



Septembre
2017

Evaluation des pratiques et mise en œuvre d'actions d'amélioration pour un air intérieur plus sain dans les services communautaires certifiés ISO 14 001 (ISO AIR)

Projet lauréat de l'édition 2015 de l'appel
à projet AACT-AIR

Aide à l'action des collectivités
territoriales en faveur de la qualité de l'air

RAPPORT



En partenariat avec :



REMERCIEMENTS

Pour son soutien et son suivi, nos remerciements vont à Souad BOUALLALA (Ademe).

Pour leur participation à cette étude, nos remerciements vont à :

- à ATMO (association de surveillance de la qualité de l'air, Hauts de France) ;
- à l'APPA (Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique) ;
- à l'ARS (agence régionale de santé) ;
- à l'AGUR (agence urbanisme de Dunkerque) ;
- aux Directions de la CUD (Communauté Urbaine de Dunkerque) :
 - Direction Environnement, Planification Spatiale et Espaces naturels ;
 - Direction Grands Équipements (gestionnaire du PLUS et Parc zoologique) ;
 - Direction Superstructures (nouveaux bâtiments / cahier des charges techniques) ;
 - Direction Vie Sociale / Prévention Santé (Contrat Local de Santé) ;
 - Direction Énergie (conception des installations) ;
 - Direction Ressources Humaines (formations / Hygiène et sécurité).
- au Comité Hygiène et Sécurité (CHS) de la CUD.

CITATION DE CE RAPPORT

Anne LECOEUICHE et Samuel DEGEZELLE - Communauté Urbaine de Dunkerque, Cécile CAUDRON, Isabelle CHARLES, Emmanuel ROUX - Cerema. 2017. Évaluation des pratiques et mise en œuvre d'actions d'amélioration pour un air intérieur plus sain dans les services communautaires certifiés ISO 14 001 (ISO-AIR). 250 pages de rapport + 249 pages d'annexes.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Crédit photo : Cerema Nord-Picardie.

Les graphiques et schémas ont été réalisés par le Cerema Nord-Picardie (sauf mention contraire).

Ce document est diffusé par l'ADEME

20, avenue du Grésillé

BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1562C0051

Étude réalisée par la CUD et le Cerema pour ce projet cofinancé par l'ADEME

Appel à projet : AACT-AIR 2015

Coordination technique - ADEME : SOUAD BOUALLALA

Direction Villes et Territoires Durables / Service qualité de l'air



Sommaire

Résumé & Abstract.....	5
Introduction.....	7
Contexte.....	7
Objectif de l'étude.....	7
Méthodologie générale de l'étude.....	8
La méthodologie proposée par la Communauté Urbaine de Dunkerque.....	8
Liste des réunions de travail.....	9
Adaptation de la méthodologie (phase 0).....	11
Activités exercées dans les bâtiments.....	11
Guide de l'INERIS 2015.....	12
Élaboration et adaptation des grilles.....	13
Méthodologie proposée.....	15
RESULTATS.....	16
Évaluation des moyens d'aération et de traitement d'air des bâtiments (phase 1).....	16
Méthodologie adoptée pour la phase 1.....	16
Étude de plans et de documents techniques.....	18
Visite des 4 sites – diagnostic bâtiment.....	18
Visite des 4 sites - mesures.....	20
La régie des espaces verts du lac, à Armbouts-Cappel.....	26
Le parc zoologique, à Fort-Mardyck.....	60
Le Palais de l'Univers et des Sciences, à Cappelle-la-Grande.....	109
La régie des espaces verts du Bois des Forts, à Coudekerque-Branche.....	168
Analyse des pratiques (phase 2).....	206
Enquête auprès des occupants.....	206
Proposition d'actions correctives (phase 3) - recommandations.....	227
Propositions de pistes d'amélioration.....	227
Chiffrages des actions.....	232
Restitution des résultats et temps d'échange.....	234
Élaboration d'un protocole type.....	235
Adaptation du système qualité de la Communauté Urbaine de Dunkerque.....	236
Conclusion, perspectives.....	239
Références bibliographiques.....	240



Index des tableaux et des illustrations.....	241
Sigles et acronymes.....	249
Annexes.....	250
Annexe 1 : Comptes-rendus des réunions du 02 mai 2016, du 30 septembre 2016 et du 25 mai 2017.....	250
Annexe 2 : Grilles d'évaluation de la qualité de l'air intérieur.....	250
Annexe 3 : Questionnaire d'enquête.....	250
Annexe 4 : Bilan de la qualité de l'air extérieur d'Atmo Nord-Pas-de-Calais.....	250
Annexe 5 : Présentation de la démarche QAI pour les agents du PLUS.....	250
Annexe 6 : Restitution sur le site du PLUS le 4 avril 2017.....	250
Annexe 7 : Protocole et ses 5 grilles d'évaluation de la qualité de l'air intérieur généralisés.....	250
Annexe 8 : Chiffrage des actions à mener sur les 4 sites.....	250



Résumé & Abstract

Résumé

L'étude a permis élaborer une démarche d'amélioration continue de la qualité de l'air intérieur pour l'ensemble des bâtiments de la Communauté Urbaine de Dunkerque, en cohérence avec leur démarche qualité ISO 14 001.

Pour cela, des grilles d'évaluation par des points à vérifier et à améliorer ont été établies pour les différents acteurs du bâtiment, à savoir l'équipe de gestion du bâtiment, la personne chargée de la maintenance, la personne chargée de l'entretien et bien sûr, les occupants. Une grille travaux a également été proposée. Ensuite, une phase expérimentale a été menée sur 4 sites de la Communauté Urbaine de Dunkerque, à savoir :

- le parc zoologique de Fort-Mardyck ;
- le Palais de l'Univers et des Sciences de Cappelle-la-Grande ;
- une régie en charge des espaces verts de Armbouts-Cappel ;
- une régie en charge des espaces verts de Coudekerque-Branche.

Cette phase expérimentale a eu pour objectif de réaliser un diagnostic de chacun de ces sites et de leurs systèmes, complété par des mesures de la qualité de l'air intérieur et par une enquête auprès des occupants. Les mesures (CO₂, COV totaux légers, formaldéhyde, T, HR) ont été réalisées sur une semaine, en période estivale et en période hivernale.

Des propositions d'amélioration ont alors été proposées dans le but d'améliorer la qualité de l'air intérieur de ces bâtiments.

Les grilles établies et testées initialement sur les bâtiments expérimentaux ont ensuite été améliorées afin d'être adaptées à l'ensemble du parc. L'objectif a alors été de proposer un protocole d'évaluation simplifié et généralisable de la qualité de l'air intérieur adapté à l'ensemble du parc bâti de la communauté urbaine.

Le protocole ainsi établi est applicable sur l'ensemble du parc de la Communauté Urbaine de Dunkerque et appropriable par n'importe quelle autre collectivité.

Enfin, un séminaire de sensibilisation auprès des occupants et des élus a été organisé en septembre 2017, complété par une note de synthèse.

Ce livrable contient les grilles d'évaluation adaptées aux 4 sites étudiés ainsi que les résultats des visites et des mesures réalisées in situ (campagne estivale et campagne hivernale). Une analyse de l'enquête auprès des occupants est également incluse dans ce livrable, ainsi que des pistes d'amélioration de la qualité de l'air intérieur pour chacun des 4 sites étudiés. Le protocole généralisé et simplifié est également situé en annexe.



Abstract

This study was about the development of a method which allows a continuous improvement of indoor air quality for the Urban Community of Dunkerque's buildings. This method had to be consistent with their ISO 14 001 quality approach.

To reach this goal, evaluation grids have been established with objectives to check and to improve. Different grids were made for the different actors of the building, that is to say:

- the building management team;
- the person in charge of the maintenance;
- the person in charge of the household chores;
- and of course the occupants;
- a works grid has also been proposed.

Then, an experimental phase was carried out on 4 sites of the Urban Community of Dunkerque, namely:

- the Fort-Mardyck zoological Park ;
- the Palace of the Univers and Sciences of Cappelle-la-Grande ;
- the Armbouts-Cappel green-spaces authority ;
- the Coudekerque-Branche green-spaces authority.

The purpose of this experimental phase was to carry out a diagnosis of each of these sites and of their systems. Measurements of indoor air quality and a survey addressed to the occupants were also made to complete the diagnosis. The measurements (CO₂, total light VOC, formaldehyde, T, HR) were carried out over a week, during the summer and winter periods.

Proposals for improvements were then proposed with the aim of improving the indoor air quality of these buildings.

The grids established and tested initially on the experimental sites were then improved in order to be adapted to the whole park of the urban community. The objective was then to propose a simplified and generalized evaluation protocol for indoor air quality adapted to every building of the urban community.

The protocol thus established is now applicable to the whole fleet of the Urban Community of Dunkerque and can be appropriated by any other urban community.

Finally, a seminar to point awareness among occupants and elected representatives was organized in September 2017, supplemented by a summary note.

This deliverable contains the assessment grids adapted to the 4 sites studied, as well as the results of the visits and the measurements carried out on each sites (summer campaign and winter campaign). An analysis of the occupant survey is also included in this deliverable, as well as suggestions for improving indoor air quality for each of the four sites studied. The generalized and simplified protocol is also attached.

Mots clés

Qualité de l'Air Intérieur, démarche qualité, protocole d'évaluation, mesures, enquête



Introduction

Contexte

Une démarche d'amélioration de la qualité de l'air intérieur financée via un appel à projet ADEME

Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une sélection d'un projet soumis par la Communauté Urbaine de Dunkerque sur l'appel à projet AACT-AIR 2015, financé par l'ADEME.

Le projet de la CUD ayant été retenu, celle-ci a lancé un appel d'offre afin de réaliser la prestation technique qui est au cœur de son projet.

Ce projet s'inscrit également dans le cadre de la démarche qualité. En effet, la CUD s'est lancée dans une démarche de certification ISO 14 001 de ses bâtiments. Quatre de ses bâtiments sont déjà certifiés. Il s'agit du parc zoologique de Fort-Mardyck et du Palais de l'Univers et des Sciences de Cappelle-la-Grande, certifiés en 2013, puis des deux régies des espaces verts situées à Coudekerque-Branche et Armbouts-Cappel, certifiées depuis juin 2016.

Or, les bâtiments de la CUD sont situés dans une zone très industrialisée et réputée comme ayant un air pollué par ses industries locales. Si la qualité de l'air extérieur est une véritable préoccupation pour la population et les travailleurs qui estiment que le problème de la pollution de l'air doit être avant tout pris en charge par ces industries, la Communauté Urbaine de Dunkerque a souhaité les sensibiliser à la problématique de la qualité de l'air intérieur et leur montrer que l'occupant a une place centrale dans l'obtention d'une bonne qualité de l'air intérieur.

Enfin, une réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur va être rendue obligatoire dans les écoles et les crèches dès le 1^{er} janvier 2018 et va se généraliser peu à peu à l'ensemble des Établissements Recevant du Public (ERP). La démarche développée par la CUD pour l'ensemble de son parc lui permettra d'être en cohérence avec la réglementation à venir.

Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude

L'objectif de l'étude est le suivant : il s'agit d'élaborer une démarche d'amélioration continue de la qualité de l'air intérieur pour l'ensemble des bâtiments de la Communauté Urbaine de Dunkerque, en cohérence avec leur démarche qualité ISO 14 001. Il s'agit donc d'élaborer un protocole simple et si possible généralisable, que la Communauté Urbaine de Dunkerque pourra suivre pour l'ensemble de son parc.

La méthodologie adoptée est précisée ci-après puis détaillée par la suite.



Méthodologie générale de l'étude

La méthodologie proposée par la Communauté Urbaine de Dunkerque

Une méthodologie en trois temps...

La Communauté Urbaine de Dunkerque a demandé dans son cahier des charges que soient réalisées les prestations suivantes :

... basée sur le guide de l'INERIS

Afin de proposer un protocole simple qui puisse être cohérent avec la future réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur mais surtout avec la démarche qualité ISO 14 001 de la Communauté Urbaine de Dunkerque, la CUD a décidé de baser son étude sur le guide de l'INERIS 2015 écrit pour le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie pour appliquer la dernière version de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur. Or, ce guide est adapté pour les écoles et les crèches, et non pas pour un parc zoologique, un Palais des Sciences et de l'Univers ou encore des régies espaces verts (qui ne sont pas des ERP). Une phase d'adaptation de la méthode et des grilles de questions proposées par ce guide était donc nécessaire.

... complétée par un diagnostic in situ, une enquête occupants et la mesure...

La méthode de l'INERIS adaptée est alors appliquée sur 4 bâtiments expérimentaux certifiés ISO 14 001. Cette phase expérimentale permet de réaliser à la fois un diagnostic de chacun de ces 4 bâtiments et de leurs systèmes (ventilation et chauffage notamment), complété par des mesures simples de la qualité de l'air intérieur et par une enquête auprès des occupants afin de déterminer leurs habitudes et leur niveau de sensibilité sur cette question. Les mesures (CO₂, COV, T, HR) débutent lors de la visite et sont réalisées sur une semaine, en période estivale et en période hivernale.

... et enfin sur les actions d'amélioration

Suite à la campagne de mesure, des propositions d'amélioration sont alors faites dans le but d'améliorer la qualité de l'air intérieur de ces bâtiments.

Les grilles établies et testées initialement sur les 4 bâtiments expérimentaux sont alors améliorées afin d'être, si possible, généralisées et adaptées à l'ensemble du parc et intégrées à un protocole d'évaluation de la qualité de l'air intérieur applicable à tout bâtiment de la CUD.

Pour compléter la démarche, un séminaire de sensibilisation auprès des occupants et des élus est prévu.

Les 3 temps de cette méthode sont donc :

- l'adaptation du guide de l'INERIS aux cas d'étude ;
- les visites in situ ;
- des propositions d'actions d'amélioration.

Méthodologie du Cerema

Cette méthodologie générale simple, logique et couramment utilisée dans de nombreuses études a été respectée par le Cerema.



Liste des réunions de travail

COFIL n°1 : réunion de lancement

Date Le 02 mai 2016

Objectifs de la réunion Les objectifs étaient les suivants :

- lancer l'étude ;
- se présenter ;
- vérifier que le Cerema avait bien compris les objectifs de la CUD ;
- présentation du Cerema de sa méthodologie ;
- présentation de la CUD de son système qualité ;
- visite rapide des 4 sites étudiés de manière approfondie.

Compte-rendu Le compte-rendu de cette réunion se trouve en annexe de ce rapport.

COFIL n°2 : validation du livrable n°1

Date Le 30 septembre 2016

Objectifs de la réunion Les objectifs sont les suivants :

- se présenter à l'ADEME (absente au premier COFIL)
- valider le livrable n°1 rédigé par le Cerema mi-septembre après relecture de la CUD et de l'ADEME ;
- lancer la suite de l'étude, à savoir les mesures de la phase hivernale, la suite de l'exploitation de l'enquête et la phase 3 ;
- présenter les 3 indicateurs ajoutés pour la qualité de l'air intérieur dans le système qualité ;
- échanger sur les contraintes de la CUD liées notamment à la gestion (entretien, espaces, etc.).

Compte-rendu Le compte-rendu de cette réunion se trouve en annexe de ce rapport.

Revue de direction

Date Le 24 mai 2017

Objectifs de la réunion Les objectifs sont les suivants :

- il s'agit d'une revue de direction pour le système qualité de la CUD ;
- un des points de cette revue de direction était de présenter les résultats des diagnostics, mesures et préconisations sur chacun des 4 sites afin de les discuter en séance.

Compte-rendu Le compte-rendu complet se trouve sous forme de présentations et sont en annexe de ce rapport.



Restitutions sur site

Dates 03 avril au parc zoologique
04 avril 2017 aux ateliers puis au Palais de l'Univers et des Sciences

Objectifs des réunions Les objectifs sont les suivants :

- communiquer sur les résultats des diagnostics des bâtiments et de leurs systèmes, des mesures et des enquêtes réalisées auprès des agents ;
- sensibiliser les agents à la qualité de l'air intérieur ;
- échanger avec les agents et les agents de maintenance sur les actions qu'il serait souhaitable de mener en priorité (sous réserve de l'accord de la direction).

Compte-rendu Les comptes-rendus se trouvent sous forme de présentations et sont en annexe de ce rapport.



Adaptation de la méthodologie (phase 0)

Activités exercées dans les bâtiments

Le parc zoologique

Les activités recensées sont les suivantes :

- zone d'accueil ;
- bureaux ;
- bâtiment pédagogique (salles d'exposition ou d'animation pour les enfants) ;
- salle de vision sous-marine et d'exposition ;
- enclos des animaux ;
- salle de soins des animaux ;
- réfectoire (personnel) ;
- douches (personnel) ;
- WC (personnel, public) ;
- stockage de produits (vétérinaires, d'entretien des bassins ou des enclos, de ménage).

Le Palais de l'Univers et des Sciences

Les activités recensées sont les suivantes :

- zone d'accueil ;
- bureaux ;
- salles de projection de films (planétarium notamment) ;
- circuit pédagogique ;
- salles de travaux pratiques ;
- salles de serveurs informatiques ;
- WC (personnel, public) ;
- stockage de produits (ateliers de maintenance, laboratoire, etc.)

La régie des espaces verts du lac à Arbouts-Cappel

Les activités recensées sont les suivantes :

- bureaux ;
- ateliers de maintenance du matériel ;
- garage ;
- réfectoire ;
- vestiaires ;
- douches ;
- WC ;
- stockage du matériel et de produits (produits phytosanitaires et d'hydrocarbures, de ménage).



La régie des espaces verts du Bois des Forts à Coudekerque-Branche

Les activités recensées sont les suivantes :

- bureaux ;
- ateliers de maintenance du matériel ;
- garage ;
- réfectoire ;
- vestiaires ;
- douches ;
- WC ;
- stockage du matériel et de produits (produits phytosanitaires et d'hydrocarbures, de ménage).

Guide de l'INERIS 2015

Un document financé par le MEDDE

Ce guide a été rédigé par l'INERIS – l'Institut National de l'Environnement Industriel et des risques sur commande du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (actuellement Ministère de l'Écologie, de l'Énergie et de la Mer).

Objectif du document

Ce document a été conçu pour accompagner les collectivités et les aider à respecter la nouvelle version de la réglementation de surveillance de la Qualité de l'Air Intérieur dans les ERP, qui commence par les écoles et les crèches. En effet, au 1^{er} janvier 2018, les gestionnaires d'écoles et de crèches doivent réaliser l'évaluation des moyens d'aération de leur établissement (à renouveler tous les 7 ans) et avoir mis en place leur programme d'actions de prévention de la QAI, ou d'avoir réalisé leur campagne de mesures de la QAI (formaldéhyde, CO₂, benzène et éventuellement perchloroéthylène – mesures à renouveler tous les 7 ans, par un organisme accrédité).

Structure et contenu de ce guide

Pour cela, après une brève introduction, le guide offre 4 grilles différentes, à destination des acteurs du bâtiment, qui sont :

- l'équipe de gestion du bâtiment (la mairie par exemple) ;
- les services techniques en charge de maintenance ;
- le responsable d'activité dans la pièce occupée par les enfants (l'enseignant par exemple) ;
- l'équipe en charge de l'entretien.

Le guide se termine par quelques pages sur les outils métrologiques à disposition des maîtres d'ouvrage préférant réaliser une campagne de mesure de la QAI.

Chacune des grilles est donc adaptée à son public cible en fonction des responsabilités et des connaissances techniques de chacun de ces acteurs.

Ces grilles sont composées de questions simples à choix multiples, auxquelles il faut répondre par : « bonne pratique réalisée : oui / non / sans objet ». Ces questions sont regroupées en rubrique par thématique :



-
- organisation du site ;
 - équipements ;
 - matériaux de construction, revêtement, mobiliers ;
 - activités (pédagogiques, ménage, désinfection, travaux) ;
 - aération/ventilation ;
 - observations.

Bien entendu, toutes les thématiques ne sont pas abordées dans une grille si l'acteur n'est pas concerné (ex : le responsable d'activité n'est pas concerné par la rubrique « équipements »).

Élaboration et adaptation des grilles

Nécessité d'adapter les grilles du guide de l'INERIS

Les grilles du guide de l'Ineris sont spécialement conçues pour les écoles et les crèches, bâtiments qui ne sont pas concernés par notre étude. Il a donc fallu les retravailler afin de les adapter. L'avantage de ce guide est de proposer des grilles permettant de vérifier le respect d'un ensemble de points précis, le tout classé par thématique. Il est donc facile à adapter pour des bâtiments avec des destinations autres que les écoles et les crèches, moyennant quelques ajustements sur les thématiques, puis sur les questions.

Les thématiques choisies

Dans les grilles que nous avons conçues, voici les thématiques qui ont été choisies (ces thématiques étaient, dans un premier temps, adaptées aux activités des 4 sites sélectionnés par la CUD) :

Grille destinée à l'équipe de gestion de l'établissement

Cette première grille précise dans un premier temps en quoi consiste une équipe de gestion. Dans l'idéal, cette équipe regroupe les personnes suivantes :

- le directeur d'établissement ;
- un représentant des services techniques en charge de la maintenance ;
- un représentant du personnel d'entretien ;
- un représentant des occupants.

