, la campagne de mesures a eu lieu du mercredi 21 au mercredi 28 juillet 2016 (période d'occupation normale du bâtiment). La pose et la dépose du matériel de mesures ont été effectuées par un opérateur d'Air Normand en présence de la cheffe de service du pôle Urgence.

## 5. Résultats

### 5.1. Résultats bruts

L'ensemble des résultats bruts sont disponibles sur demande auprès d'Air Normand ([contact@airnormand.fr](mailto:contact@airnormand.fr)).

### 5.2. Résultats transformés

#### 5.2.1. Température

Sur la Figure 1 est représentée l'évolution de la température au cours du temps dans la salle de réunion ainsi que l'évolution de la température extérieure sur la même période.

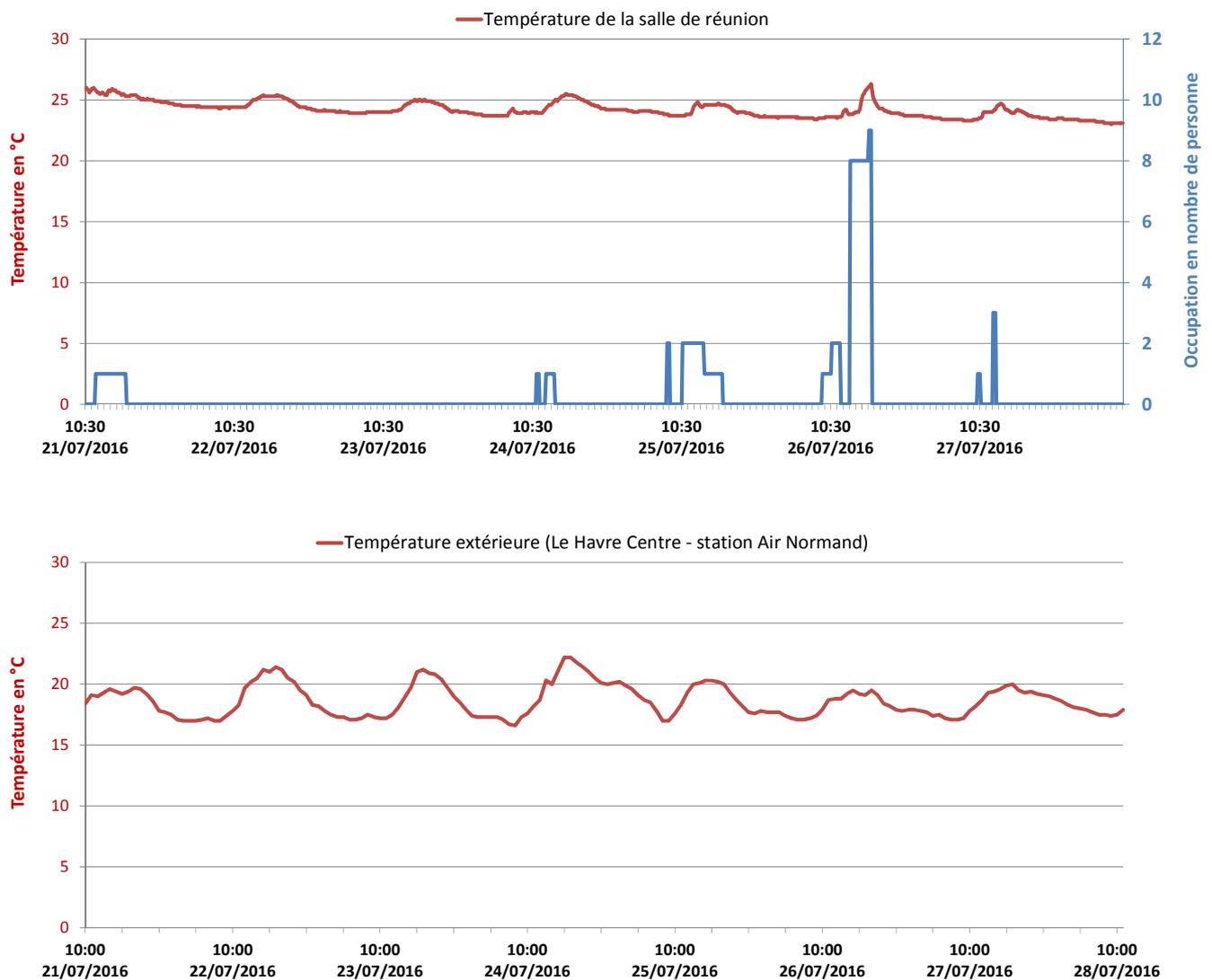


Figure 1 : évolution de la température au cours de la semaine de mesure

La température à l'intérieure de la salle de réunion est plus élevée que la température extérieure. Elle varie entre 23,0 et 26,3°C. Les variations de température entre le jour et la nuit sont plus marquées en air extérieur (entre 16,6 et 22,2°C).

Le 26 juillet, alors que 9 personnes sont présentes dans la salle de réunion, la température augmente de façon un peu plus importante passant de 23,8°C avant occupation de la pièce à 26,3°C à la fin de la réunion.

### 5.2.2. Humidité relative

Sur la Figure 2 est représentée l'évolution de l'humidité relative au cours du temps dans la salle de réunion ainsi que l'évolution de la température extérieure sur la même période.