Ainsi, l'ensemble des acteurs du bâtiment y sont regroupés afin de gérer de manière la plus efficace et la plus saine possible le bâtiment. Cela permet également de répondre de manière cohérente aux questions portant sur un même thème, de partager les points à améliorer et de mettre en place des actions correctives cohérentes, sur la durée.

Cette grille est découpée de la manière suivante :

- organisation du site (configuration du site et point sur le benzène, sur le formaldéhyde et sur le tétrachloroéthylène). Cette rubrique permet de faire le point sur l'environnement extérieur du bâtiment ;
- équipements et systèmes (photocopieurs, télécopieurs, imprimantes, aération, ventilation). Il s'agit d'équipements standards et de questions générales ;
- matériaux de construction, revêtement, mobiliers (produits de construction et de décoration, mobilier). Les questions sont générales et portent notamment sur le choix des produits ;



- activités (locaux ouverts au public, bureaux, laboratoires, zones de soins des animaux, enclos, ateliers, garage, autres activités spécifiques, ménage).

Les questions posées concernent uniquement la gestion du bâtiment. Pour cela, elles restent générales et peu techniques afin que chaque acteur du bâtiment puisse se les approprier.

Des encadrés « Points d'information » sont également intégrés à chacune des grilles afin de préciser un point particulier et des encadrés « Pour aller plus loin » permettent de rappeler les textes réglementaires et de la bibliographie intéressante. Enfin, des encadrés « Remarques » permettent à l'agent remplissant la grille de l'annoter.

Grille destinée au personnel des services en charge de la maintenance de l'établissement

Cette seconde grille est la plus technique et la plus longue. En effet, elle s'adresse aux agents en charge de la maintenance du bâtiment et donc du bon fonctionnement de ses équipements. Ces agents doivent connaître le bâtiment, ses équipements et leurs contrats d'entretien. Elle est découpée de la manière suivante :

- organisation du site (configuration du site). Cette rubrique permet de faire le point sur le bâtiment en général, sa ventilation et les risques d'infiltration d'eau ;

- équipements et systèmes (chauffage, climatisation, systèmes d'évacuation, photocopieurs, télécopieurs, imprimantes, aération, ventilation). Ces questions entrent dans le détail des équipements et relèvent point par point les éléments à vérifier pour que les systèmes fonctionnent correctement, y compris leurs contrats d'entretien ;

- locaux (locaux ouverts au public (circuits pédagogiques, zones de projection de films, salles d'exposition, etc.), bureaux, laboratoire, zone de soins des animaux, enclos, atelier, garage, salle des serveurs informatiques, cuisine, salle de douches, zone de stockage de produits (entretien, nettoyage, maintenance, activités, produits vétérinaires, etc.), autre type de local (à préciser)). Pour chaque type de local, les impacts sur la qualité de l'air intérieur sont vérifiés.

- matériaux de construction, revêtement, mobiliers (produits de construction et de décoration, mobilier). Ces questions permettent de préciser le type de matériau en présence.

- activités (opérations de désinfection). Ces activités doivent être réalisées avec précaution et en dehors des périodes d'occupation (si possible après l'occupation).

Les mêmes types d'encadrés adaptés aux agents de la maintenance sont présents dans cette grille.

Grille destinée aux agents de l'établissement

Cette grille permet à la fois de sensibiliser les occupants à la problématique de la Qualité de l'Air Intérieur, mais également de les inviter à participer à l'effort d'amélioration de celle-ci. Elle est composée de questions simples, portant sur les habitudes et le choix des petites fournitures. Voici ses rubriques :

- activités : celles-ci impactent-elles la Qualité de l'Air Intérieur ? ;

- équipements (aération, ventilation). Il faut par exemple éviter d'utiliser des équipements d'appoint pouvant nuire à la QAI, aérer quotidiennement en évitant les heures à fort trafic routier, etc.

- observations à signaler à l'équipe de gestion de l'établissement, à savoir tout signe d'apparition de moisissures, d'infiltration d'eau ou encore de mauvais fonctionnement des équipements de ventilation.

Les mêmes types d'encadrés adaptés aux agents de l'établissement sont présents dans cette grille.



Grille destinée au personnel d'entretien de l'établissement

Cette grille s'adresse au personnel assurant le ménage. Les questions sont simples, la grille est courte, mais le rôle de ces agents est tout aussi essentiel que celui des occupants pour assurer une bonne QAI. Il est donc indispensable de les associer au processus d'amélioration de la QAI.

Les rubriques de cette grille sont les suivantes :

- activités. Cette rubrique est essentielle afin de limiter les émissions de COV dans l'air intérieur. Les questions posées permettent de remettre en question d'éventuelles mauvaises pratiques, ou au moins d'améliorer les pratiques existantes ;
- aération, ventilation : il est nécessaire d'aérer les pièces pendant le nettoyage, sans oublier bien sûr de les refermer par la suite ;
- observations à signifier à l'équipe de gestion de l'établissement, à savoir tout signe d'apparition de moisissures, d'infiltration d'eau ou encore de mauvais fonctionnement des équipements de ventilation.

Grille spéciale travaux

Afin d'alléger les 4 grilles précédentes, une grille a été conçue spécifiquement pour les travaux. Cette grille ne sera donc pas utilisée tous les ans, mais servira ponctuellement à l'équipe de gestion et à l'équipe en charge de la maintenance. Elle a pour objectif une prise de conscience de ces acteurs de l'impact potentiellement négatif des travaux sur la qualité de l'air intérieur et de montrer les actions qu'il faut mettre en place avant, pendant et après les travaux afin de limiter cet impact négatif. Voici comme cette grille est découpée

- équipe de gestion :
 - * général ;
 - * travaux extérieurs ;
 - * travaux intérieurs – avant travaux ;
 - * travaux intérieurs – pendant les travaux ;
 - * travaux extérieurs – après les travaux.
- équipe en charge de la maintenance :
 - * travaux intérieurs – pendant les travaux ;
 - * travaux extérieurs – après les travaux.

Ces différentes grilles sont disponibles en annexe de ce rapport.

Méthodologie proposée

Méthodologie de l'étude

La méthodologie proposée est donc la suivante :

- adaptation des grilles du guide de l'Ineris ;
- visites in situ des 4 bâtiments durant l'été 2016 comprenant un diagnostic bâtiment / du site, une première campagne de mesures (COV, T, HT, CO₂), et une enquête auprès des occupants complétée par leur avis sur la grille à destination des occupants.
- vérification de la cohérence des grilles ;
- campagne hivernale de mesure durant l'hiver 2016 ;
- proposition d'un protocole général pouvant (si possible) servir à l'évaluation de la qualité de l'air intérieur de l'ensemble des bâtiments de la Communauté Urbaine de Dunkerque. Les campagnes de mesures étant coûteuses, elles ne seront pas nécessairement intégrées à ce protocole.



RESULTATS

Évaluation des moyens d'aération et de traitement d'air des bâtiments (phase 1)

Méthodologie adoptée pour la phase 1

Méthodologie suivie

Pour la réalisation de l'évaluation des moyens d'aération et de traitement d'air des 4 sites sélectionnés, il est nécessaire de réaliser les étapes suivantes :

- une collecte de plans (des locaux et de ventilation *a minima*) et de documents techniques permettant d'anticiper les questions techniques et de connaître les contrats d'entretien et de maintenance de chaque site ;
- un entretien téléphonique avec chacun des responsables techniques des sites afin de connaître les systèmes de ventilation et de chauffage en place. Cela permet également d'anticiper sur le type de mesure de ventilation à réaliser sur site. Par exemple, pour une ventilation double-flux, une mesure des débits entrants et des débits sortants est possible. Dans le cas d'une ventilation simple flux, seuls les dépressions (air extrait) peuvent être mesurées si la ventilation est hygroréglable, car le débit varie dans le temps en fonction de l'humidité relative ambiante intérieure. Dans le cas d'une ventilation naturelle, il est très difficile de mesurer le volume entrant et sortant ;
- si possible une pré-visite permettant de prévoir l'emplacement des capteurs (réalisée pour chacun des 4 sites lors de la réunion de lancement du 02 mai 2016) ;
- une préparation sur plans du circuit de la visite et des zones prioritaires (notamment sur les sites importants ou les sites comprenant plusieurs bâtiments), les zones à mesurer (notamment les points de mesure des débits/dépressions de ventilation), identifier les différentes zones d'activités, et si possible les matériaux présents ;
- la visite. Sur place : l'enquête auprès des occupants est prioritaire. Ensuite, l'entretien avec une personne en charge du ménage doit également être fait afin de vérifier sur place les pratiques. Ensuite, les 2 appareils Nemo permettant la mesure du formaldéhyde, du CO₂, de la température et de l'humidité relative doivent être posés conformément au protocole décrit ci-dessous. Un entretien avec le responsable technique est nécessaire afin d'approfondir les aspects techniques du bâtiment, et notamment les matériaux de construction, les systèmes, les contrats d'entretien et de maintenance en place, etc. Enfin, la mesure des débits de ventilation ou des dépressions (suivant le système en place) peut alors être réalisée pour clôturer la visite. L'enquête et les mesures ponctuelles de débits de ventilation ont été réalisées lors de la première visite (sauf mention contraire).
- le dépouillement des données permettant de déterminer la qualité de l'air intérieur au regard des observations faites *in situ* ;
- l'écriture d'un protocole d'amélioration de la qualité de l'air intérieur qui soit généralisable à un parc de bâtiments ayant des destinations différentes ;
- la communication de ces résultats et la sensibilisation des occupants et des élus par un séminaire.

Réglementation dans les bâtiments autres que d'habitation

Deux réglementations s'appliquent, en fonction du public concerné et de la nature des locaux.



Le Code du Travail Le Code du Travail s'applique pour les salariés. Des débits minimaux d'air neuf par personne sont définis pour les locaux à pollution non spécifique, sachant qu'il est autorisé d'aérer exclusivement par les fenêtres si le volume par occupant est supérieur à 15 m³ (24 m³ si travail physique) :

Local	Débit (en m ³ /h)
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, locaux de ventes, locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

Pour les locaux sanitaires, un débit minimal d'air introduit est défini selon l'usage :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air introduit (m ³ /h)
Cabinet d'aisance isolé (**)	30
Salle de bains ou de douches isolée (**)	45
Salle de bains ou de douches isolée commune avec un cabinet d'aisances	60
Salle de bains ou de douches et cabinet d'aisances groupés	30 + 15N (*)
Lavabos groupés	10 + 5N (*)

(*) : nombre d'équipements dans le local

(**) : pour un cabinet d'aisances, une salle de bains ou de douches avec ou sans cabinet d'aisances, le débit minimal d'air introduit peut être limité à 15 mètres cubes par heure si ce local n'est pas à usage collectif.

Le Règlement Sanitaire Départemental Type De la même manière, le Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT) s'applique aux non-salariés, autorise une aération exclusive par les fenêtres si le volume par occupant est supérieur à 6 m³ (et le taux de CO₂ inférieur à 1000 ppm) et définit des débits minimaux d'air neuf par personne :

Local	Débit (en m ³ /h)
Locaux d'enseignement des maternelles, primaires et secondaires du 1er cycle	15
Locaux d'enseignement pour le secondaire du 2ème cycle, ateliers, hébergement, bureaux, salle de réunion, de spectacle	18
Locaux de vente, de restauration, piscines	22
Autres locaux à usage sportif	25

Le Code du Travail et le RSDT évoquent des débits à introduire (contrairement à la réglementation concernant les logements qui impose des débits d'air extraits). Nous faisons une mesure des débits extraits en faisant l'hypothèse que ce qui est extrait est équivalent à ce qui est introduit (cette hypothèse est acceptable pour une approche opérationnelle).



Étude de plans et de documents techniques

Les Documents demandés

Les éléments demandés étaient les suivants :

- Documents :

- * plans masse des bâtiments du site avec l'orientation ;
- * plans de chaque étage des bâtiments du site ;
- * schémas hydrauliques : non concerné si chauffage électrique ;
- * schémas aérauliques : ventilation simple flux ou double flux ;
- * document de suivi du bâtiment recueillant les travaux/interventions effectués ;
- * liste des bureaux / locaux occupés ;
- * contrats de fourniture d'énergie et d'entretien ;
- * contrats de maintenance des systèmes ;
- * bilan de la qualité de l'air extérieur d'Atmo.

- Informations :

- * taille des bouches de ventilation : bouches classiques, pas de bouches industrielles ;
- * chauffage / ventilation (et éventuellement leur fiche technique) ;
- * structure du/des bâtiment(s) ;
- * nombre d'étages et de locaux ;
- * type de locaux ;
- * période d'occupation dans l'année / la journée;
- * précision du bâtiment à instrumenter en cas de sites avec plusieurs bâtiments (ou choix libre?).

Les Documents disponibles pour chacun des 4 bâtiments étudiés

Ces documents et informations ont pu être récupérés pour les 4 sites étudiés, au plus tard le jour de la visite, sauf les schémas aérauliques des 2 régies et du parc zoologique et les contrats de maintenance des systèmes. Les plans du Palais de l'Univers et des Sciences étaient plus détaillés, et notamment les schémas hydrauliques. Cela a permis de mieux comprendre le fonctionnement du système de ventilation avant la visite sur site. Celui-ci étant complexe (2 Centrales de traitement d'air et différentes ventilations autoréglables), la présence de ces documents était indispensable.

Visite des 4 sites – diagnostic bâtiment

Les informations recherchées

Lors de ce diagnostic bâtiment, les informations suivantes étaient recherchées :

- repérage du système d'aération / de ventilation / de climatisation des lieux de vie et des lieux de stockage (produits d'entretien, vétérinaires, phytosanitaires et autres produits chimiques) : présence ou non de fenêtres en nombre suffisant selon la taille de la pièce et son occupation, leur facilité d'ouverture / examen des bouches d'aération / présence de moisissures, de condensation etc. ;
- analyse des procédures de maintenance et d'entretien de ces systèmes ;
- analyse des modes d'entretien/nettoyage des pièces ;
- analyse des modes d'occupation des pièces ;



-
- identification des sources potentielles de pollution interne et externe aux bâtiments.

Pour chaque site, l'ensemble des locaux occupés a été visité.

Ces informations permettront par la suite de relever les éventuels problèmes liés au bâtiment afin de proposer des pistes d'amélioration de la qualité de l'air intérieur et du confort dans les locaux.

Préparation des visites

Préalablement à chacune de ses interventions, le Cerema a :

- pris contact et engagé la prise d'information auprès du gestionnaire ou d'une personne référente à la CUD,
- a proposé par mail un circuit de visite en accord avec le gestionnaire de site (confirmé le jour de la visite),
- a confirmé la visite diagnostic par mail au gestionnaire 48 heures auparavant,
- a indiqué les coordonnées de l'intervenant et rappelé les contraintes inhérentes à son passage.

Un document complémentaire a été préparé par le Cerema recensant l'intégralité des points à traiter (questions sur les systèmes du bâtiment, la structure, l'occupation, l'entretien, la maintenance, d'éventuels travaux ou dysfonctionnements déjà observés, etc.) afin de ne pas oublier d'éléments importants. Les informations collectées sont explicitées ci-dessous, site par site.

Dates des visites

Les visites ont été programmées sur 4 semaines consécutives le lundi, afin de pouvoir récupérer les capteurs de la série de mesure terminée et de les poser sur le site suivant le même jour. Ainsi, les visites de la campagne hivernale ont été réalisées les jours suivants :

- La régie des espaces verts du lac à Armbouts-Cappel, le 13/06/16 (capteurs récupérés le 20/06/16) ;
- Parc zoologique de Fort-Mardyck, le 20/06/16 (capteurs récupérés le 27/06/16) ;
- Palais de l'Univers et des Sciences, le 27/06/16 (capteurs récupérés le 04/07/16) ;
- La régie des espaces verts du bois des Forts à Coudekerque Branche, le 04/07/16 (capteurs récupérés le 11/07/16).

La campagne estivale a été complétée par une campagne hivernale :

- Parc zoologique de Fort-Mardyck, le 07/11/16 (capteurs récupérés le 14/11/16) ;
- La régie des espaces verts du bois des Forts à Coudekerque Branche, le 14/07/16 (capteurs récupérés le 21/11/16) ;
- La régie des espaces verts du lac à Armbouts-Cappel, le 21/11/16 (capteurs récupérés le 28/11/16) ;
- Palais de l'Univers et des Sciences, le 28/11/16 (capteurs récupérés le 05/12/16) ;



Visite des 4 sites - mesures

Stratégie de mesures

La Direction Territoriale Nord-Picardie du Cerema propose la réalisation de campagnes de mesures suivant ce format :

- pour chaque bâtiment, une campagne de mesure hivernale (période de chauffe) et une campagne de mesure estivale (hors période de chauffe) seront réalisées ;
- pour chaque bâtiment, 2 sites ont été analysés.

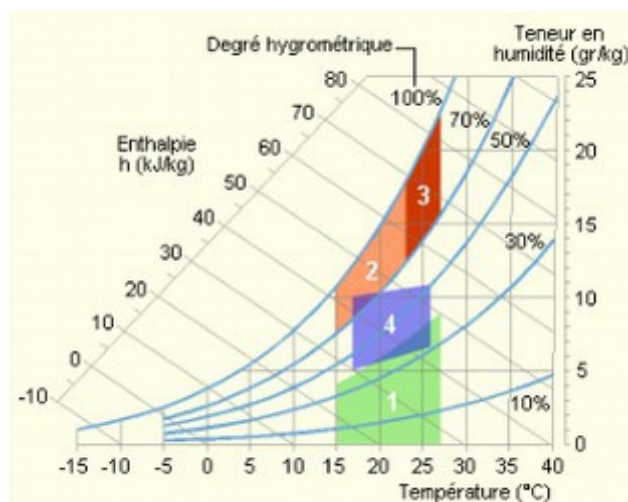
En accord avec la réglementation et le décret du 5 janvier 2012 concernant les Établissements Recevant du Public (ERP), les polluants mesurés seront :

- les paramètres de confort : température, humidité relative ;
- les paramètres de confinement (CO₂) ;
- le formaldéhyde ;
- les COV totaux légers (COVTL).



Les paramètres de confort

Les paramètres de confort sont les indicateurs d'une potentielle situation d'inconfort dans un local. Une humidité trop importante dans un bâtiment favorisera une prolifération microbienne. Une humidité trop basse pourra entraîner le dessèchement et l'irritation des yeux et des voies respiratoires. Les températures peuvent aussi influencer l'émission de polluants.



- 1 : Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
- 2 : Zone à éviter vis-à-vis des développements de microorganismes
- 3 : Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens
- 4 : Polygone de confort hygrothermique

Illustration 1: Plage de confort de température – humidité.
Source : extrait de l'article de R. Fauconnier L'action de l'humidité de l'air sur la santé dans les bâtiments tertiaires paru dans le numéro 10/1992 de la revue Chauffage Ventilation Conditionnement

D'après le diagramme de confort hygro-thermique (Illustration 1), la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 25°C et une humidité relative comprise entre un peu plus de 30 et 70 %.

Plus précisément, l'OQAI, sur la base des études de logement, recommande une humidité relative comprise entre **40 et 70 %** et une température comprise entre **18 et 22 °C** pour que le confort soit optimum pour les occupants du local.

Le paramètre de confinement

Le CO₂ est mesuré comme indicateur du niveau de confinement des locaux.

Le dioxyde de carbone est un bon indicateur pour l'étanchéité du bâtiment (taux de renouvellement d'air). Ce gaz est rejeté dans l'air lorsque nous respirons et s'accumule dans la pièce.

Les concentrations en CO₂ permettent de déterminer si une pièce est trop confinée, c'est-à-dire si le renouvellement d'air dans la pièce est insuffisant. Un confinement trop important peut conduire à une accumulation d'éventuels polluants et peut entraîner chez les occupants d'un lieu **somnolence et parfois maux de tête** (au-dessus de 1000-1300 ppm). Selon le Règlement Sanitaire Départemental type, la valeur réglementaire est fixée à 1300 ppm.

Les composés organiques volatils

Dans l'air intérieur, on peut retrouver plus d'une centaine de COV. Les Composés Organiques Volatils ont été sélectionnés en raison de leurs effets potentiels sur la santé humaine (Formaldéhyde : Cancérogène certain).



Le matériel de mesure Le matériel de mesure choisi pour l'étude est le NEMO d'Ethera. Voici les caractéristiques techniques de l'appareil :

Gamme du capteur de température	Température	Humidité	Confinement	Formaldéhyde
Technologie du capteur	CMOS « Complementary Metal-Oxide-Semiconductor »	Capacitif	Spectrométrie d'absorption infrarouge non dispersive (NDIR)	Lecture optique avec consommable
Gamme du capteur de température	-25 °C à +55 °C	0 à 95 % (+/-3 % de la valeur lue)	0 à 5000 ppm	0-2000 ppb (0-2,5 mg/m ³), selon le temps d'exposition
Méthode d'échantillonnage	-	-	-	Diffusive passive
Résolution du capteur de température	0,08 °C	0,08%	1ppm	-
Sensibilité du capteur de température	+/- 2°C gamme complète (+/- 1°C de 0 °C à 55 °C)	+/- 5 % gamme complète (+/- 3 % de 20 °C à 55 °C)	+/- 50 ppm avec une incertitude de +/-3%	Jusqu'à 1 ppb en fonction du temps d'exposition
Fréquence d'enregistrement	10 minutes			Toutes les heures
Température de fonctionnement	0 à 40°C /20 et 80 % (HR)			
Mémoire	plus de 50 000 mesures			

Tableau 1 : Caractéristiques techniques de l'appareil de mesure utilisé pour l'étude



Méthode d'interprétation des résultats – Définition des valeurs guides, indicatives et de références

Les bureaux ont fait l'objet de mesures en période dite estivale et en période dite hivernale, afin de comparer les niveaux observés au regard des valeurs références en air intérieur portant sur des valeurs annuelles pour tous les bureaux. En effet, pour pouvoir se référer à des valeurs guides à long terme, il est prévu, notamment dans les protocoles de mesures du LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air), deux séries de prélèvements chacune dans des conditions climatiques contrastées. La moyenne des deux séries de prélèvements permet d'approcher un état annuel de la qualité de l'air en prenant en compte les variabilités temporelles des concentrations de polluants dans l'air.

Les **mesures peuvent être interprétées au regard des valeurs guides OMS (Organisation mondiale pour la santé) et des valeurs guides de qualité de l'air intérieur proposées par l'ANSES** (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) et des valeurs de gestion de l'HCSP (Haut conseil de la santé public). Les valeurs indicatives sont soit des valeurs guides établies ou des valeurs d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos issues d'avis ou de rapports.

Les teneurs mesurées ont également été **comparées aux valeurs mesurées lors d'études de qualité de l'air intérieur** (Campagne nationale logements – État de la qualité de l'air dans les logements français, OQAI (Observatoire de la qualité de l'air intérieur), novembre 2006, mise à jour en mai 2007 (suite à l'absence de résultats pour les bureaux à ce stade).

Afin de comparer les résultats de l'étude avec ceux de la campagne logement, il faut garder à l'esprit que les concentrations sont liées aux conditions d'échantillonnage (humidité, température, etc.), aux différentes activités humaines et diverses sources d'émissions possibles dans les logements, aux environnements extérieurs, aux conditions de chauffe pour la phase hivernale. **Les comparaisons ne sont données qu'à titre indicatif.**

Valeurs guides réglementaires dans les ERP

Des décrets (N°2011-1727 et 2012-12) ont été définis à l'échelle nationale afin de définir des valeurs guides réglementaires pour l'intérieur dans les établissements recevant du public (ERP – écoles, crèches, lycées...) dans le cadre de la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur. Les valeurs guides ont été fixées pour le benzène et le formaldéhyde.



Valeurs indicatives de l'air Intérieur - VGAI de l'ANSES

Les VGAI (Valeur Guide de l'Air Intérieur) sont des valeurs guides élaborées sur proposition de l'ANSES. Les VGAI concernent les polluants rencontrés principalement dans les locaux (habitation, bureaux, etc.) et sont déterminées uniquement sur des critères sanitaires.

Les VGAI ont pour but de **protéger la population** des effets sanitaires liés à une exposition de la pollution de l'air par inhalation.

Elles ont été définies comme des concentrations dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population en général en l'état des connaissances actuelles. Établies sur les bases de données toxicologiques, cliniques et épidémiologiques, elles n'intègrent aucun critère technico-économique.

Pour les effets à seuil de dose, c'est-à-dire les effets non cancérogènes, une valeur numérique associée à un temps d'exposition est définie en fonction du temps d'exposition. Il s'agit de :

- **la VGAI à court terme ou aiguë** si l'effet critique apparaît après une courte durée d'exposition (15 min, 1h, etc.), généralement unique et à un niveau de concentration important.
- **la VGAI intermédiaire non cancérogène** si l'effet critique apparaît après des temps d'exposition intermédiaires.
- **la VGAI à long terme (supérieure à 1 an) ou chronique non cancérogène** si l'effet critique apparaît suite à une exposition continue à long terme à une substance ou si l'effet critique est observé suite à une bio-accumulation de la substance dans l'organisme.

Pour les effets sans seuil de dose, c'est-à-dire à effets cancérogènes, des niveaux d'excès de risques unitaires sont définis. Il s'agit de :

- **la VGAI vie entière.** Elle représente la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance incriminée.

Remarque : Les valeurs guides ne garantissent pas qu'aucun effet sanitaire ne survient pour des concentrations en dessous de la valeur proposée. Par exemple, des personnes sensibles pourraient être affectées en dessous des niveaux des valeurs guides. Un polluant n'étant jamais seul dans l'air, l'exposition à un mélange de plusieurs substances, même à des niveaux inférieurs aux valeurs guides, peut induire des effets sanitaires. Les valeurs guides sont élaborées pour des polluants pris individuellement.



Valeurs indicatives de l'air Intérieur - Valeurs repères d'aide à la gestion de l'HCSP

Sur saisine, le HCSP élabore des « valeurs repères d'aide à la gestion » afin de fixer des niveaux à ne pas dépasser pour les polluants de l'air présents dans des espaces clos et pour engager, si nécessaire, des actions correctives, avec une modulation de ces actions et de leur délai de mise en œuvre en fonction des concentrations mesurées.

Le HCSP propose pour chaque polluant :

- Une valeur cible : en dessous de cette valeur, aucune action corrective n'est nécessaire.
- Une valeur repère de la qualité de l'air intérieur : aucune action corrective immédiate n'est préconisée, mais il est conseillé de diminuer les concentrations pour atteindre un niveau inférieur (valeur cible).
- Une valeur d'information et de recommandations : limite maximale admissible actuelle et une action est nécessaire dans un délai de quelques mois afin d'identifier la ou les source (s).
- Une valeur d'action rapide : mise en place d'actions rapides dans le mois qui suit la confirmation pour ramener le niveau en dessous de la valeur repère (identification des sources, diagnostic du site et remédiation).

À noter que les bâtiments neufs livrés à partir de 2012 doivent respecter la valeur cible avant la livraison aux occupants.

Valeurs indicatives de l'air Intérieur - Valeurs Guides de l'OMS

Les valeurs recommandées par l'OMS [WHO Air Quality Guidelines for Europe, 2000] ont pour objectif de **protéger la population** des effets de certains polluants sur la santé. Ce sont des valeurs guides, elles n'ont donc **aucune valeur réglementaire**.

L'OMS définit également des valeurs pour une durée d'exposition de 30 min. Elles ont pour but de protéger contre les effets sensoriels, notamment les nuisances olfactives.

Les valeurs recommandées par l'OMS concernent l'air intérieur et l'air extérieur.

Deux types de valeurs sont définis :

- Pour les **effets non cancérigènes**, ces valeurs correspondent aux concentrations en dessous desquelles, aucun effet sur la santé n'a pu être observé. Elles dépendent de la durée d'exposition, temps pendant lequel le polluant a été inhalé.
- Pour les **effets cancérigènes**, le risque de développer un cancer existe quel que soit le niveau de pollution. C'est pourquoi, la valeur proposée représente la relation entre l'exposition et le risque encouru, l'Unité de Risque (UR). C'est le risque additionnel de développer un cancer pour une personne exposée à une concentration de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du composé au cours d'une vie (soit 70 ans) par rapport à une personne non exposée (les valeurs dans le tableau sont les concentrations pour un risque additionnel de 1.10^{-5}).



Valeurs indicatives de l'air Intérieur - Valeurs Guides du projet INDEX

Au niveau de la Communauté Européenne, le projet INDEX (Critical Appraisal of the Setting and Implementation on Indoor Exposure Limits in European Union) avait pour but d'élaborer pour 2005 une liste de polluants chimiques prioritaires des environnements intérieurs susceptibles d'être réglementés pour lesquels des mesures de gestion devraient être mises en place au regard des données toxicologiques et des données d'expositions en Europe. Le but était de proposer des valeurs guides de qualité d'air intérieur.

Ce travail de sélection a été effectué sur la base de l'évaluation des risques sanitaires combinant l'exploitation de données d'exposition des populations européennes et des données toxicologiques sur les relations dose-réponse.

Les composés d'intérêt retenus par ce projet étaient les composés suivants :

benzène, acétaldéhyde, formaldéhyde, monoxyde de carbone, dioxyde d'azote, m/p-xylènes, o-xylène, naphthalène, styrène, toluène, α -pinène, d-limonène et l'ammoniac.

Dans ce projet, les critères de sélection des substances étaient :

- être un composé chimique individuel
- avoir des sources intérieures d'émissions
- avoir un impact sanitaire connu
- ne pas être déjà soumis à des directives et réglementations

Valeurs indicatives de l'air Intérieur - Les CLI

Une CLI (Concentration Limite d'Intérêt) est considérée comme une concentration limite qui a pour objectif de prévenir la survenue d'effets sanitaires lors d'une exposition à long terme d'émissions de matériaux et de décoration. Une CLI est construite pour chaque composé individuel suivant les valeurs de référence disponibles : valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI), valeurs toxicologiques de référence (VTR), valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) .

Valeurs de référence d'études spécifique - Campagne Logement OQAI

L'OQAI (observatoire de la qualité de l'air intérieur) a mené en 2003-2005 une campagne de mesures de qualité de l'air intérieur dans près de **600 logements**. Les substances mesurées sont les polluants principaux rencontrés en air intérieur, notamment les composés organiques volatils. Quelques aldéhydes ont également été échantillonnés : le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'acroléine et l'hexaldéhyde.

Cette comparaison est donnée à titre indicatif. Il est évident que les concentrations rencontrées dans les locaux du bâtiment à usage de bureaux, et celles mesurées dans les logements sont différentes.

Cette comparaison permet seulement d'avoir un ordre de grandeur des concentrations « usuellement » rencontrées en air intérieur.

Valeurs de référence d'études spécifique - Campagne Bureaux OQAI

L'OQAI lance en 2013 une campagne nationale de mesures et de recueil d'informations sur les immeubles de bureau. Cette campagne a pour objectif de mieux connaître la qualité de l'environnement intérieur dans les immeubles de bureaux, dans le but d'évaluer les risques sanitaires et le confort des occupants et de proposer des solutions d'amélioration.

Cette campagne, à laquelle le Cerema a participé, s'est déroulée jusqu'en 2016 (son exploitation est encore en cours par l'OQAI) et portait sur 300 immeubles tirés au sort. À ce stade, aucun résultat sur cette campagne n'est disponible.

La régie des espaces verts du lac, à Armbouts-Cappel



Diagnostic bâtiment

Le diagnostic bâtiment est détaillé ci-dessous.

Documents collectés

Les documents collectés sont les suivants :

- une vue aérienne du site ;
- les plans :
 - * plan masse ;
 - * plan (vue en plan) des bureaux cadre de vie (rez-de-chaussée et 1^{er} étage) ;
 - * plan (vue en plan) des ateliers cadre de vie (rez-de-chaussée et 1^{er} étage) ;
 - * plan (vue en plan) du bâtiment mission environnement (rez-de-chaussée et 1^{er} étage) : ce plan n'a pas été exploité car la mission ne concernait pas ce bâtiment.
- le CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières) (version n°2) concernant l'acquisition de produits et d'articles de nettoyage professionnels de gamme écologique pour la Communauté Urbaine de Dunkerque (3 lots) ;
- le CCTP concernant la fourniture de mobilier de bureau pour les services communautaires ;
- séries chronologiques et carte des polluants extérieurs fournis par Atmo Nord-Pas-de-Calais.

Informations collectées en amont de la visite

Des informations ont également été collectées en amont de la visite par entretien téléphonique avec Philippe LAPLACE le 05/04/16 puis par échanges mails, afin de préparer la visite :

- ancien corps de ferme réhabilité ;
- bâtiments avec un étage ;
- les activités du bâtiment, rappelées ici :
 - bureaux (3) ;
 - ateliers de maintenance du matériel (il s'agit de l'atelier principal des 2 régions pour les réparations plus complexes) ;
 - garage ;
 - réfectoire ;
 - vestiaires ;
 - douches ;
 - WC ;
 - stockage du matériel et de produits (produits phytosanitaires et d'hydrocarbures, de ménage).
- chauffage électrique ;
- ECS électrique avec une part de fourniture par solaire thermique ;
- ventilation simple flux avec extracteurs dans les WC, les douches et le réfectoire.



Déroulé du diagnostic La première visite (13/06/16) sur site a débuté par une présentation de l'étude aux différents interlocuteurs présents.

Les informations précédentes ont été complétées et approfondies le jour de la visite estivale avec Didier DEROI, responsable technique des 2 régies des espaces verts, en parallèle de l'enquête auprès des occupants, puis avec la personne en charge de l'entretien.

Le diagnostic a d'abord consisté en un entretien technique avec Didier DEROI, puis en une série de mesure des débits sur le système de ventilation.

Le diagnostic a pu être réalisé intégralement durant la première visite. Il n'y a eu aucune modification du système de ventilation entre la première et la seconde visite en hiver (21/11/16).

Description des locaux Ce site est constitué de 3 bâtiments issus d'un ancien corps de ferme en briques. Seuls 2 bâtiments sont étudiés : le bâtiment administratif comprenant également les vestiaires et autres commodités des jardiniers, et le garage comprenant les ateliers des mécaniciens. Ces bâtiments ont été rénovés en 1992 : les fenêtres et les portes ont été changées intégralement et le bâtiment principal a été isolé. Le sol n'a en revanche pas été isolé et est recouvert de carrelage. Le plancher intermédiaire du bâtiment principal est en béton tandis que les combles ont été aménagés en réfectoire.

Bâtiment administratif (incluant les douches et vestiaires) :

Ce bâtiment comporte au rez-de-chaussée 3 bureaux en enfilade, un grand vestiaire pour homme, un vestiaire pour femme, des sanitaires pour les hommes et un pour les femmes/handicapés, des douches et un espace de séchage des habits mouillés et servant de stockage pour les produits ménagers. L'étage est surtout constitué d'un réfectoire et d'un petit bureau.

Ce bâtiment est isolé par l'intérieur avec du polystyrène tandis le revêtement intérieur est une toile de verre peinte. Les fenêtres en double vitrage et en bois représentent environ 20 % de la surface des murs. Entre 1/3 et 1/4 d'entre elles peuvent s'ouvrir. Ces dernières s'ouvrent d'ailleurs correctement. L'apport en lumière naturelle est donc suffisant et ces fenêtres peuvent également permettre une aération naturelle du bâtiment. Elles sont toutes équipées de protections solaires manuelles.



Illustration 2: Bâtiment administratif de l'Atelier du Lac

Bâtiment atelier :

Ce bâtiment n'est pas isolé dans la zone garage ni dans l'atelier mais le bureau de l'atelier semble avoir été isolé de la même manière que le bâtiment administratif.

La toiture de ce bâtiment a été refaite à neuf en 2016 et comporte de larges fenêtres fixes représentant environ 1/4 de la surface du toit et apportant de la lumière naturelle. Deux grandes portes de garage peuvent s'ouvrir sur la cour. Celles-ci restent d'ailleurs très souvent ouvertes dans la journée. Côté cour, dans l'atelier, il y a également de nombreuses fenêtres munies de protections solaires représentant plus de la moitié de la surface du mur donnant sur la cour intérieure. En revanche, l'espace de stockage situé au-dessus de l'atelier n'a pas de fenêtre.

Cependant, les fenêtres de l'atelier sont trop basses. Leur ouverture est donc bloquée par les établis des mécaniciens qui ont été obligés de les condamner.



Illustration 3: Garage de l'Atelier du Lac



Illustration 4: Atelier principal des régies des espaces verts de la CUD



**Repérage du système
d'aération/ventilation et
fenêtres**

Ce site n'accueille pas de public mais uniquement des salariés. C'est donc le Code du Travail qui s'applique. L'aération exclusive par les fenêtres est autorisée si le volume par occupant est supérieur à 15 m³ (24 m³ si travail physique).

Dans ce site, nous trouvons :

- **des bureaux individuels (débit à atteindre de 25 m³/h par personne) ;**
- **un local de restauration (débit à atteindre de 30 m³/h par personne) ;**
- **un cabinet d'aisance isolé (débit à atteindre de 30 m³/h) ;**
- **3 cabinets d'aisance groupés (débit total à atteindre de 75 m³/h) ;**
- **1 salle de douches groupées (débit total à atteindre de 150 m³/h pour les 8 douches) ;**
- **des ateliers (débit à atteindre de 45 m³/h par personne ou 60 m³/h, hors émissions spécifiques). D'après la Section 3 Locaux à pollution spécifique du Code du Travail, les débits doivent être déterminés en fonction de la nature et de la quantité de polluants.**

Bâtiment administratif (incluant les douches et vestiaires) :

Le système de ventilation est un système simple flux. La ventilation se fait à la fois par ce système mécanique, mais également par ouverture des portes et des fenêtres. La porte principale est d'ailleurs très souvent laissée ouverte et les fenêtres sont régulièrement ouvertes dans les bureaux.

Les extractions de ce système de ventilation sont situées dans les zones suivantes :

- les douches (démarré lorsque l'éclairage fonctionne, fonctionne à débit constant, puis met 15 à 20 minutes à s'arrêter après extinction de l'éclairage) ;
- le WC femmes/handicapés : le débit est fonction de l'hygrométrie (WC femmes/handicapés). A noter que dans les WC des hommes, il n'y a pas d'extraction mais uniquement 2 grilles d'entrée d'air et une fenêtre ;
- le réfectoire via la hotte (débit constant). Ce matériel ne peut pas être considéré comme un système mécanique de ventilation car il est installé pour extraire l'humidité et les graisses lors de la préparation de repas. Les fenêtres de toit ne comportent pas d'entrée d'air permanentes. En revanche, elles sont équipées d'un système de fermeture à deux positions, permettant de laisser une entrée d'air dans la position intermédiaire. Cependant, ces systèmes sont méconnus du grand public et les agents ferment souvent les fenêtres totalement ou les ouvrent pour aérer. Il n'y a pas d'autre système de ventilation à l'étage.

En revanche, il n'y a pas d'entrée d'air dans les bureaux qui peuvent être assimilés à des pièces de vie, ou encore dans les vestiaires. Ces pièces comportent toutefois des fenêtres pouvant s'ouvrir (toléré par le Code du Travail). Il s'agit également d'un lieu de rassemblement pour les jardiniers au moment de donner les instructions ou de leur pause. Ils peuvent alors être une quinzaine pendant 1 heure dans la zone de bureaux.

A l'inverse, il y a des grilles pouvant servir d'entrée d'air dans les douches (en partie haute et basse) à proximité de l'extracteur, ce qui a tendance à court-circuiter l'air extrait : il peut y avoir un appel d'air au niveau des grilles d'entrée d'air, limitant l'extraction de l'air humide situé à l'intérieur. Il serait plus intéressant de placer les grilles d'entrée d'air et l'extracteur sur des murs opposés, voire de supprimer les entrées d'air. Néanmoins, cela supposerait d'avoir des entrées d'air dans les pièces de vie, ce qui n'est pas le cas.

Voici un résumé des mesures ou constatations réalisées dans les pièces humides :

Système de ventilation des douches :

Débit mesuré : environ 57 m³/h < 150 m³/h attendus (mais la ventilation peut-être complétée par l'ouverture des fenêtres)

Fréquence d'utilisation : lors des douches



Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : moyen (sale, vieillissant, ponctuel)

Nature : extracteur ponctuel, asservi à l'éclairage

Présence de 2 grilles d'entrée d'air (encrassées) de 27,2cmx10cm



Illustration 5: Ventilation des douches

WC hommes :

Absence de système d'extraction

Présence de 2 grilles d'entrée d'air (encrassées) de 27,2cmx10cm. Par exemple, un débit a été mesuré (valeur non exploitable) : sur une minute, celui-ci a varié entre 0 et 22 m³/h. Ce débit varie notamment en fonction du tirage thermique entre l'intérieur et l'extérieur.



Illustration 6: Ventilation des sanitaires des hommes

WC femmes / handicapés :

Débit mesuré : 0 m³/h (hors service lors de la mesure). Dépression mesurée : 0Pa

Fréquence d'utilisation : lors de l'utilisation des WC (?)

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : HS lors de la première visite, mais réparé depuis (bon fonctionnement observé le 4 avril 2017)

Nature : extracteur, *a priori* à pile, fonction de l'hygrométrie





Illustration 7: Ventilation des sanitaires des femmes / handicapés

Réfectoire :

Débit mesuré : environ 340 m³/h pour la hotte (mais ne peut pas être considérée comme un système de ventilation). La ventilation peut être réalisée par ouverture des fenêtres de toit ou via la position intermédiaire de fermeture de ces fenêtres.

Fréquence d'utilisation : lors de l'utilisation de la cuisine

Fréquence de nettoyage : la hotte : régulièrement, les grilles : non connu

Etat : correct

Nature : hotte qui extrait ponctuellement (appuyer sur un bouton)





Illustration 8: Hotte située dans le réfectoire



Illustration 9: Réfectoire au 1^{er} étage, sans ventilation spécifique

Les produits d'entretien sont stockés dans le local séchoir au rez-de-chaussée. Ce local était ouvert lors de la visite et n'est pas ventilé.



En résumé, les points noirs de ce bâtiment sont les suivants :

- les extractions ne sont pas permanentes ;
- un extracteur ne fonctionne pas le jour de la visite (WC femmes / handicapés) (réparé depuis) ;
- absence d'extracteur dans les WC des hommes (mais présence de grilles d'entrée d'air en partie haute et partie basse) ;
- des grilles d'entrée d'air à proximité de l'extracteur dans les douches ;
- pas d'entrée d'air spécifique, hormis l'ouverture des fenêtres.