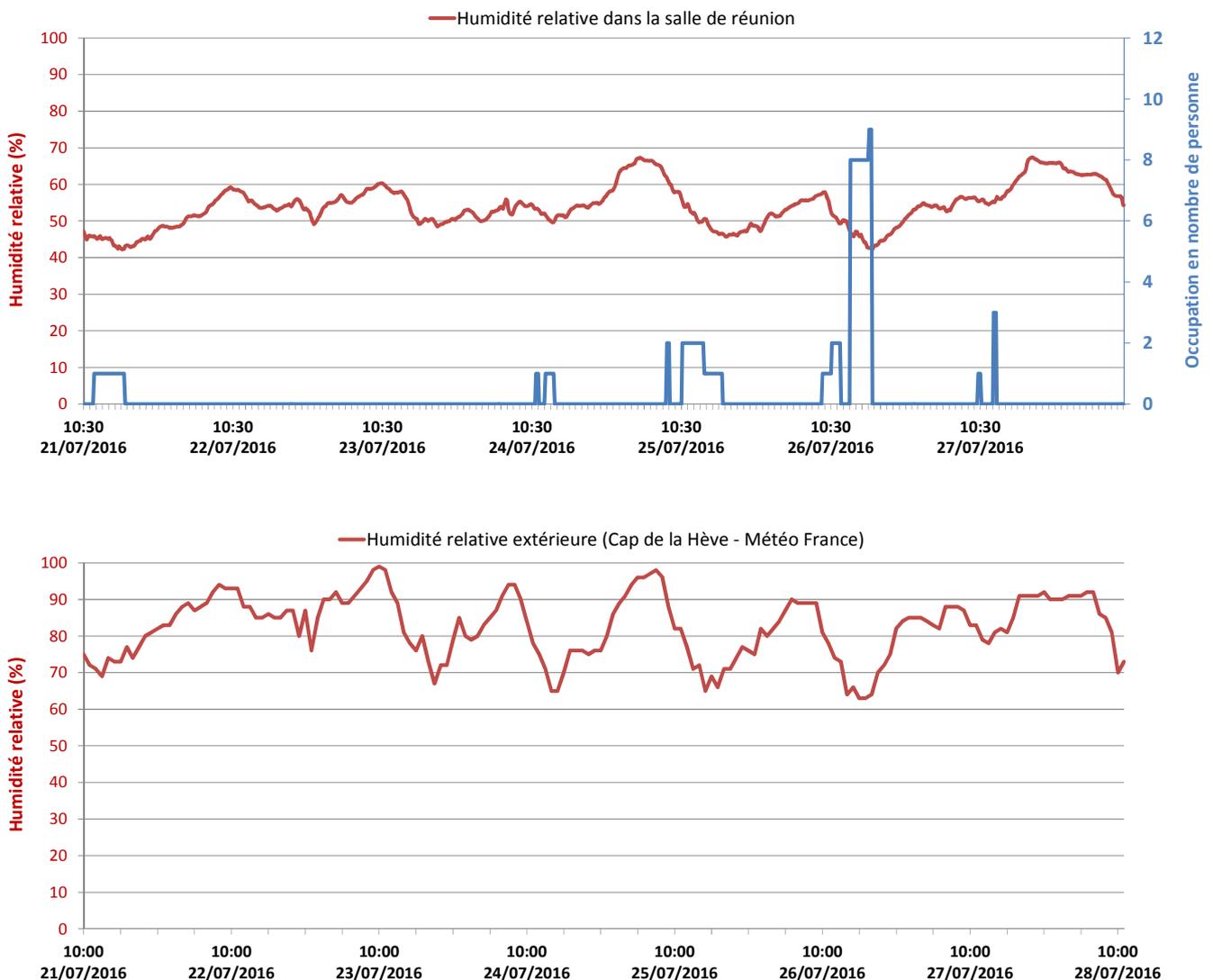


Figure 2 : évolution de l'humidité relative au cours de la semaine de mesure

A l'inverse de la température, l'humidité relative à l'intérieure de la salle de réunion est plus faible que l'humidité extérieure. Elle varie entre 42,2 et 67,4%. Les variations d'humidité relative entre le jour et la nuit sont plus marquées en air extérieur (entre 63 et 99%).

### 5.2.3. CO<sub>2</sub>

L'évolution des concentrations en CO<sub>2</sub> dans la salle de réunion est représentée sur la figure 3 ci-dessous.

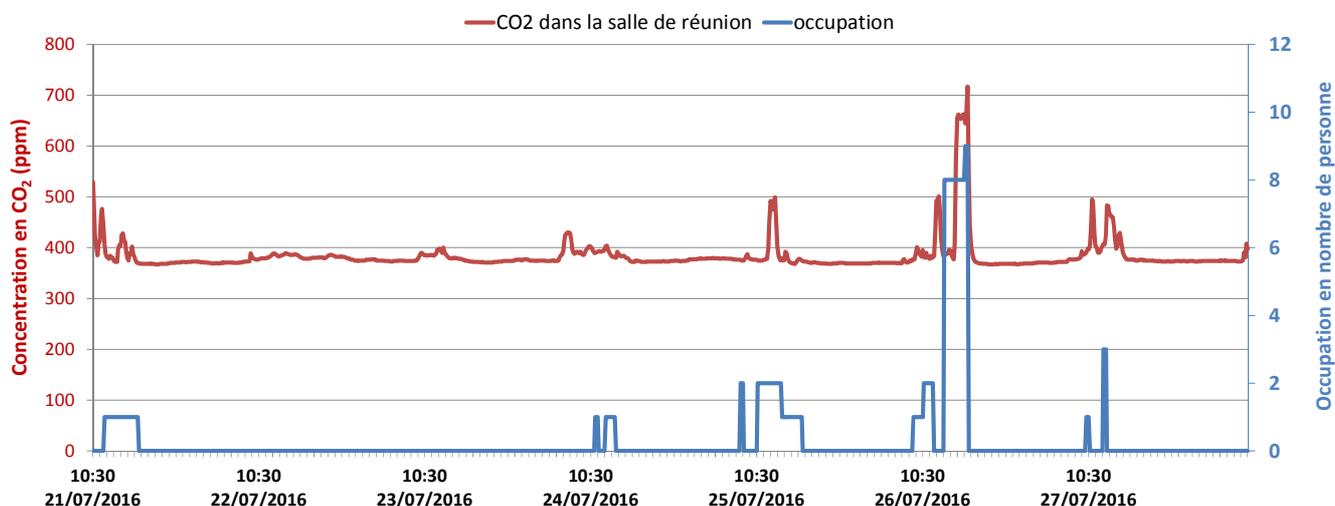


Figure 3 : évolution de la concentration en CO<sub>2</sub> dans la salle de réunion de l'ESI au Havre

La nuit la concentration de CO<sub>2</sub> est d'environ 380 ppm. Elle correspond à la concentration habituelle de l'air extérieur.