Aucune trace de moisissure n'a été constatée dans ce bâtiment.

Bâtiment atelier :

Dans ce bâtiment, il existe 3 systèmes d'extraction dans la partie atelier :

- un grand extracteur traversant l'atelier principal et dont la gaine souple est suspendue au plafond. Cette gaine subit de nombreux coudes qui impliquent des pertes de charge au niveau de la bouche (diminution du débit d'extraction et donc de l'efficacité du système). La gaine de l'extracteur est reliée à l'extérieur. Ainsi, l'air extrait est rejeté à l'extérieur et non à l'intérieur. La bouche peut être orientée au-dessus de la zone où sont manipulés les produits et est à l'horizontale. Si son positionnement et sa praticité semblent optimales, le système est vieillissant et les mécaniciens se plaignent de son inefficacité lors de l'utilisation de leurs nombreux produits à base d'hydrocarbures. Une mesure du débit a été réalisée, celui-ci étant constant, mais non continu (les agents le mettent en fonctionnement lors de l'utilisation de produits chimiques). Un débit de 290 m³/h environ a été mesuré, mais la mesure reste approximative et ne nous donne qu'un ordre de grandeur. En effet, le système étant suspendu, il n'a pas été possible de colmater les ouvertures laissées par le cône de mesure. Ce système est utilisé lors des soudures et n'est jamais nettoyé.

En bref :

Débit mesuré : environ 290 m³/h

Fréquence d'utilisation : lors des soudures

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : moyen (coudes nombreux, vieillissant)

Nature : extracteur ponctuel relié à l'extérieur





Illustration 10: Extracteur ponctuel principal du poste de soudure

- un second extracteur à débit constant utilisé lors des soudures a été ajouté au premier qui perdait en efficacité d'extraction. La configuration de ce système est sensiblement la même que celle du système précédent, excepté la gaine de ventilation, qui est en métal dur, est moins longue et subit moins de coudes. La différence principale de ce système par rapport au premier est que sa gaine n'est pas reliée à l'extérieur. Ainsi, l'air vicié est amené à travers un filtre (jamais nettoyé ni changé) puis relargué à l'intérieur. Étant donné l'absence d'entretien de ce système, l'efficacité du filtre doit être désormais nulle. Une mesure approximative (pour les mêmes raisons que précédemment) a également été réalisée et s'élève à environ 260 m³/h. Ce système n'est jamais nettoyé ni entretenu et semble également vieillissant.

En bref :

Débit mesuré : environ 260 m³/h

Fréquence d'utilisation : lors des soudures

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : moyen (vieillissant)

Nature : extracteur ponctuel non relié à l'extérieur (caisse contenant un filtre)



Illustration 11: Second extracteur ponctuel du poste de soudure

- une ventilation à débit constant reliée à l'interrupteur de l'éclairage (et donc quand il y a utilisation de produits) dans la zone de travail dite remise ou petit atelier qui sert également de zone de stockage pour les produits utilisés par les mécaniciens. Celle-ci est exiguë et sans fenêtre. Ce système est vieillissant : le débit de ventilation ne semble pas suffisant pour ces émissions très spécifiques (évaluation à réaliser par le maître d'ouvrage) (mesure de 70 m³/h) et la bouche est positionnée sur le mur à la verticale, et non pas à l'horizontale au-dessus du plan de travail. Ainsi, l'extraction des produits émis n'est pas optimale. Le nettoyage de cette bouche de ventilation et plus généralement de cette ventilation n'est jamais réalisé. La bouche de ventilation est d'ailleurs encrassée.

En bref :

Débit mesuré : 70 m³/h

Fréquence d'utilisation : lors d'utilisation de produits

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : moyen (sale)

Nature : extracteur asservi à l'éclairage



Illustration 12: Petit atelier ou remise, avec une ventilation mécanique murale asservie à l'éclairage

Il n'y a pas d'autre système de ventilation mécanique dans la partie atelier. Un bureau est pourtant situé dans cet atelier tandis que l'on peut percevoir une très forte odeur d'hydrocarbure. Pour aérer, les mécaniciens ouvrent une double porte métallique au fond de l'atelier car les fenêtres ont été posées de manière trop basse par rapport à leurs différents plans de travail (dans le bureau et dans le reste de l'atelier), empêchant toute ouverture de fenêtre. La porte du bureau est fermée uniquement lorsque le travail d'atelier fait trop de bruit. Ce bureau est d'ailleurs occupé quotidiennement, mais de manière ponctuelle. Il s'agit également d'un lieu de rassemblement pour les mécaniciens au moment de donner les instructions ou de leur pause.

Dans la partie garage, il n'y a pas de système de ventilation. L'aération est réalisée par l'ouverture de la porte principale du garage, qui n'est fermée qu'en plein hiver lorsque les températures sont très basses. Une forte odeur d'hydrocarbure règne dans cet espace de stockage de produits, mais dans une moindre mesure que dans l'atelier.



Illustration 13: Garage aéré par l'ouverture des portes et servant de zone de stockage de produits à base d'hydrocarbure et de matériel

Ainsi, 3 zones de stockage de produits ont été repérées lors de la visite :

- dans le petit atelier pour les produits utilisés par les mécaniciens (soudure, etc.). Ces produits sont stockés dans une armoire fermée à clé et présentant des pictogrammes de danger mais celle-ci ne semble pas ventilée (cf Illustration 12) ;
- dans le garage (autres hydrocarbures). Ces bidons ne sont pas sous clé mais sont dans une zone naturellement ventilée (cf Illustration 13) ;
- une armoire de stockage fermée à clé et ventilée pour les produits phytosanitaires (bonne pratique respectée).

Aucune trace de moisissure n'a été constatée dans ce bâtiment. À noter que des agents se plaignent de la mauvaise ventilation dans les espaces ateliers, d'odeurs d'urine de rongeurs dans les magasins (présence de rats et de souris?) et que certains produits ne sont pas toujours rangés dans les armoires dédiées après usage.

En résumé, les points noirs de ce bâtiment sont les suivants :

- 2 extracteurs vieillissants jamais entretenus dont l'un n'est pas relié à l'extérieur ;
- absence d'extracteur sur l'établi à l'entrée de l'atelier ;
- un extracteur au mur orienté à la verticale et jamais entretenu dans le petit atelier, sans fenêtre ;
- des fenêtres qui ne s'ouvrent pas dans l'atelier principal ;
- pas d'entrée d'air spécifique hormis la porte (les fenêtres sont condamnées) ;
- un bureau sans moyen d'aération situé dans l'atelier.



**Analyse des
procédures de
maintenance et
d'entretien de ces
systèmes**

Il n'y pas de système de climatisation ou de refroidissement sur ce site.

Il n'existe pas de contrat pour les systèmes de ventilation, ni pour le chauffage. L'absence de contrat pour le système de chauffage est justifiée car il s'agit d'un système électrique simple par émission directe des panneaux rayonnants et par contrôle manuel sur chaque panneau. Néanmoins, un contrôle central de la Communauté Urbaine de Dunkerque permet de couper le chauffage lorsqu'elle estime que la période de chauffe est terminée.

L'absence de contrat d'entretien pour les systèmes de ventilation et les extracteurs des ateliers peut plus poser question. En effet, si le système de ventilation ne fonctionne pas correctement, les agents ne s'en apercevront pas forcément rapidement. De plus, un mauvais fonctionnement a été constaté sur site, les systèmes sont vieillissants et ne sont pas nettoyés. Il est pourtant impératif de nettoyer 1 à 2 fois par an les bouches de ventilation et d'assurer une maintenance sur les moteurs associés aux systèmes mécaniques tous les ans ou tous les 2ans. Seul ce suivi permet d'assurer un bon fonctionnement des systèmes et une bonne ventilation. Cependant, les habitudes des agents sont favorables au bon renouvellement de l'air puisque les portes des 2 bâtiments restent souvent ouvertes, l'occupation est faible (sauf de manière ponctuelle) et l'agent d'entretien aère tous les jours après avoir fait le ménage. Ces comportements compensent l'état moyen des systèmes de ventilation.

**Analyse des modes
d'entretien des locaux**

L'entretien du site est réalisé par un agent présent en permanence qui est un agent de la Communauté Urbaine de Dunkerque. Cet agent stocke ses produits toujours dans le même local. Il respecte une ouverture des fenêtres après le ménage. Néanmoins, il faut veiller à aérer dès le début du ménage et à bien refermer les fenêtres après 15 minutes pour le pas perdre trop d'énergie de chauffage en hiver.

Bâtiment administratif :

L'intégralité de ce bâtiment est nettoyé par l'agent d'entretien. Voici ses pratiques :

- les parties communes et les bureaux sont nettoyées tous les jours par un balayage à sec et un lavage humide avec détergents. Ce nettoyage peut être fait le matin (pour les bureaux) avant l'occupation, ou dans la journée ;

- les vitrages sont nettoyés tous les 3 mois environ tandis que le mobilier est nettoyé par un lavage humide une fois par mois au cours de la journée.

L'agent d'entretien n'a pas signifié d'élément pouvant l'empêcher de réaliser correctement le nettoyage (ex : encombrement des sols).

L'idéal est de réaliser le ménage après l'occupation des locaux afin que les polluants aient le temps d'être évacués la nuit par le renouvellement de l'air. Étant donnée l'occupation des locaux et les pratiques d'aération de l'agent d'entretien, l'aération compense largement le fait de ne pas pouvoir réaliser l'intégralité du nettoyage en fin de journée (contrainte du temps de travail).



Les produits d'entretien utilisés sont, conformément au CCTP, des produits écologiques et détiennent l'écolabel européen et/ou le label Cradle to Cradle. La marque Green Care professional est utilisée pour le sol, les sanitaires, les vitrages, la crème à récurer, le savon à main. Ses produits ont tous l'Ecolabel européen et certains le label Cradle to Cradle niveau Silver. Ensuite, la marque Actemia est utilisée pour traiter les odeurs des sanitaires. Le produit est *a priori* sans label mais l'étiquetage le dit ni nocif ni toxique. En revanche, de l'eau de Javel est utilisée une fois par mois pour le nettoyage du mobilier. Les émissions de l'eau de Javel sont nocives (surtout si elle est mélangée à d'autres produits). Il est donc conseillé de limiter voire de supprimer son usage et de le remplacer par un autre produit moins nocif. De plus, les pastilles (pour les sanitaires des hommes) de la marque Hypronorm sont utilisées. Ce produit est irritant. Son usage doit donc être limité. L'agent d'entretien semble bien avoir conscience de la nécessité de respecter les dosages prescrits.

Attention, il ne faut pas confondre produit écologique (non nuisible pour l'environnement) et produit sain (non nuisible pour la santé). La présence d'un écolabel ne garantit pas de faibles émissions dans l'air mais reste tout de même un bon atout environnemental. Il est important de veiller à l'obtention d'un label lié à qualité de l'air intérieur et à la réduction des émissions nocives pour la santé. Pour cela, la Communauté Urbaine de Dunkerque a précisé, dans son CCTP, la demande suivante : « Afin de respecter les exigences en matière de qualité de l'air intérieur, la collectivité souhaite des produits qui ne dégagent pas d'odeurs/parfum, notamment à base de terpène source de dégagement de COV. Elle souhaite également que dans son mémoire technique le candidat expose les dangers respiratoires potentiels en cas de mélange avec son produit. » Cette démarche est un bon début pour limiter les émissions de COV.

Bâtiment atelier :

Seuls le bureau de l'atelier et le bureau du magasinier sont nettoyés selon les mêmes méthodes que le bâtiment administratif, les autres zones étant des ateliers ou un garage. Cette pratique semble logique.



Analyse des modes d'occupation

L'occupation du site est de 8 personnes en permanence (dont 3 agents dans les bureaux, 1 agent d'entretien, 3 mécaniciens et un magasinier) et des jardiniers (environ 30 personnes sur ce site).

Le site est toujours occupé, sauf les dimanches et les jours fériés. Il n'y a pas à proprement parler de période creuse : la période estivale est une période où plus de jardiniers permanents sont en congés, mais ils sont remplacés par des saisonniers (stagiaires et vacataires), tandis que durant la période hivernale, seuls les permanents restent.

Le bâtiment administratif est peu occupé par rapport à sa surface : seules 3 personnes sédentaires (1 par bureau) sont présentes en permanence. Le reste du bâtiment est consacré aux vestiaires, douches, sanitaires et au réfectoire. L'occupation est importante de manière ponctuelle : le matin avant le départ des jardiniers en extérieur (ils se changent dans les vestiaires), puis à leur retour (ils se lavent et se changent). Ceci provoque une forte augmentation de l'occupation et de l'humidité de manière très ponctuelle (sur 30 minutes à 1 heure, 2 fois par jour), notamment lors des douches du soir.

Durant 8 mois, les agents sont en journée continue, de 7h30 à 14h30, tandis qu'en hiver, durant 4 mois, ils ont les horaires suivants : 7h45 à 11h45 et 13h à 16h.

Le garage atelier est également peu occupé pour la surface qu'il représente (3 mécaniciens et un magasinier), mais le reste de l'espace est consacré au stockage du matériel et des produits d'entretien ou de réparation. Les agents sont mobiles dans ce bâtiment et à l'extérieur. Le bureau situé dans l'atelier reste peu de temps occupé par le responsable des mécaniciens, qui participe également à la réparation du matériel.

Ainsi, les modes d'occupation sont très différents entre le bâtiment administratif et le garage.

Sources potentielles de pollution

Sources de pollution externes :

Le site est situé en zone périurbaine, en pleine nature, mais à quelques kilomètres d'usines de métallurgies et à proximité de l'autoroute A25 et de la route E42, qui sont toutes les 2 à fort trafic (émissions de NOx, de benzène, etc.).

Des champs sont également situés à quelques centaines de mètres du site, ce qui peut engendrer une pollution par les produits phytosanitaires.

Une pompe à gazole et à essence est présente sur le site, à l'extérieur, à proximité de l'atelier, afin de réapprovisionner les véhicules en carburant.

Sources de pollution interne :

Dans le bâtiment administratif, la source principale de pollution est l'humidité des douches, qui peut être ponctuellement élevée au retour des jardiniers. De plus, la fumée de tabac à proximité de la porte d'entrée du bâtiment peut engendrer de la pollution intérieure, la fumée de tabac étant un cocktail de nombreux polluants considérés comme dangereux pour la santé.

Dans le bâtiment garage/atelier, le stockage de produits phytosanitaires et à base d'hydrocarbure est une source de pollution, l'autre source de pollution étant le travail d'atelier qui émet énormément de polluants dans l'air intérieur de ce bâtiment (soudure, utilisation de produits à pulvériser, d'essence, etc.).

Repérage sur plan

Voici le repérage des points noirs sur plan :



B-BATIMENT BUREAUX CADRE DE VIE RDC

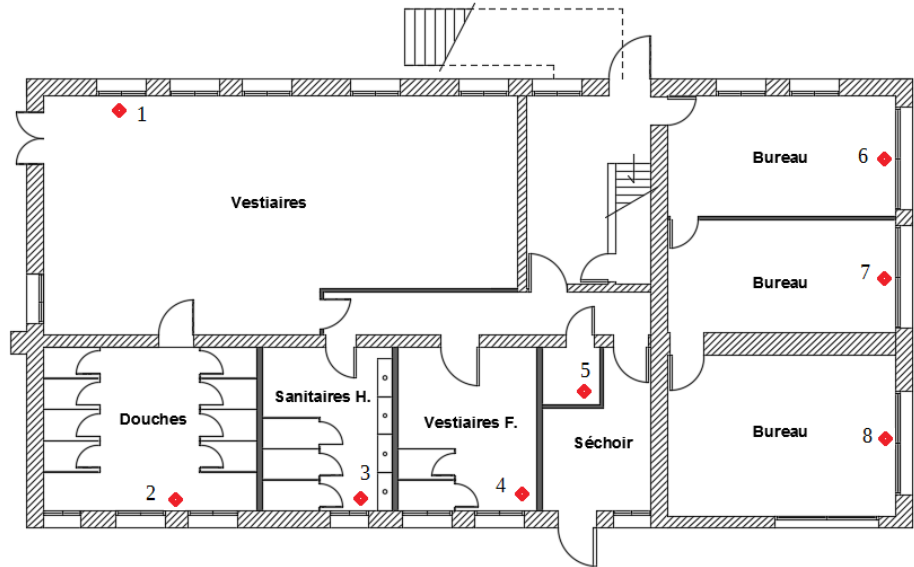


Illustration 14: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du lac, bâtiment administratif, rez-de-chaussée. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende :

1. Absence d'entrée d'air dans les vestiaires
2. Grilles d'entrée d'air à proximité de l'extracteur dans les douches et débit mécanique plus faible que celui attendu dans le Code du Travail (compensation possible par ouverture des fenêtres)
3. Absence d'extracteur dans les WC des hommes (mais présence de grilles d'entrée d'air en partie haute et partie basse)
4. Absence d'entrée d'air dans les vestiaires
5. Extracteur hors service le jour de la visite dans les WC femmes / handicapés (réparé depuis)
6. Absence d'entrée d'air dans les bureaux
7. Absence d'entrée d'air dans les bureaux
8. Absence d'entrée d'air dans les bureaux

B-BATIMENT BUREAUX CADRE DE VIE ETAGE

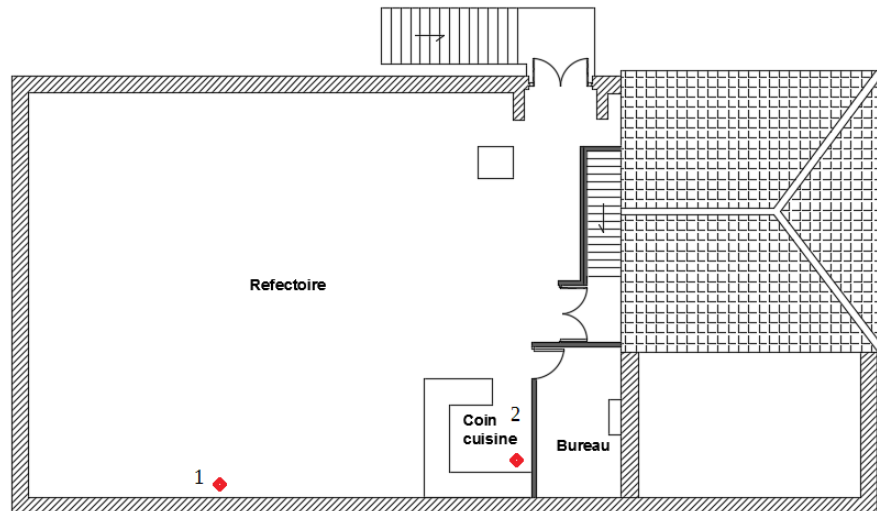


Illustration 15: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du lac, bâtiment administratif, 1^{er} étage. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende :

1. Pas d'entrée d'air dans le réfectoire (à positionner à l'opposé de l'extracteur afin de privilégier une bonne circulation de l'air)
2. Pas d'extracteur permanent

C-BATIMENT ATELIERS CADRE DE VIE RDC

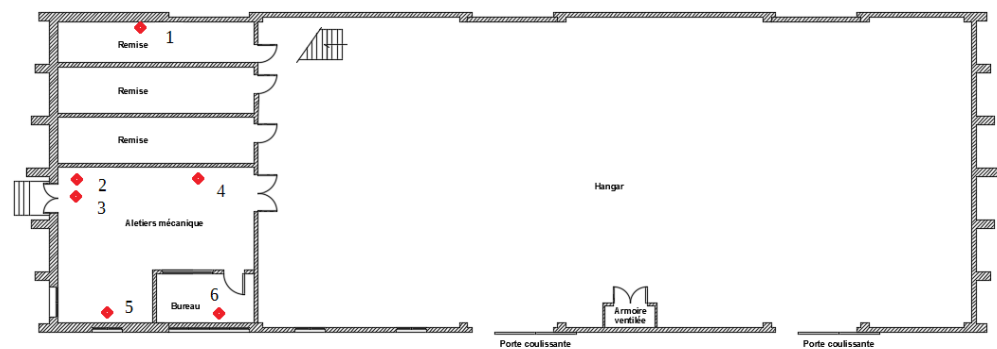


Illustration 16: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du lac, bâtiment ateliers, rez-de-chaussée. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende :

1. Extracteur au mur orienté à la verticale et jamais entretenu dans le petit atelier, sans fenêtre
2. Extracteur vieillissant jamais entretenu
3. Extracteur vieillissant jamais entretenu non relié à l'extérieur
4. Absence d'extraction sur cet établi servant également à utiliser des produits à pulvériser
5. Fenêtres condamnées
6. Absence de moyen d'aération dans ce bureau (fenêtre condamnée)

Résultats des mesures

La mesure de tous les paramètres dans ces bâtiments a été réalisée lors d'une campagne estivale, du lundi 13 juin au lundi 20 juin, et lors d'une campagne hivernale, du lundi 21 novembre au lundi 28 novembre. Cela représente 6 jours entiers de données exploitées par campagne.

Localisation des sites de mesures

Deux pièces ont été équipées d'un appareil Nemo.

Le premier site correspond au premier bureau à l'entrée du bâtiment cadre de vie (Illustration 17).

Le second site instrumenté est le bureau situé dans l'atelier mécanique du Hangar (Illustration 18 et Illustration 19).

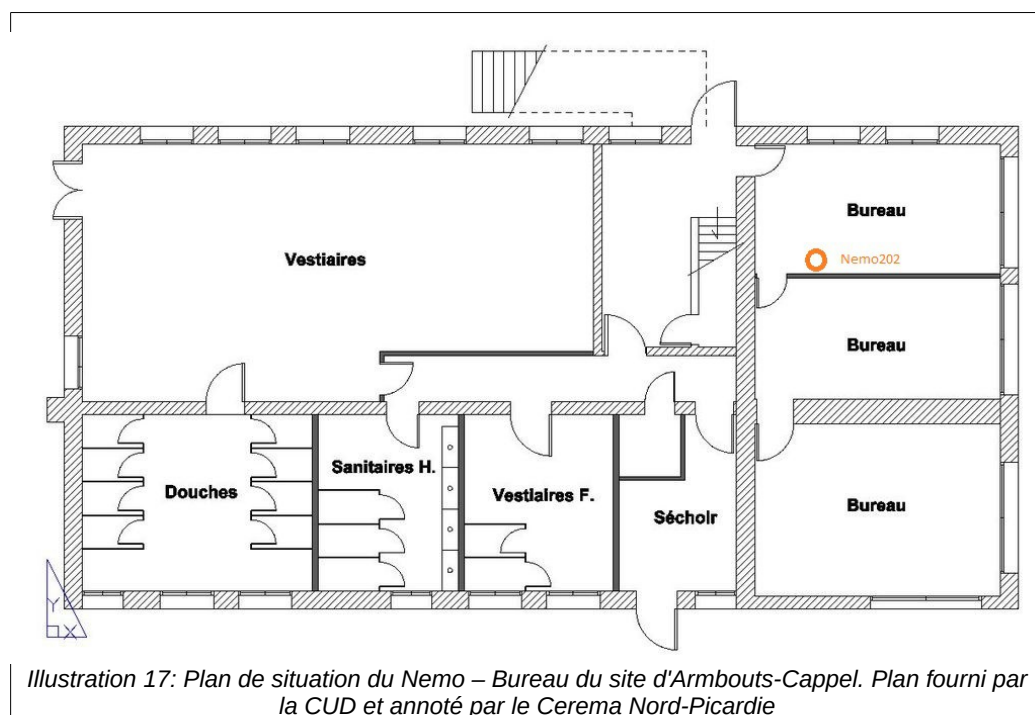


Illustration 17: Plan de situation du Nemo – Bureau du site d'Armbouts-Cappel. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

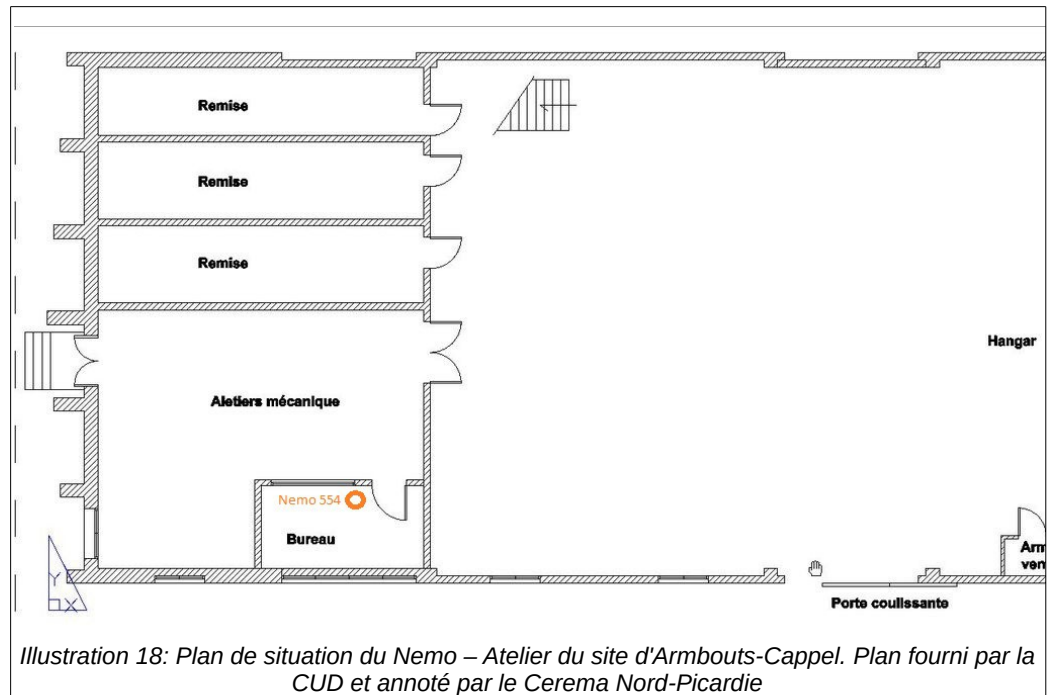


Illustration 19: Nemo 554 – Bureau de l'atelier – Armbouts-Cappel

Suivi des paramètres de confort

Les Tableau 2, Illustration 20, Illustration 21, et les Tableau 3, Illustration 22 et Illustration 23 présentent les résultats obtenus en température et en humidité relative dans le bureau du bâtiment cadre de vie et dans celui de l'atelier de mécanique.

Concernant le bureau, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 20,4 °C (minimum : 18,5 °C ; maximum : 24 °C) pour la température,
- 59,7 % (minimum : 46 % ; maximum : 66 %) pour l'humidité relative,

pour la période hivernale de :

- 21,7 °C (minimum : 20,5 °C ; maximum : 25 °C) pour la température,
- 39,2 % (minimum : 30 % ; maximum : 47 %) pour l'humidité relative.

Soit pour la période totale de 12 jours de :

- 21,1 °C pour la température,

- 49,5 % pour l'humidité relative.

Les mesures en température et en humidité relative sont **comprises, en moyenne, dans la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22 °C et une humidité relative comprise entre 40 et 70 %). La différence entre les périodes de mesure pour l'humidité relative est liée au chauffage qui assèche l'air en période hivernale.

Administration	HR en %			T en °C		
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
Campagne estivale						
14/06/16	58,0	66,0	62,0	20,0	22,0	20,5
15/06/16	49,0	62,0	56,9	19,5	23,0	20,6
16/06/16	46,0	60,0	55,3	19,5	24,0	21,0
17/06/16	59,0	66,0	62,3	20,0	22,0	20,6
18/06/16	58,0	66,0	63,1	19,0	21,0	19,8
19/06/16	56,0	62,0	58,9	18,5	21,0	19,7
Campagne hivernale						
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
22/11/16	41,0	47,0	43,9	21,0	23,0	21,9
23/11/16	42,0	46,0	44,2	21,0	23,5	22,1
24/11/16	38,0	47,0	42,5	21,0	23,5	21,7
25/11/16	30,0	40,0	35,0	20,5	25,0	22,2
26/11/16	33,0	35,0	34,0	21,0	21,5	21,0
27/11/16	35,0	37,0	35,8	21,0	21,5	21,2

Tableau 2 : Statistiques lors des campagnes de mesure en température (T°C) et en humidité relative (%HR) à Arbouts-Cappel dans le bureau (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution de la température - LAC - Administration

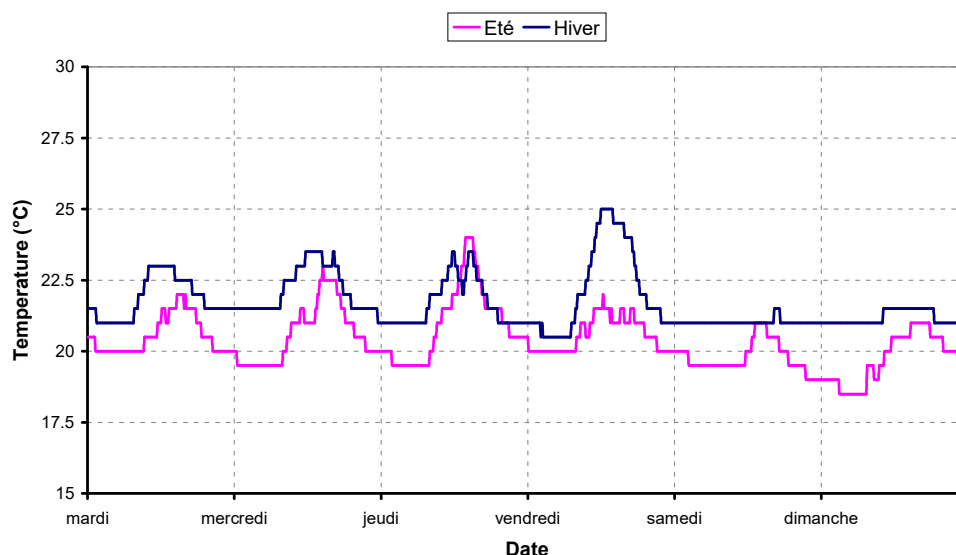


Illustration 20: Evolution de la température dans le bureau à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures

Evolution de l'humidité relative - LAC - Administration



Illustration 21: Evolution de l'humidité relative dans le bureau à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures

Concernant le bureau de l'atelier de mécanique, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 21,2 °C (minimum : 19,5 °C ; maximum : 24 °C) pour la température,
- 56 % pour l'humidité relative (minimum : 47 % ; maximum : 62 %),

pour la période hivernale de :

- 22,4 °C (minimum : 19,5 °C ; maximum : 27 °C) pour la température,
- 36,7 % (minimum : 28 % ; maximum : 50 %) pour l'humidité relative.

Soit pour la période totale de 12 jours de :

- 21,8 °C pour la température,



- 46,4 % pour l'humidité relative.

De même, les mesures en température et en humidité relative sont **comprises, en moyenne, dans la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22 °C et une humidité relative comprise entre 40 et 70 %). La différence entre les périodes de mesure pour l'humidité relative est liée au chauffage qui assèche l'air en période hivernale.

Atelier méca	HR en %			T en °C		
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
Campagne estivale						
14/06/16	56,0	62,0	58,1	20,5	22,5	21,3
15/06/16	50,0	60,0	54,5	19,5	23,5	21,4
16/06/16	47,0	57,0	52,1	20,0	24,0	21,9
17/06/16	53,0	61,0	57,6	21,0	22,5	21,6
18/06/16	57,0	59,0	58,5	20,0	21,0	20,4
19/06/16	54,0	58,0	55,5	19,5	21,0	20,3
Campagne hivernale						
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
22/11/16	34,0	42,0	38,1	22,0	25,5	23,2
23/11/16	36,0	50,0	41,4	19,5	24,0	22,3
24/11/16	36,0	45,0	39,4	21,0	24,5	22,9
25/11/16	28,0	43,0	34,1	19,5	27,0	22,7
26/11/16	30,0	34,0	32,4	21,5	22,5	22,0
27/11/16	33,0	36,0	34,8	21,0	22,0	21,5

Tableau 3 : Statistiques lors des campagnes de mesure en température (T°C) et en humidité relative (%HR) à Arbouts-Cappel dans l'atelier (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution de la température - LAC - Atelier méca

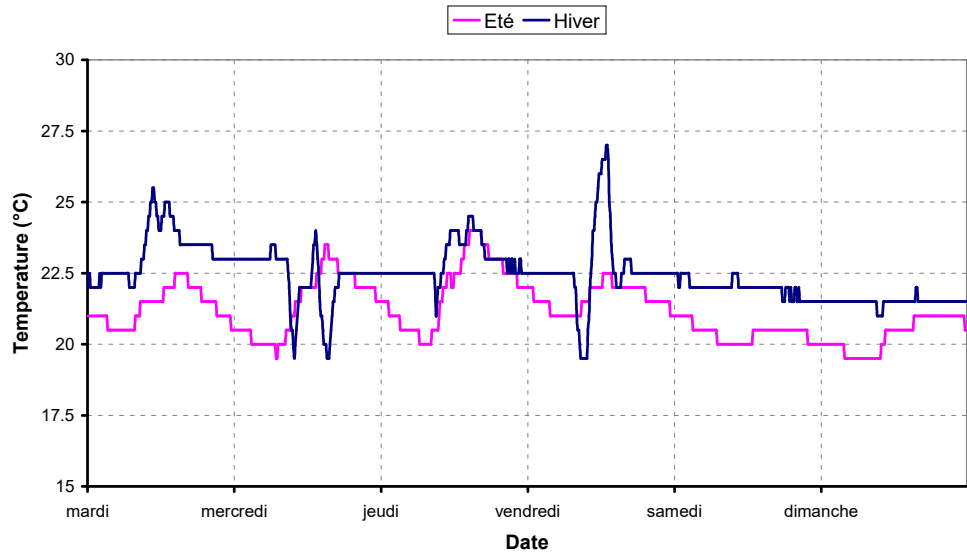


Illustration 22: Evolution de la température dans l'atelier à Armbouts-Cappel pendant la campagne de mesures

Evolution de l'humidité relative - LAC - Atelier méca

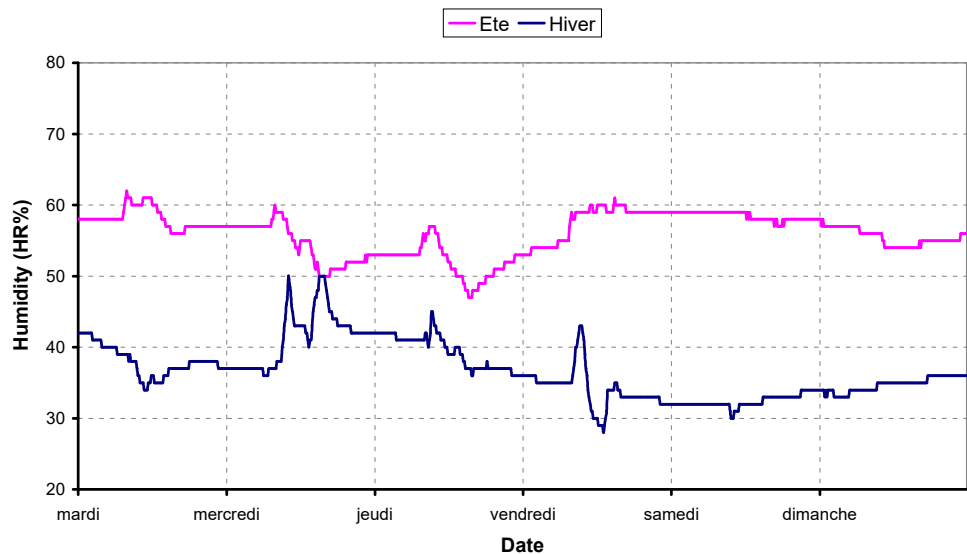


Illustration 23: Evolution de l'humidité relative dans l'atelier à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures

Suivi des paramètres de confinement

Les résultats des mesures de CO₂ dans les locaux à Armbouts-Cappel sont présentés dans les Tableau 4, Tableau 5, Illustration 24 et Illustration 25 en ppm (part per million), soit en nombre de molécules de CO₂ par million de molécules d'air. Ces résultats montrent qu'**aucune moyenne journalière** sur la période d'occupation des bureaux n'a de valeur supérieure à 1000 ppm (seuils 1000 et 1300 ppm).

Concernant le dioxyde de carbone dans le bureau, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 595,1 ppm (minimum : 488 ppm ; maximum : 949 ppm)

pour la période hivernale de :



- 571,8 ppm (minimum : 418 ppm ; maximum : 1042 ppm)
Soit sur la période totale de 12 jours de 583,5 ppm.

Sur les courbes de l'illustration 24, des valeurs ponctuelles supérieures à 1000 ppm sont observées dans le bureau. Elles traduisent une occupation particulière et momentanée du bureau, la présence d'une ou de plusieurs personnes pendant un court laps de temps donné (jusqu'à 7 personnes le matin à 7h et l'après-midi à 14h30 selon les relevés réalisés par les agents).

Dates	Administration		
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
14/06/16	510,0	918,0	592,2
15/06/16	496,0	920,0	578,7
16/06/16	488,0	892,0	579,0
17/06/16	540,0	949,0	639,6
18/06/16	524,0	666,0	599,5
19/06/16	505,0	684,0	581,6
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
22/11/16	430,0	1009,0	636,6
23/11/16	489,0	1042,0	642,3
24/11/16	447,0	1039,0	555,1
25/11/16	429,0	1029,0	648,2
26/11/16	427,0	531,0	476,2
27/11/16	418,0	547,0	472,2

Tableau 4 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Armbouts-Cappel en CO₂ en ppm, dans le bureau (en gras les valeurs des jours de la semaine)

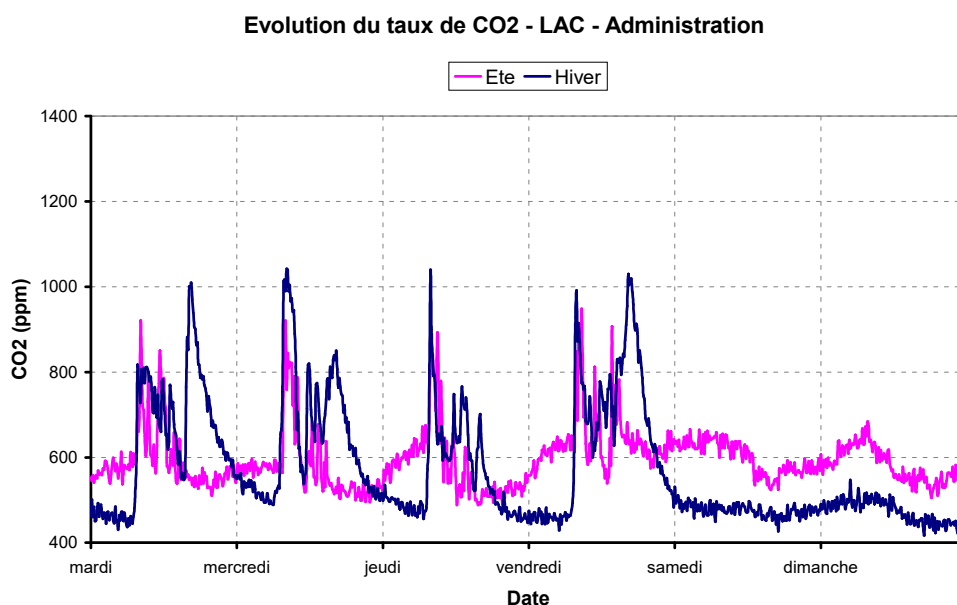


Illustration 24: Evolution de la concentration en CO₂ dans le bureau à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures



Concernant le dioxyde de carbone dans l'atelier, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 574,1 ppm (minimum : 480 ppm ; maximum : 869 ppm)

pour la période hivernale de :

- 564,6 ppm (minimum : 438 ppm ; maximum : 995 ppm)

Soit pour la période totale de 12 jours de 569,4 ppm.

Sur les courbes de l'illustration 25, il n'y a pas de valeurs ponctuelles supérieures à 1000 ppm qui peuvent être observées comme dans le bureau. Elles traduisent un bon renouvellement d'air.

Dates	Atelier méca		
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
14/06/16	496,0	778,0	571,5
15/06/16	494,0	840,0	594,5
16/06/16	519,0	869,0	615,4
17/06/16	507,0	804,0	607,3
18/06/16	483,0	572,0	529,0
19/06/16	480,0	580,0	526,4
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
22/11/16	452,0	711,0	552,0
23/11/16	476,0	865,0	581,9
24/11/16	470,0	959,0	610,7
25/11/16	468,0	995,0	614,4
26/11/16	472,0	578,0	524,5
27/11/16	438,0	577,0	504,0

Tableau 5 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Arbouts-Cappel en CO₂ en ppm, dans l'atelier (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution du taux de CO₂ - LAC - Atelier méca

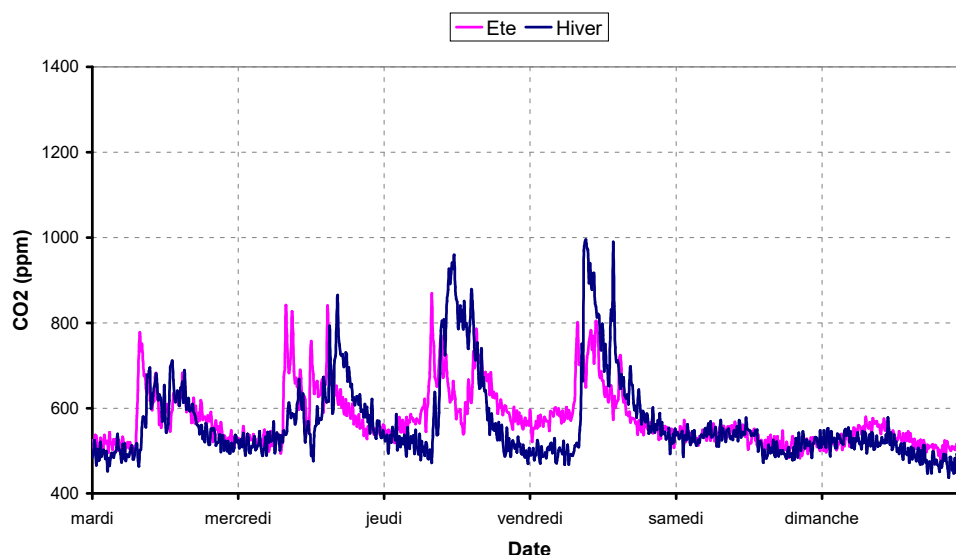


Illustration 25: Evolution de la concentration en CO₂ dans l'atelier à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures

Suivi des concentrations en formaldéhyde

Les résultats en formaldéhyde (Illustration 26 et Illustration 27) montrent des résultats qui augmentent après la fin des journées de travail (à partir de 16h) jusqu'au lendemain (6h). Les pratiques d'aération du personnel par ouverture des portes intérieures et/ou des fenêtres permettent de diminuer les taux de formaldéhyde dans la pièce pendant la journée. Pendant le week-end, les résultats augmentent alors que les agents ne sont pas présents.