En période d'occupation de la salle de réunion, la concentration en CO<sub>2</sub> augmente plus au moins en fonction du nombre de personnes présentes. La concentration la plus élevée est mesurée le 26 juillet (715 ppm) alors que 9 personnes occupent la pièce. Cette valeur reste toutefois bien inférieure à la valeur seuil préconisée dans le RSDT (1000 ppm avec une tolérance à 1300 ppm dans les locaux non-fumeurs).

### 5.2.4. Le formaldéhyde

Concentrations en Formaldéhyde dans la salle de réunion (en µg/m <sup>3</sup> ) durant la semaine de mesure	Concentration médiane de formaldéhyde en période estivale obtenue dans le cadre du projet européen OFFICAIR [8]
4,4	14

Tableau 2 : concentrations en formaldéhyde

La concentration moyenne obtenue dans la salle de réunion du pôle Urgence est 3 fois plus faible que la médiane estivale du projet OFFICAIR. Elle est également inférieure à la valeur guide en air intérieur applicable dans les Etablissements Recevant du Public (ERP) en 2023.

## 6. Interprétation des résultats et discussion

---

### *La température*

Selon la norme ISO 7730, la température de confort pour un travail sédentaire de bureau devrait être comprise entre **23 et 26°C l'été** avec un vêtement plus léger ce qui a été le cas dans la salle de réunion durant la semaine de mesure.

### *L'humidité relative*

L'humidité relative, paramètre important sur le plan du confort thermique, l'est encore plus d'un point de vue sanitaire. En effet, lorsqu'elle est trop élevée, elle peut favoriser le développement de moisissures au niveau des ponts thermiques. A l'inverse lorsqu'elle est trop faible, en particulier en hiver, elle peut conduire à des sensations de sécheresse gênantes sur le plan respiratoire, cutané et oculaire. **Les valeurs sanitaires optimales se situent entre 30 et 60%**. Durant la semaine de mesure, l'humidité relative a légèrement dépassé les 60% les 25 et 27 juillet. Ce constat semble plutôt lié avec l'évolution de l'humidité extérieure qu'à la présence de personnes à l'intérieur du bâtiment.

### *Le CO<sub>2</sub>*

Le graphique de la figure 3 illustre bien l'influence de l'occupation d'une pièce sur l'évolution des concentrations en CO<sub>2</sub> : en effet dès que des personnes rentrent dans la salle de réunion, la concentration en CO<sub>2</sub> augmente. Cette augmentation est d'autant plus marquée que le nombre de personnes présentes dans la pièce est important. Puis quand lorsque les occupants quittent la salle de réunion, la concentration en CO<sub>2</sub> diminue rapidement jusqu'à atteindre la concentration habituelle en air extérieur. En période d'occupation de la pièce, les concentrations en CO<sub>2</sub> ci restent néanmoins inférieures la valeur de référence du RSDT (**1000 ppm**) y compris lorsque 9 personnes occupent la salle de réunion. D'après les mesures de débit de ventilation réalisées par ISS le 21 juillet dans la salle de réunion, celle-ci peut accueillir jusqu'à 9 personnes en respectant les débits réglementaires prévus par le code du travail (25 m<sup>3</sup>/h/occupant) ce qui est en adéquation avec les mesures de CO<sub>2</sub> réalisées. Ce constat pourrait être différent si la pièce accueillait plus de 9 personnes. Cependant, les débits d'insufflation et d'extraction d'air de la salle de réunion ont été augmentés en octobre et cette pièce peut désormais accueillir jusqu'à 16 personnes.

### *Le formaldéhyde*

La concentration moyenne mesurée durant la semaine de mesure est très faible : elle est en effet **inférieure à la valeur guide annuelle en air intérieur applicable en 2023**. Par ailleurs, la mesure ayant été réalisée en période estivale, il est probable que ce résultat soit majorant par rapport à une concentration moyenne annuelle (généralement estimée en réalisant une mesure en été et une en hiver). En effet, les concentrations de formaldéhyde sont la plupart du temps maximales l'été en lien avec l'augmentation des émissions issues des matériaux du fait des températures plus élevées et de réactions photochimiques (transformation de certains COV avec les oxydants présents dans l'air).