Les valeurs un peu plus élevées dans l'atelier pourraient être liées aux différentes activités et aux produits utilisés/stockés dans le local. Les concentrations augmentent pendant les périodes d'absence des agents.

Concernant le formaldéhyde dans le bureau, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 11,2 µg/m³ (minimum : 2,8 µg/m³ ; maximum : 18,5 µg/m³),

pour la période hivernale de :

- 21,1 µg/m³ (minimum : 7,1 µg/m³ ; maximum : 44,4 µg/m³).

Soit pour la période totale de 12 jours de 16,2 µg/m³.



Dates	Administration		
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
14/06/16	6,0	12,2	9,5
15/06/16	2,8	13,2	8,6
16/06/16	3,9	15,4	10,8
17/06/16	6,3	15,4	12,1
18/06/16	6,3	14,7	11,4
19/06/16	12,4	18,5	14,9
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
22/11/16	9,3	19,0	14,3
23/11/16	7,1	21,4	15,9
24/11/16	8,1	18,3	10,7
25/11/16	11,3	27,5	20,2
26/11/16	14,6	40,3	26,4
27/11/16	11,9	44,4	30,1

Tableau 6 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Armbouts-Cappel en formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), dans le bureau (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - LAC - Administration

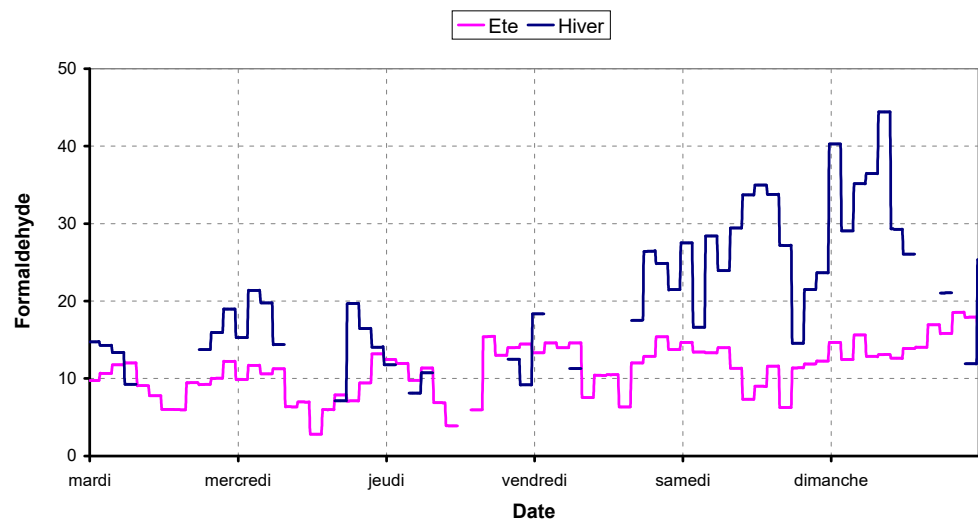


Illustration 26: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le bureau à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures (pas de temps de mesure de 2h)

Concernant le formaldéhyde dans l'atelier, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- $18,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum : $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum : $30,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$),

pour la période hivernale de :

- $18,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum : $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum : $38,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Soit pour la période totale de 12 jours de $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dates	Atelier méca		
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
14/06/16	7,2	16,6	13,0
15/06/16	4,5	22,2	14,8
16/06/16	3,8	25,0	18,7
17/06/16	7,4	29,0	18,1
18/06/16	15,1	24,6	20,9
19/06/16	14,0	30,2	22,9
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
22/11/16	6,4	16,1	10,7
23/11/16	8,1	19,9	15,2
24/11/16	9,5	20,0	13,1
25/11/16	12,1	38,0	21,4
26/11/16	15,0	30,7	23,4
27/11/16	12,8	37,3	24,6

Tableau 7 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Armbouts-Cappel en formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), dans l'atelier (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - LAC - Atelier méca

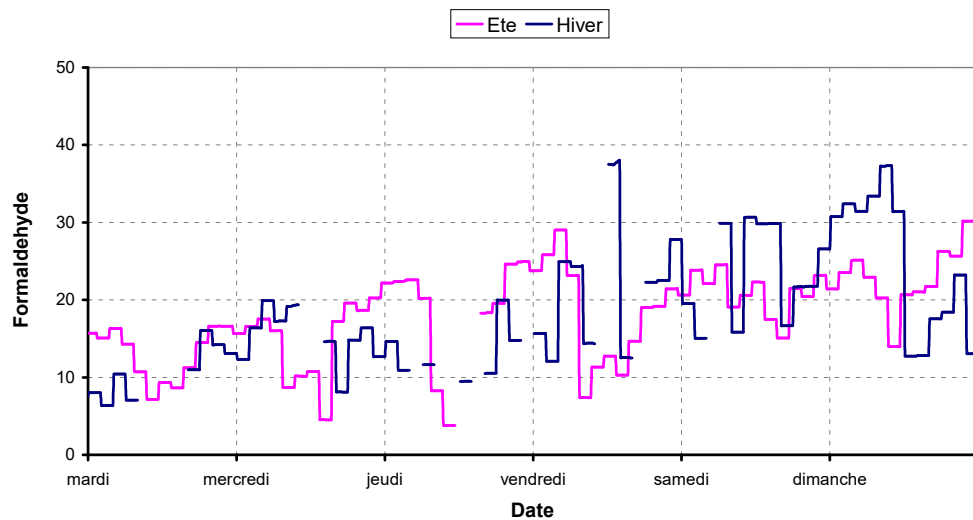


Illustration 27: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans l'atelier à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures (pas de temps de mesure de 2h)

Les niveaux moyens obtenus en formaldéhyde sont **supérieurs** à la valeur guide fixée par le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 (Tableau 8). En effet, la valeur pour les ERP sera de **10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2023 (actuellement de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces valeurs guides sont un exemple et sont données à titre de comparaison, les ateliers n'étant pas des ERP.

Les niveaux moyens de formaldéhyde sur la période totale de 12 jours sont :

- supérieurs à la valeur guide long terme de l'air intérieur de l'ANSES (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- Légèrement inférieurs à la valeur repère de qualité de l'air de l'HCSP (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, comme valeur repère en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée).
- Très largement inférieurs à la valeur guide court terme de l'air intérieur de l'ANSES (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

VG (OMS)		VGAI (ANSES)		Valeurs de gestion (HCSP)				Résultats à Armabouts-Cappel			
Valeur	Durée	Long terme ¹	Court terme ²	Valeur cible	Valeur repère	Valeur d'information et recommandation	Valeur action rapide	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)	
100	30 min	10	50	10	30	50	100	2,8	18,5	11,2	Bureau été
								7,1	44,4	19,6	Bureau hiver
								Moyenne annuelle Bureau			16,2
								3,8	30,2	18,1	Atelier été
								6,4	38,0	18,1	Atelier hiver
								Moyenne annuelle Atelier			18,5

Tableau 8 : Comparaison des résultats (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en formaldéhyde dans les locaux d'Armabouts-Cappel avec des valeurs guides

Toutefois, les concentrations en formaldéhyde mesurées dans les locaux d'Armabouts-Cappel se révèlent légèrement inférieures ou équivalentes à la valeur médiane obtenue en air intérieur lors de la campagne OQAI Logement (Tableau 9).

Polluants	Campagne OQAI Logement Intérieur		Résultats à Armabouts-Cappel			
	Médiane ³	95e percentile ⁴	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)	
Formaldéhyde	19,6	46,6	2,8	18,5	11,2	Bureau été
			7,1	44,4	19,6	Bureau hiver
			Moyenne Bureau (12 jours)			16,2
			3,8	30,2	18	Atelier été
			6,4	38,0	18,1	Atelier hiver
			Moyenne Atelier (12 jours)			18,5

Tableau 9 : Comparaison des résultats (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en formaldéhyde dans les locaux d'Armabouts-Cappel avec des valeurs de la campagne logement de l'OQAI

¹Pour une exposition supérieure à 1 an

²Pour une exposition de 2 heures

³Médiane : 50 % des logements ont des teneurs inférieures ou supérieures à cette valeur

⁴95e percentile : 95 % des logements ont des teneurs inférieures à cette valeur



Suivi des concentrations en Composés Organiques Totaux Légers

Les résultats (Tableau 10, Tableau 11, Illustration 28 et Illustration 29) montrent des teneurs moyennes en ppb (part per billion), soit en nombre de molécules de COVTL par milliard de molécules d'air.

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants. Les pics observés dans le bureau semblent être liés aux activités de ménage.

Concernant les COVTL dans le bureau, les teneurs moyennes sont :
pour la période estivale de :

- 29,5 ppb (minimum :10,5 ppb ; maximum : 159,5 ppb),

pour la période hivernale de :

- 14,6 ppb (minimum : 9,3 ppb ; maximum : 25,8 ppb).

Soit pour la période totale de 12 jours de 22,1 ppb.

Dates	Administration		
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
14/06/16	14,5	149,5	36,3
15/06/16	10,5	114,3	34,7
16/06/16	12,5	159,5	32,3
17/06/16	12,3	124,0	28,6
18/06/16	12,8	31,0	21,9
19/06/16	15,5	30,3	22,9
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
22/11/16	12,0	22,5	17,0
23/11/16	10,5	23,8	16,9
24/11/16	9,3	16,8	13,2
25/11/16	9,5	25,8	14,6
26/11/16	10,3	16,3	13,1
27/11/16	10,5	16,5	13,0

Tableau 10 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Armbouts-Cappel de COVTL en ppb, dans le bureau (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution du taux de COV Totaux Légers - LAC - Administration

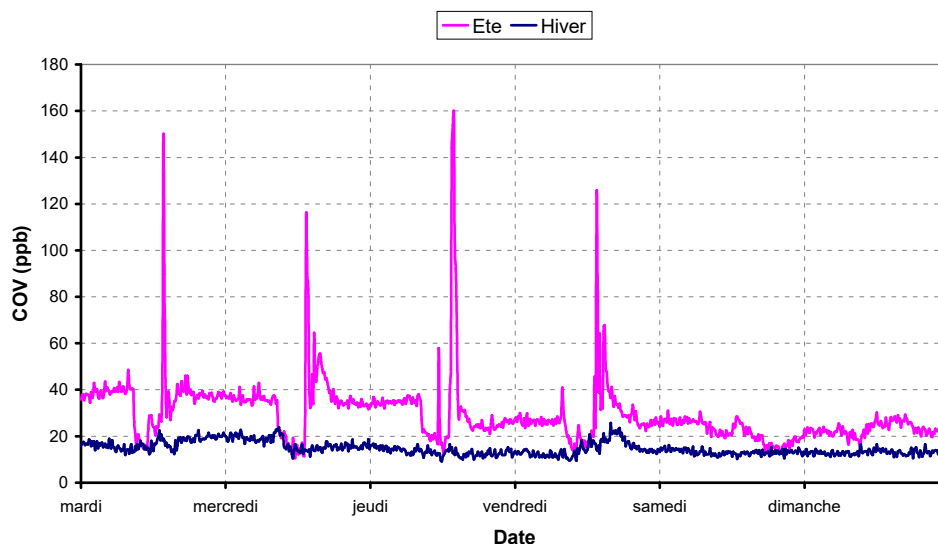


Illustration 28: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau pendant les campagnes de mesures

Les résultats (Tableau 11 et Illustration 29) montrent des teneurs moyennes en COVTL sur la période de mesure.

Concernant les COVTL dans l'atelier, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 31,9 ppb (minimum : 5,0 ppb ; maximum : 52 ppb),

pour la période hivernale de :

- 27,5 ppb (minimum : 2,3 ppb ; maximum : 58,3 ppb).

Soit pour la période totale de 12 jours de 29,7 ppb.

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.

Dates	Atelier méca		
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
14/06/16	12,0	47,0	30,8
15/06/16	11,0	49,8	29,7
16/06/16	11,0	46,3	28,6
17/06/16	5,0	48,3	29,3
18/06/16	23,8	52,0	36,7
19/06/16	18,5	50,0	36,2
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
22/11/16	16,8	58,3	39,4
23/11/16	2,3	50,8	30,1
24/11/16	3,0	32,8	22,0
25/11/16	18,0	55,0	26,0
26/11/16	21,5	32,5	25,1
27/11/16	19,0	25,5	22,6

Tableau 11 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Armbouts-Cappel de COVTL en ppb, dans l'atelier (en gras les valeurs des jours de la semaine)

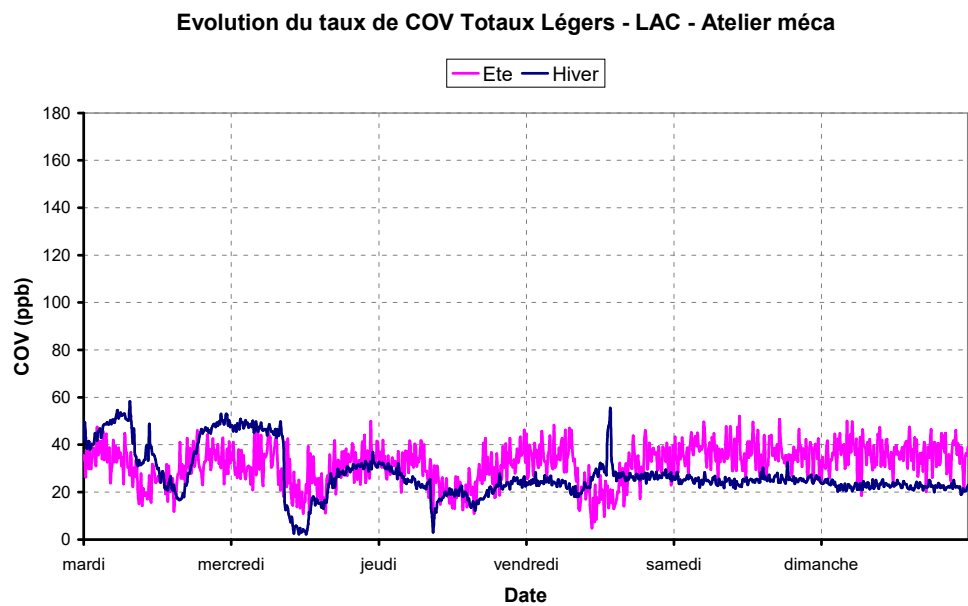


Illustration 29: Evolution de la concentration en COVTL dans l'atelier pendant les campagnes de mesures



Le parc zoologique, à Fort-Mardyck

Diagnostic bâtiment

Le diagnostic bâtiment est détaillé ci-dessous.

Documents collectés

Les documents collectés sont les suivants :

- les plans :

* plan masse de l'ensemble du site. Seuls les bâtiments B5 (bâtiment portuaire) et B6 (bâtiment pédagogique – cafétéria, appelé projet sur le plan) sont détaillés local par local sur le plan. Les autres bâtiments sont uniquement distingués par leurs contours.

* divers plans techniques sur la structure des bâtiments ;

* plans des enclos et des bassins ;

- le CCTP (version n°2) concernant l'acquisition de produits et d'articles de nettoyage professionnels de gamme écologique pour la Communauté Urbaine de Dunkerque (3 lots) ;

- le CCTP concernant la fourniture de mobilier de bureau pour les services communautaires ;

- séries chronologiques et carte des polluants extérieurs fournis par Atmo Nord-Pas-de-Calais.



**Informations collectées
en amont de la visite**

Des informations ont également été collectées en amont de la visite estivale par entretien téléphonique avec Philippe LAPLACE le 05/04/16 puis par échanges mails, afin de préparer la première visite :

- le bâtiment B7 (bâtiment administratif) est une ancienne maison. Les autres bâtiments sont plus récents. Le bâtiment B6 a même été construit il y a quelques années (6 ou 7 ans) ;

- les activités du bâtiment, rappelées ici :

- zone d'accueil ;
- bureaux ;
- bâtiment pédagogique (salles d'exposition ou d'animation pour les enfants) ;
- salle de vision sous-marine et d'exposition ;
- enclos des animaux ;
- salle de soins des animaux ;
- réfectoire (personnel) ;
- douches (personnel) ;
- WC (personnel, public) ;
- stockage de produits (vétérinaires, d'entretien des bassins ou des enclos, de ménage).

- chauffage électrique ;

- ECS par ballons électriques ;

- ventilation simple flux dans certains bâtiments avec extracteurs dans les WC, les douches et l'espace cuisine (selon les bâtiments).

Ces informations ont été complétées et approfondies le jour de la visite avec Arnaud BOMMEL.

Les bâtiments du site sont les suivants (cf plan masse) :

- B1 : bâtiment technique animalier ;

- B2 : bâtiment technique personnel ;

- B3 : bâtiment hangar ;

- B4 : accueil ;

- B5 : bâtiment portuaire (1 étage et 2 locaux en sous-sol pour la vision sous-marine et son local technique/ de rangement du matériel de ménage)

- B6 : bâtiment pédagogique – cafétéria ;

- B7 : bâtiment administratif



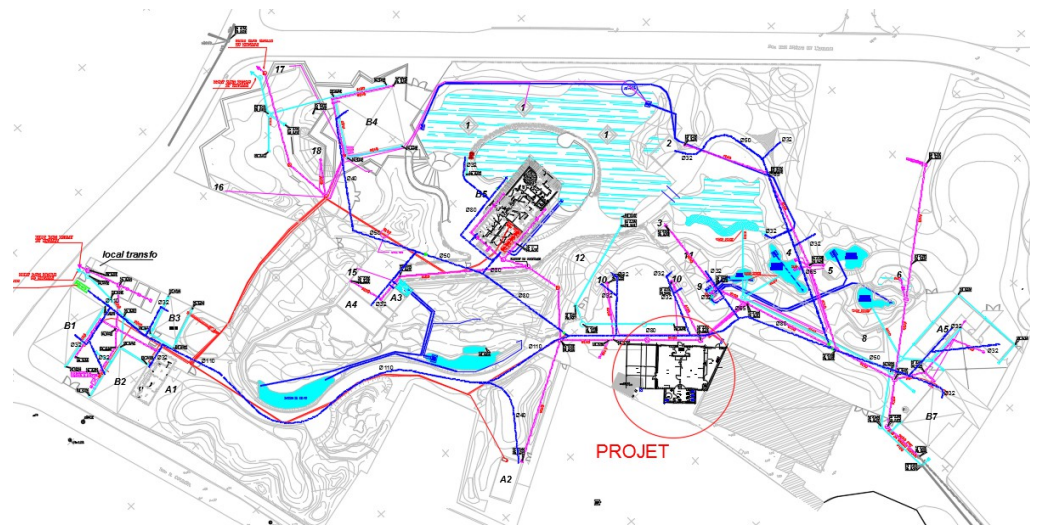


Illustration 30: Plan masse du site du parc zoologique. Plan fourni par la CUD

Les bâtiments qui ont été visités et approfondis en termes de la qualité de l'air intérieur sont les suivants :

- B2 : bâtiment technique personnel (RdC – repas et vestiaire des soigneurs) ;
- B4 : accueil (RdC – accueil du public et présence en permanence de personnel) ;
- B5 : bâtiment portuaire (1 étage – salle d'activités pour les groupes d'enfants / RdC – salle d'exposition / sous-sol : 2 locaux pour la vision sous-marine et son local technique/ de rangement du matériel de ménage) ;
- B6 : bâtiment pédagogique – cafétéria (RdC – 2 salles d'accueil des groupes d'enfants et un espace couveuse) ;
- B7 : bâtiment administratif (RdC et 1^{er} étage : open space avec des bureaux + 1 bureau individuel fermé au 1^{er} étage).

Il s'agit des bâtiments susceptibles de recevoir des visiteurs ou des travailleurs sur une longue durée. Les autres bâtiments (qui sont des bâtiments techniques) n'ont pas été étudiés dans le cadre de cette étude.

Déroulé du diagnostic La première visite sur site (20/06/16) a débuté par une présentation de l'étude aux différents interlocuteurs présents et par l'enquête auprès de différents agents.

Les informations précédentes ont été complétées et approfondies le jour de la visite estivale avec l'une des deux personnes en charge de l'entretien, puis avec Arnaud BOMMEL, responsable technique pour le parc zoologique.

Le diagnostic a d'abord consisté en un entretien technique avec Arnaud BOMMEL puis en une série de mesures des débits sur les systèmes de ventilation présents dans les bâtiments B2, B4, B5, B6 et B7 (lorsque cela était possible).

Le diagnostic a pu être réalisé intégralement lors de la première visite, en période estivale (à une exception près : mesure de débits dans les sanitaires du bâtiment accueil B4). Il a été complété lors de la visite hivernale du 07/11/16.



Description des locaux Voici une rapide description des bâtiments étudiés.

Le site a une surface (SHOB) de 2084m². Hormis le bâtiment administratif B7 qui est plus ancien et le bâtiment pédagogique B6 qui date de 2010, les autres bâtiments datent de 2004 et n'ont jamais été rénovés. Le site est chauffé par un chauffage électrique à émission et à contrôle directs dans les locaux et l'eau chaude sanitaire est produite par des ballons électriques, sauf le bâtiment B6 (chauffe-eau thermodynamique avec appoint électrique). Ce site ne comporte pas de système de refroidissement (sauf une petite pompe à chaleur utilisée ponctuellement au sous-sol du bâtiment B5). De manière générale, les revêtements intérieurs sont en fibre de verre peinte et en faïence dans les locaux techniques ou les sanitaires. Les faux-plafonds sont en dalles de polystyrène, tandis que les planchers-bas sur vide-sanitaire (sauf le bâtiment B7 qui est sur terre-plain). Le revêtement de sol est en linoléum synthétique, sauf dans les locaux techniques et les sanitaires où il est en carrelage.

Bâtiment B2 – bâtiment technique du personnel

Ce bâtiment est réalisé sur une structure légère en bois avec bardage bois extérieur. *A priori*, l'isolation est réalisée par l'intérieur avec de la laine de verre. Les fenêtres et baies vitrées sont en bois, sans protection solaire mais avec barreaudage anti-intrusion. Il est chauffé par 3 radiateurs. Il contient des réglettes d'entrée d'air aux fenêtres de la pièce principale et 5 extractions : 2 dans chacun des 2 vestiaires et 1 dans le coin cuisine.

De la buée apparaît régulièrement sur les vitrages de ce bâtiment lors des journées pluvieuses, au moment où les soigneurs se douchent et se changent. De plus, une fuite a abîmé le plafond dans le vestiaire des hommes.



Illustration 31: Bâtiment technique du personnel B2





Illustration 32: Plafond du bâtiment B2 détérioré suite à une fuite d'eau

Bâtiment B4 – accueil

Ce bâtiment est réalisé avec une structure légère en bois et un bardage bois extérieur. *A priori*, l'isolation est réalisée par l'intérieur avec de la laine de verre. Les fenêtres et baies vitrées sont en métal, sans protection solaire.

Ce bâtiment est chauffé par 2 radiateurs électriques et n'a pas d'entrée d'air. En revanche, les portes sont souvent ouvertes pour accueillir le public et 2 bouches d'extraction sont présentes dans chacun des deux espaces sanitaires.

De la buée apparaît régulièrement sur les vitrages de ce bâtiment lors des journées pluvieuses et lorsqu'il y a beaucoup de visiteurs dans cet espace.

Ce bâtiment d'accueil a différentes fuites au niveau des poteaux et dans les WC (travaux d'étanchéité prévus en fin d'année 2016).





Illustration 33: Entrée du bâtiment B4 d'accueil





Illustration 34: Bâtiment B4, banque d'accueil / boutique



Illustration 35: Bâtiment B4, zone d'accueil, fuites au niveau des 4 poteaux intérieurs

Bâtiment B5 – bâtiment portuaire

Ce bâtiment est réalisé sur une structure légère en bois avec bardage bois extérieur. *A priori*, l'isolation est réalisée par l'intérieur avec de la laine de verre. Les fenêtres et baies vitrées sont en métal, sans protection solaire. Il semble être chauffé par le plafond. Le bâtiment contient un ascenseur pour l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite, d'une capacité d'environ 10 personnes. Des réglottes d'entrée d'air sont présentes dans la salle d'exposition ainsi que 2 grilles d'extraction en hauteur, qui n'ont pas pu être atteintes. L'étage a des réglottes d'entrée d'air aux fenêtres.

Les cloisons intérieures sont réalisées en placostil (plaques de BA13 sur rails métalliques).

Lors de la visite (journée pluvieuse), ce bâtiment était fortement embué (vision sous-marine au sous-sol et rez-de-chaussée), notamment lors du passage d'un groupe scolaire. Durant la période estivale, cet espace peut accueillir 50 personnes en permanence qui se reposent ou observent les animaux marins.



Illustration 36: Bâtiment portuaire B5



Bâtiment B6 – espace pédagogique et cafétéria

Ce bâtiment est réalisé sur une structure légère en bois avec bardage bois extérieur. *A priori*, l'isolation est réalisée par l'intérieur avec de la laine de verre. Les fenêtres et baies vitrées sont en bois, sans protection solaire. Il est récent (date de 2010 environ) contient 2 radiateurs électriques dans chacun des 2 espaces permettant d'accueillir les enfants, mais aucune entrée d'air. 2 extractions sont présentes dans les sanitaires.

Les cloisons intérieures sont réalisées en placostil. Il y a également des parois amovibles afin de créer 2 espaces ou au contraire 1 grande pièce pour accueillir des groupes d'enfants. Ce bâtiment contient également une zone servant de couveuse (conditions de température et d'humidité spécifiques).

Une fuite au niveau d'une dalle de plafond est apparue mais a été résolue. Le bâtiment ne montre pas de signe de développement de moisissure.



Illustration 37: Bâtiment pédagogique B6



Illustration 38: Traces au plafond du bâtiment B6 issues d'une ancienne fuite d'eau



Bâtiment B7 – bâtiment administratif

Cette ancienne maison protégée a été totalement rénovée en 2012. C'est devenu un espace de bureaux. Le bâtiment a été isolé par l'intérieur avec de la laine de verre. La structure est en brique et en béton banché. Les fenêtres et baies vitrées sont en PVC au rez-de-chaussée et en bois à l'étage, avec des protections solaires horizontales intérieures. Il est chauffé par 3 radiateurs électriques au rez-de-chaussée et 3 radiateurs à l'étage et ne contient pas d'entrée d'air. En revanche, il y a 2 extractions d'air au rez-de-chaussée : une dans les sanitaires et une autre dans le local technique (ménage et équipements). Les cloisons intérieures sont réalisées en placostil. Des panneaux OSB recouvrent les murs intérieurs, notamment au rez-de-chaussée. Une majorité de ces panneaux a été recouverte de toile de verre peinte, mais ces panneaux OSB peuvent émettre des COV des années après leur pose, malgré l'application de la toile de verre.

Ce bâtiment administratif B7 contient encore une fuite au niveau du sas menant à l'étage.



Illustration 39: Bâtiment administratif B7



Illustration 40: Open space du 1^{er} étage du bâtiment B7

Ce site accueille à la fois du public mais également des salariés. C'est donc le Code du Travail qui s'applique aux salariés et le Règlement Sanitaire Départemental qui s'applique aux visiteurs. L'aération exclusive par les fenêtres est autorisée si le volume par occupant est supérieur à 15 m³ (24 m³ si travail physique) pour les salariés, et à 6 m³/h pour les visiteurs.

Dans ce site, nous trouvons :

- **1 bureau individuel (débit à atteindre de 25 m³/h par personne) ;**
- **2 open space de 4 et 5 personnes respectivement (débit à atteindre de 100 m³/h pour l'open space de 4 personnes, et de 125 m³/h pour l'open space de 5 personnes) ;**
- **des cabinets d'aisance individuel (débit à atteindre de 30 m³/h) ;**
- **des cabinets d'aisance groupés ;**
- **des salles de 2 douches (débit à atteindre de 60 m³/h) ;**
- **un local cuisine dans le bâtiment B2, prévu pour 6 personnes maximum à la fois (débit à atteindre de 30 m³/h par personne, soit 180 m³/h) ;**
- **un accueil servant également de boutique avec 2 personnes à l'accueil et 10 à 20 visiteurs (débit à atteindre de 60 m³/h selon le Code du Travail + 220 m³/h d'après le RSDT) ;**
- **des salles pour accueillir une vingtaine d'enfants chacune et 2 encadrants (débit total à atteindre de 50 m³/h d'après le Code du Travail + 360 m³/h d'après le RSDT).**

Bâtiment B2 – bâtiment technique du personnel

Le système de ventilation est un système simple flux. Il semble que ce soit un système à débit constant (auto-réglable). La ventilation se fait par ce système mécanique, mais également par ouverture des portes et des fenêtres. Les soigneurs sont souvent de passage dans ce bâtiment : ainsi, la porte d'entrée est très souvent ouverte.

Dans ce bâtiment, il y a des réglettes d'entrée d'air dans la pièce principale ainsi que 5 petites bouches de ventilation :

- 2 dans les vestiaires des hommes ;
- 2 dans les vestiaires des femmes ;
- 1 dans le coin cuisine.

Ainsi, une partie des réglettes d'entrée d'air est proche de l'extraction dans le coin cuisine, ce qui peut créer un court-circuit d'une partie de l'air entrant vers la bouche de ventilation de la cuisine. Ceci est compensé par les autres réglettes d'entrée d'air plus éloignées.

Les 5 bouches de ventilation sont très encrassées et n'ont probablement jamais été nettoyées. Cela atténue probablement leur efficacité d'extraction. Il est également très probable que les grilles d'entrée d'air n'aient jamais été nettoyées non plus, ce qui peut diminuer la qualité de l'air entrant.





Illustration 41: Bouche de ventilation encrassée des vestiaires du bâtiment B2

De plus, les bottes des soigneurs sont stockées à proximité de la cuisine, ce qui peut entraîner des problèmes d'odeurs lors des repas.

Les locaux sont petits, le système de ventilation sous-dimensionné par rapport au nombre de soigneurs qui viennent se changer, se doucher et stocker leurs affaires humides. Il n'y a pas de local de séchage (par exemple, comme dans les régies des espaces verts) permettant aux soigneurs de laisser sécher leur linge et leurs bottes à l'écart de leur vestiaire et de leur zone de repas.





Illustration 42: Stockage des bottes et autres affaires à proximité de la zone de repas dans le bâtiment B2

Voici un résumé des mesures ou constatations réalisées dans les pièces humides :

Vestiaire hommes (avec 2 douches) :

Débits mesurés : environ 21m³/h (WC) / 22m³/h (coin), soit un débit total de 43m³/h < 60m³/h demandés par le Code du Travail

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : dégradé (très sale)

Nature : extraction permanente

Vestiaire femmes (avec 2 douches) :

Débits mesurés : environ 18m³/h (WC) / 24m³/h (coin), soit un débit total de 42m³/h < 60m³/h demandés par le Code du Travail

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : dégradé (très sale)

Nature : extraction permanente



Coin cuisine :

Débit mesuré : environ 29m³/h < 180m³/h attendus par le Code du Travail pour 6 personnes attablées en même temps

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : dégradé (sale)

Nature : extraction permanente

Réglettes d'entrée d'air dans la pièce principale

En résumé, les points noirs de ce bâtiment sont les suivants :

- extractions très encrassées et débits mécaniques insuffisants ;
- réglette d'entrée d'air à proximité immédiate de la bouche de ventilation de la cuisine ;
- locaux exigus pour le nombre de soigneurs avec un stockage important d'affaires ;
- pas de local spécifique de séchage des vêtements et chaussures.

Aucune trace de moisissure n'a été constatée dans ce bâtiment mais des dégradations au plafond du vestiaire des hommes.

Bâtiment B4 – accueil

Le système de ventilation est un système simple flux. Il semble que ce soit un système à débit constant (auto-réglable). La ventilation se fait par ce système mécanique, mais également par ouverture des portes et des fenêtres. Les visiteurs sont souvent de passage dans ce bâtiment : ainsi, les deux portes d'entrée sont très souvent ouvertes.

Dans ce bâtiment, il n'y a pas de réglette d'entrée d'air dans la pièce principale, mais il y a 4 bouches d'extraction (2 dans les sanitaires des hommes et 2 autres dans les sanitaires des femmes).

Des entrées d'air dans la pièce principale auraient permis de privilégier un renouvellement de l'air permanent. L'ouverture fréquente des portes permet de compenser ce manque mais ne semble pas suffisant (notamment en hiver, les portes restent plus souvent fermées).

Les 4 bouches de ventilation sont un peu encrassées, deux d'entre elles sont un peu décollées du plafond et elles n'ont probablement jamais été nettoyées. Cela atténue probablement leur efficacité d'extraction lorsqu'elles fonctionnent. Néanmoins, lors de la première visite (estivale), en raison de la fréquentation très régulière des toilettes par les visiteurs, il n'a été possible de réaliser des mesures que dans les sanitaires des hommes. Les mesures ont été faites en hiver. Ces mesures ont indiqué un débit de 0m³/h pour les deux bouches de ventilation, **ce qui laisse à penser que le moteur d'extraction ne fonctionnait pas**. Il est nécessaire de remédier à cette situation.

Voici un résumé des mesures ou constatations réalisées dans les pièces humides :

Sanitaires hommes :

Débits mesurés : 0 m³/h / 0 m³/h (première visite ET seconde visite de novembre)

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : hors service et sale

Nature : extraction permanente





Illustration 43: Bouche d'extraction décollée dans un des sanitaires hommes du bâtiment B4

Sanitaires femmes :

Débits mesurés (lors de la seconde visite en novembre) : 4 m³/h (entrée à gauche) / 0 m³/h (WC) => VMC ne fonctionne pas, débit probablement dû à un appel d'air.

Fréquence de nettoyage : jamais

État : hors service ? Sale, 2 bouches se décollent

Nature : extraction permanente

En résumé, les points noirs de ce bâtiment sont les suivants :

- extractions sales, hors service et certaines bouches décollées au plafond ;
- pas de réglette d'entrée d'air ;
- fuites au niveau des poteaux et des dalles dans les sanitaires à réparer.

Aucune trace de moisissure n'a été constatée dans ce bâtiment mais des dégradations importantes du plafond de la pièce d'accueil ont pu être constatées.



Bâtiment B5 – bâtiment portuaire

Le système de ventilation est un système simple flux. Le type de système n'a pu être identifié par manque d'accès aux bouches. La ventilation semble se faire par ce système mécanique (mais aucune hélice ne tournait le jour de la visite), mais également par ouverture des portes et des fenêtres. Les visiteurs sont souvent de passage dans ce bâtiment : ainsi, la porte d'entrée est très souvent ouverte.

Dans ce bâtiment, il y a des réglettes d'entrée d'air dans la pièce principale au rez-de-chaussée, mais également à l'étage. Il y a aussi 2 bouches d'extraction (encrassées) mais celles-ci ne semblaient pas extraire le jour de la visite. Enfin, le sous-sol n'a aucun système de renouvellement de l'air (seulement une petite climatisation ponctuelle par pompe à chaleur).

Voici un résumé des mesures ou constatations réalisées :

Pièce principale :

Débits mesurés : /

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : hors service ? et sale

Nature : extraction continue ? A priori, extraction mécanique HS (2 ventilateurs)

Réglettes d'entrée d'air au rez-de-chaussée et à l'étage, mais pas de système de renouvellement d'air au sous-sol.



Illustration 44: Bouche de ventilation du bâtiment B5, semblant être à l'arrêt

En résumé, les points noirs de ce bâtiment sont les suivants :

- extractions sales, potentiellement hors service et peu accessibles ;
- pas de système de renouvellement de l'air au sous-sol.

Aucune trace de moisissure n'a été constatée dans ce bâtiment.

Bâtiment B6 – espace pédagogique et cafétéria

Ce bâtiment contient également une zone servant de couveuse (conditions de température et d'humidité spécifiques). Cette zone étant spécifique, elle n'a pas été étudiée ici. Seule la zone accueillant des enfants a été étudiée.

Le système de ventilation est un système simple flux. Il semble que ce soit un système à débit constant (auto-réglable). La ventilation se fait par ce système mécanique, mais également par ouverture des portes et des fenêtres. Les visiteurs ne sont pas présents en permanence dans ce bâtiment : il est surtout utilisé les mercredis après-midi pour fêter des anniversaires ou lors des jours de pluie. Les jours d'occupation, celle-ci est prolongée.

Dans ce bâtiment, il n'y a pas de réglette d'entrée d'air dans les deux pièces principales, mais il y a 2 bouches d'extraction dans les sanitaires. L'une d'entre elles n'a pas été accessible le jour de la visite car les toilettes étaient fermées à clé. A noter que l'apport d'air ne peut pas se faire uniquement par ouverture des fenêtres car le volume est trop petit pour accueillir 20 enfants et 2 adultes sur chacun des 2 espaces (surface d'environ 30 m² x 2).

Des entrées d'air dans la pièce principale aurait permis de privilégier un renouvellement de l'air permanent qui n'est actuellement pas compensé par l'ouverture des portes. Il est donc impératif de veiller à ouvrir les fenêtres.

Les 2 bouches de ventilation ne semblaient pas encrassées et semblaient être en bon état.

Voici un résumé des mesures ou constatations réalisées :

Sanitaires :

Débit mesuré : 17 m³/h, ce qui donnerait 34 m³/h pour les 2 bouches, ce qui est insuffisant pour les 4 sanitaires (90 m³/h attendus par le Code du Travail)

Fréquence de nettoyage : non connu

Etat : bon

Nature : extraction permanente

Pas de réglette d'entrée d'air dans les pièces principales





Illustration 45: Bouche d'extraction dans les sanitaires du bâtiment B6

En résumé, les points noirs de ce bâtiment sont les suivants :

- pas de réglette d'entrée d'air

Aucune trace de moisissure n'a été constatée dans ce bâtiment.

Bâtiment B7 – bâtiment administratif

Le système de ventilation est un système simple flux. Il s'agit d'un système ponctuel sur pile asservi à l'éclairage des locaux. La ventilation se fait par ce système mécanique ponctuel, mais surtout par ouverture des portes et des fenêtres. Les agents à l'étage ouvrent souvent leur fenêtre tandis que les animateurs au rez-de-chaussée restent peu de temps dans leur bureau (ils partent à l'extérieur).

Dans ce bâtiment, il n'y a pas de réglette d'entrée d'air dans la pièce principale, mais il y a 2 bouches d'extraction au rez-de-chaussée (1 dans les sanitaires et 1 dans le local technique).

Des entrées d'air dans la pièce principale auraient permis de privilégier un renouvellement de l'air permanent à condition que les extractions soient permanentes également. L'ouverture des fenêtres permet de compenser en partie ce manque, mais cela ne pourra pas être suffisant. Les portes des circulations intérieures et des bureaux sont laissées ouvertes la plupart du temps, ce qui facilite la circulation de l'air dans le bâtiment.



Les 2 bouches de ventilation sont encrassées et elles n'ont probablement jamais été nettoyées. Cela atténue probablement leur efficacité d'extraction.

Voici un résumé des mesures ou constatations réalisées :

Sanitaires (1WC) :

Débit mesuré : $15 \text{ m}^3/\text{h} < 30 \text{ m}^3/\text{h}$ attendus par le Code du Travail

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : sale

Nature : extraction asservie à l'éclairage, sur pile

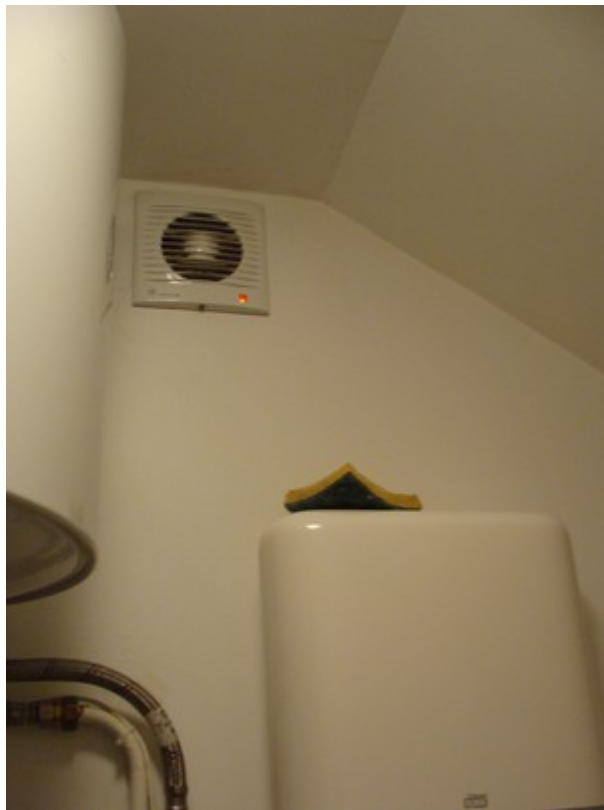


Illustration 46: Bouche d'extraction non permanente dans le bâtiment B7

Local technique :

Débit mesuré : $60 \text{ m}^3/\text{h}$

Fréquence de nettoyage : jamais

Etat : sale

Nature : extraction asservie à l'éclairage, sur pile

En résumé, les points noirs de ce bâtiment sont les suivants :

- extractions sales ;
- extractions non permanentes ;
- pas de réglette d'entrée d'air, apport d'air neuf insuffisant.

Aucune trace de moisissure n'a été constatée dans ce bâtiment mais des dégradations au plafond du sas ont pu être constatées.



Illustration 47: Détérioration du plafond du bâtiment B7 suite à une fuite d'eau

**Analyse des
procédures de
maintenance et
d'entretien de ces
systèmes**

Il n'y pas de système de climatisation ou de refroidissement sur ce site.

Il n'existe pas de contrat pour les systèmes de ventilation, ni pour le chauffage. L'absence de contrat pour le système de chauffage est justifiée car il s'agit d'un système électrique simple par émission directe des panneaux rayonnants et par contrôle manuel sur chaque panneau.