## 7. Conclusion et recommandations

---

Les résultats présentés dans ce rapport se basent sur la réalisation d'une campagne de mesures en juillet 2016 dans la salle de réunion du Pôle Urgence de l'Armée du Salut au Havre où divers problèmes de santé ont été ressentis depuis 2012. La campagne a été réalisée après la remise en service d'un système de ventilation équilibré et vérifié (composé d'une partie insufflation d'air neuf et d'une partie extraction d'air). Les mesures concernent d'une part, les paramètres de confort (température, humidité et concentration en CO<sub>2</sub>) et d'autre part le formaldéhyde. Les objectifs de ces mesures étaient à la fois d'évaluer le niveau de confinement de cette pièce (qui était élevé avant les travaux sur la ventilation) et les concentrations en formaldéhyde dont les effets potentiels sont compatibles avec les signes cliniques déclarés par le personnel du Pôle Urgence depuis 2012. Rappelons que les résultats de ces mesures ne permettent de renseigner que la situation actuelle en matière de qualité de l'air intérieur ; la situation passée ne pouvant plus être évaluée du fait des travaux réalisés sur le système de ventilation.

Les principales conclusions issues de ces mesures sont les suivantes :

- Les résultats des paramètres de confort (température, humidité relative, concentration de CO<sub>2</sub>) restent de manière générale compris dans la gamme des valeurs préconisées.
- Les concentrations en formaldéhyde sont inférieures à la valeur guide préconisée à atteindre en 2023 dans les établissements recevant du public.

Dans les conditions de mesures, et concernant les polluants mesurés, il n'a donc pas été relevé de problèmes de qualité de l'air intérieur dans la salle de réunion.

Signalons enfin que durant la campagne de mesure, 9 personnes au maximum ont été présentes dans la salle de réunion. Les débits de ventilation réglés dans cette pièce en juillet étaient prévus pour 9 personnes (selon les débits fixés par le code du travail). Début octobre les débits dans la salle de réunion ont été augmentés. Ils sont désormais compatibles avec la présence de 16 personnes simultanément dans cette pièce.

## 8. Pages complémentaires

---

### 8.1. Bibliographie

[1] CODE DU TRAVAIL. Partie réglementaire, Quatrième partie, Livre II, Titre II, Chapitre II, Section 2, Article R4222-6 [en ligne]. Créé par Décret n°2008-244 du 7 mars 2008.

[2] DEOUX Suzanne. Bâtir pour la santé des enfants. Andorra : Medieco Editions, 2010, 689 p. ISBN 978-99220-1-770.

[3] Circulaire du 20 janvier 1983 relative à la révision du règlement sanitaire départemental type [en ligne]. Journal officiel du 25 février 1983. Disponible sur : [http://www.ars.haute-normandie.sante.fr/fileadmin/HAUTE-NORMANDIE/rubriques/Votre\\_Sante/Votre\\_envi\\_ronnement/Habitat/REGLEMENT\\_SANITAIRE\\_DEPARTEMENTAL.pdf](http://www.ars.haute-normandie.sante.fr/fileadmin/HAUTE-NORMANDIE/rubriques/Votre_Sante/Votre_envi_ronnement/Habitat/REGLEMENT_SANITAIRE_DEPARTEMENTAL.pdf)

[4] AFFSET. Risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs. Mai 2008.

[5] InVS / DGS. Guide technique. Diagnostic et prise en charge des syndromes collectifs inexplicables, août 2010, ISBN : 9 78-2-11-099220-8.

[6] Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectués au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public [en ligne]. Journal officiel, n° 0005 du 6 janvier 2012.

[7] Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène [en ligne]. Journal officiel, n° 0281 du 4 décembre 2011.

[8] OQAI. Qualité de l'air intérieur et confort dans les immeubles de bureaux [en ligne]. CSTB, bulletin de l'OQAI n°8, novembre 2014, 8 p. Disponible sur : [http://www.oqai.fr/userdata/documents/465\\_Bulletin8\\_Confort\\_bureaux.pdf](http://www.oqai.fr/userdata/documents/465_Bulletin8_Confort_bureaux.pdf)