L'absence de contrat d'entretien pour les systèmes de ventilation et les extracteurs des ateliers peut plus poser question. En effet, si le système de ventilation ne fonctionne pas correctement, les agents ne s'en apercevront pas forcément rapidement. De plus, un mauvais fonctionnement a été constaté sur le bâtiment B4 (sanitaires), les systèmes sont vieillissants et ne sont pas nettoyés. Il est pourtant impératif de nettoyer 1 à 2 fois par an les bouches de ventilation et d'assurer une maintenance sur les moteurs associés aux systèmes mécaniques tous les ans ou tous les 2ans. Seul ce suivi permet d'assurer un bon fonctionnement des systèmes et une bonne ventilation.

Enfin, un marché spécifique de nettoyage a été passé avec la société Agenor.



**Analyse des modes
d'entretien des locaux**

Le parc zoologique est entretenu par la société Agenor qui respecte un planning de nettoyage. L'ensemble des bâtiments du site est concerné par ce nettoyage, sauf le bâtiment B1 qui est nettoyé par les soigneurs.

Ainsi, le contrat concerne les parties suivantes :

- bureaux ;
- parties communes ;
- WC ;
- accueil ;
- salles pédagogiques / d'ateliers ;
- vestiaires des soigneurs.

Les sols des parties communes sont tout d'abord dépoussiérés avec une gaze (microfibre qui retient la poussière et limite la remise en suspension) puis lavés tous les jours (lavage humide avec détergents et la gaze). Une à deux fois par an, les sols sont lustrés. Les murs sont lavés ponctuellement, lorsqu'ils sont sales.



Illustration 48: Gaze utilisée pour balayer et nettoyer le sol



Le ménage du bâtiment administratif 7 est réalisé tous les 2 jours, car un roulement est réalisé entre le rez-de-chaussée et l'étage. Le sol est dépoussiéré à la gaze puis nettoyé par un lavage humide avec détergent et la gaze. En revanche, les poubelles sont vidées tous les jours et les sanitaires sont nettoyés quotidiennement. Les sols du bâtiment B2 et des zones accessibles au public sont dépoussiérés à la gaze et lavés (lavage humide avec détergent) tous les jours de la semaine et le samedi. Un lavage approfondi est réalisé une à deux fois par an. Les vitrages et les portes vitrées sont lavés tous les jours (intérieur et extérieur), notamment dans les lieux d'accueil du public (bâtiments B4, B5 et B6). Ce nettoyage est réalisé le matin ou à midi au plus tard pour les bureaux et le bâtiment B2, et avant l'ouverture au public (10h) pour les zones d'accueil du public. Le mobilier (tables, chaises) situé dans les bâtiments accueillant du public et le bâtiment B2 est nettoyé par lavage humide et détergent tous les jours avant 10h, heure d'arrivée du public. Sur le site, seul le bâtiment B2 est plus difficile à nettoyer du fait des affaires des soigneurs posées sur le sol. Les soigneurs eux-mêmes se plaignent de l'encombrement et de la petitesse de leurs locaux.

Le laboratoire B1 est nettoyé par les soigneurs : le sol est lavé tous les jours (lavage humide) en fin de journée.

L'idéal est de réaliser le ménage après l'occupation des locaux afin que les polluants aient le temps d'être évacués la nuit par le renouvellement de l'air. Étant donnée l'occupation des locaux, il est compliqué de réaliser l'ensemble du ménage le soir. Néanmoins, il est conseillé de privilégier le nettoyage en fin de journée et de bien aérer pendant et 10 à 15 minutes après le nettoyage. Pour le moment, les bâtiments sont aérés uniquement avant et pendant le nettoyage mais fermés après celui-ci pour accueillir le public. De plus, le pulvérisateur est souvent utilisé. Il est conseillé de limiter son usage car beaucoup de particules sont émises dans l'air avec un pulvérisateur. Il est en effet préférable d'utiliser les produits à verser directement sur un chiffon, sans pulvérisateur. Pour les autres produits, des dosettes sont utilisées afin de ne pas sur-doser le détergent, ce qui est une bonne pratique.

Les produits d'entretien utilisés sont de la marque Pollet. Cette marque propose différentes gammes : EchoClean est leur gamme premier prix pour les besoins de base (aucun label). Cette gamme est utilisée pour le nettoyage des sols. PolTech est une gamme de chimie traditionnelle pour des besoins spécifiques (aucun label). Elle est utilisée pour le nettoyage des vitrages (le produit est irritant), des WC et des sols (tâches tenaces). PolGreen est leur gamme à certification écologique (Ecolabel européen notamment). Cette gamme est utilisée uniquement pour le nettoyage du mobilier. Enfin, leur gamme PolBio répond à des besoins spécifiques mais avec des solutions biologiques. Cette gamme n'est pas utilisée sur le site. Ainsi, seul le nettoyage du mobilier est réalisé avec un produit d'entretien certifié. Il est conseillé (comme le demande par ailleurs le marché public de la CUD) d'utiliser de préférence des produits certifiés.

Attention, il ne faut pas confondre produit écologique (non nuisible pour l'environnement) et produit sain (non nuisible pour la santé). La présence d'un écolabel ne garantit pas de faibles émissions dans l'air mais reste tout de même un bon atout environnemental. Il est important de veiller à l'obtention d'un label lié à qualité de l'air intérieur et à la réduction des émissions nocives pour la santé. Pour cela, la Communauté Urbaine de Dunkerque a précisé, dans son CCTP, la demande suivante : « Afin de respecter les exigences en matière de qualité de l'air intérieur, la collectivité souhaite des produits qui ne dégagent pas d'odeurs/parfum, notamment à base de terpène source de dégagement de COV. Elle souhaite également que dans son mémoire technique, le candidat expose les dangers respiratoires potentiels en cas de mélange avec son produit. » Cette démarche est un bon début pour limiter les émissions de COV.





Illustration 49: Produits d'entretien utilisés au parc zoologique. De gauche à droite et de haut en bas : pulvérisateur pour vitrages / détergent pour le sol / nettoyant pour tâches tenaces sur sol (pulvérisateur) / détergent du mobilier (pulvérisateur) / produit WC (pulvérisateur)

Enfin, en 2012, le site a connu une invasion de rongeurs. Une entreprise est intervenue et a réalisé un traitement chimique. Désormais, cette entreprise pose des appâts et intervient annuellement par contrat.





Illustration 50: Traitement contre les rongeurs dans le bâtiment B7

Analyse des modes d'occupation

Le site est occupé à partir de 8h. Le parc ouvre aux visiteurs de 10h à 17h d'octobre à mars, puis de 10h à 18h d'avril à septembre, y compris le dimanche. Il n'est fermé que 15 jours durant les fêtes de Noël et à la Saint Sylvestre. Ce parc accueille 90 000 visiteurs par an repartis sur toute l'année. Le parc est le plus fréquenté en juillet et en août (grandes vacances des enfants, 17 000 visiteurs sur ces deux mois) et lorsqu'il ne fait pas assez chaud pour aller à la plage. Le parc est un peu moins fréquenté lors des jours de pluie.

Environ 24 personnes travaillent dans ce parc (hors personnel d'entretien), à savoir la responsable du parc qui est aussi vétérinaire, 3 techniciens, 10 soigneurs et 10 agents administratifs. Des stagiaires aident également les soigneurs, notamment l'été.

De plus, les bâtiments du site sont occupés de manière très distincte. Le bâtiment B1 est occupé 1 à 2h par jour afin de préparer les repas des animaux. Il s'agit donc d'une occupation ponctuelle.

Le bâtiment B2 sert de vestiaire et de réfectoire pour les soigneurs. Il est donc surtout occupé le matin, le midi et en fin de journée.

Le bâtiment B4 est le bâtiment d'accueil contenant la boutique de souvenirs. A partir de 10h, c'est un lieu pouvant contenir une trentaine de personnes en début et en fin de journée, durant environ 1h, notamment lors des arrivées de groupes scolaires. Après 11h, les arrivées des visiteurs sont plus espacées. Il y a en permanence 1 à 2 agents accueillant le public.



Le bâtiment portuaire B5 est un bâtiment ouvert au public. Les visiteurs sont de passage. Ils peuvent rester une demi-heure à observer les phoques au sous-sol (vision sous-marine), puis autant à regarder les expositions au rez-de-chaussée. L'étage sert d'atelier à des groupes scolaires. Ils peuvent donc y rester une demi-journée, voire une journée entière, mais de manière épisodique dans l'année.

Le bâtiment pédagogique B6 est surtout occupé les mercredis après-midi durant le printemps et l'été pour des anniversaires d'enfants. Dans la semaine, il est moins utilisé, sauf en hiver lorsqu'il pleut, pour accueillir les groupes scolaires.

Le bâtiment administratif B7 n'est pas ouvert au public. Le rez-de-chaussée est un open-space pour le pôle pédagogique. Ces agents occupent les locaux de manière épisodique dans la journée : le matin, le soir et de manière plus ponctuelle dans la journée. En effet, le reste du temps, ils s'occupent de l'animation des groupes scolaires ? A l'étage, les bureaux sont occupés de manière plus prolongée. Dans ce bâtiment, il y a au minimum 4 personnes présentes et au maximum 11 personnes.

Sources potentielles de pollution

Sources de pollution externes :

Le site est situé en zone périurbaine, dans un village calme, et est entouré de maisons qui limitent son extension. Néanmoins, le parc zoologique est à proximité de l'usine Arcelor (à quelques kilomètres) qui est visible depuis le bâtiment administratif et qui, selon les occupants, dégaze régulièrement la nuit. Le jour de la visite, une épaisse fumée blanche se dégageait de l'usine. Selon la direction du vent, la fumée peut venir dans la direction du parc zoologique (ce qui entraîne une forte odeur sur le site, d'après les agents interrogés) ou au contraire aller dans le sens opposé. Il n'y a pas de route à fort trafic à proximité. Dans le bâtiment B3 se trouve une armoire électrique TGBT. Nous trouvons un parking extérieur pour les visiteurs, proche de l'accueil, et un autre pour le personnel, proche du bâtiment administratif. Enfin, les animaux peuvent dégager des odeurs corporelles ou via leurs déjections, ce qui est bien évidemment lié à l'activité du site.



Illustration 51: Usine à proximité du parc zoologique

Sources de pollution interne :

Seul le bâtiment administratif est antérieur à 1997. Ce bâtiment ne comportait pas d'amiante et *a fortiori*, les autres bâtiments non plus.

Il n'y a pas de source de pollution spécifique à l'intérieur des locaux. Néanmoins, de l'humidité (buée) peut être retrouvée régulièrement dans le bâtiment B2, où les soigneurs se changent et se douchent, dans le bâtiment B4 d'accueil du public et dans le bâtiment portuaire B5, notamment lors des jours de pluie. Ce phénomène a d'ailleurs été observé lors de la visite car ce jour a été pluvieux. Il n'y pas de présence de moisissure dans ces bâtiments, toutefois, quelques fuites peuvent apparaître : dans le bâtiment pédagogique B6, une fuite au niveau d'une dalle de plafond a été résolue, le bâtiment administratif B7 contient encore une fuite au niveau du sas menant à l'étage, le bâtiment d'accueil B4 a différentes fuites au niveau des poteaux et dans les WC (travaux d'étanchéité prévus en fin d'année 2016) et le bâtiment B2 a une fuite au niveau du plafond du vestiaire des hommes. Ces fuites doivent être rapidement résolues afin de ne pas entraîner des pathologies plus graves et le développement de moisissures.

Le plafond du sas du bâtiment B7 est réalisé avec des panneaux à lamelles orientées (dits OSB). Ces panneaux sont réputés pour être très émissifs de COV et de manière prolongée (plusieurs années voire décennies), notamment lorsqu'ils sont à l'air libre. De plus, les murs intérieurs ont été recouverts de panneaux OSB puis de toile de verre peinte. Ces panneaux peuvent également émettre des COV.



Illustration 52: Panneaux OSB en contact direct avec l'air intérieur dans le bâtiment B7

Enfin, dans le bâtiment B2, il serait opportun de stocker les affaires mouillées des soigneurs dans un local spécifique ayant une extraction.

Repérage sur plan Voici le repérage des points noirs sur plan :

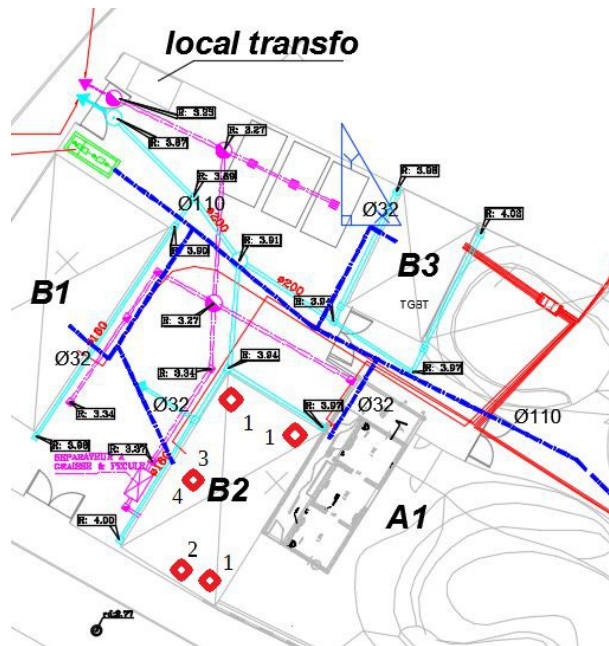


Illustration 53: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le parc zoologique, bâtiment B2 – bâtiment technique du personnel. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende :

1. Extractions très encrassées
2. Présence d'entrée d'air à proximité d'une bouche d'extraction
3. Locaux exigus pour le nombre de soigneurs
4. Absence d'un local spécifique de stockage et séchage des habits de travail des soigneurs



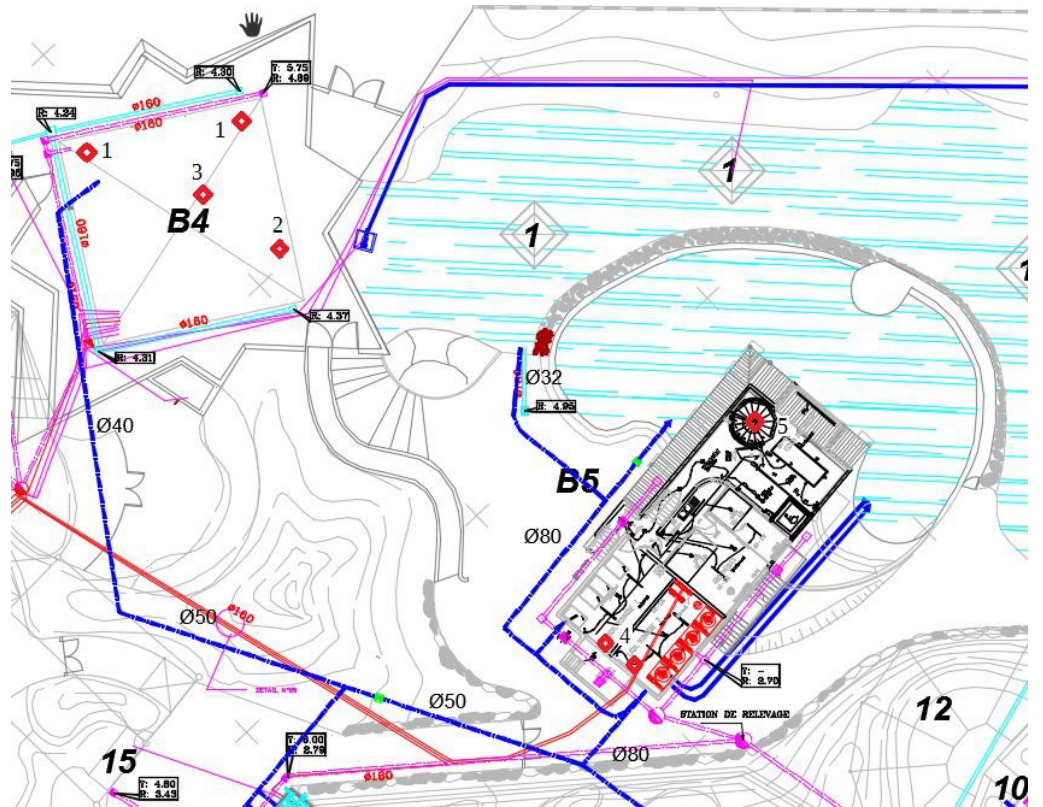


Illustration 54: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le parc zoologique, bâtiment B4 – accueil, et bâtiment B5 – bâtiment portuaire. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende :

1. Extractions sales, hors service et certaines bouches décollées
2. Absence de réglette d'entrée d'air
3. Fuites au niveau des poteaux et des dalles dans les sanitaires
4. Extractions sales, potentiellement hors service et peu accessibles
5. Pas de système de renouvellement d'air au sous-sol



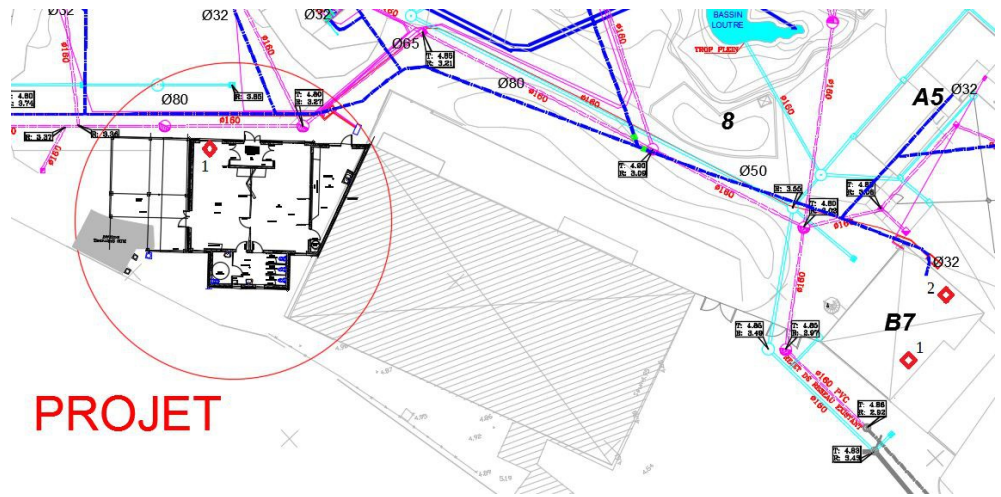


Illustration 55: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le parc zoologique, bâtiment B6 – bâtiment pédagogique, et bâtiment B7 – bâtiment administratif. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende :

1. Absence de réglotte d'entrée d'air
2. Bouches d'extractions sales et extraction asservie à l'éclairage du local

Résultats des mesures

La mesure de tous les paramètres dans ce bâtiment a été réalisée lors d'une campagne estivale du lundi 20 juin au lundi 27 juin, et lors d'une campagne hivernale, du 7 novembre au 14 novembre. Cela représente 6 jours entiers de données exploitées par campagne.

Localisation des sites de mesures

Deux salles ont été équipées d'un appareil Nemo.

La première salle correspond au bureau collectif à l'étage du bâtiment administratif (Illustration 56).

La seconde salle correspond au hall de l'accueil du Zoo (Illustration 57).

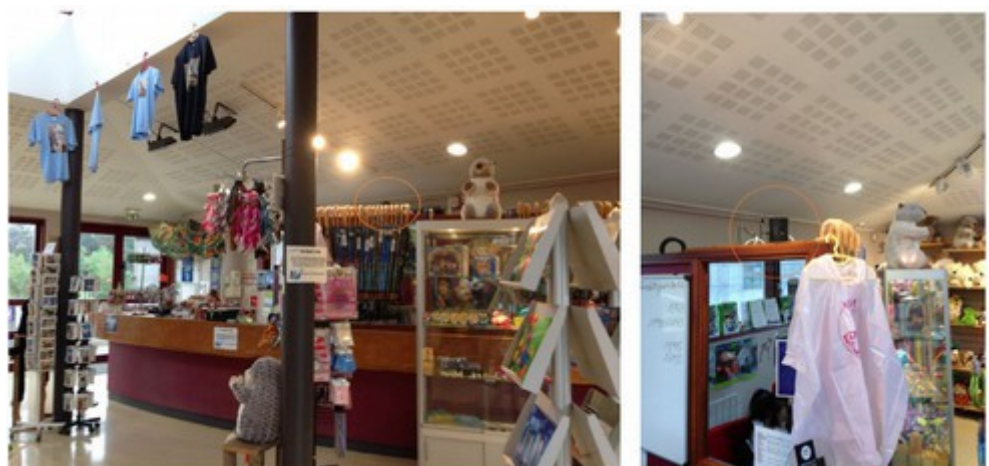


Illustration 56: Nemo dans le hall d'accueil (B4) du parc zoologique





Illustration 57: Nemo dans l'open space du 1^{er} étage du bâtiment B7

Suivi des paramètres de confort

Les Tableau 12, Tableau 13, Tableau 14 et les Illustration 58, Illustration 59, Illustration 60, Illustration 61 et Illustration 62 montrent les résultats en température et en humidité relative obtenus dans les locaux étudiés du parc zoologique.

Concernant l'accueil, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 25,2 °C (minimum : 21 °C ; maximum : 29,5 °C) pour la température,
- 54,4 % (minimum : 40 % ; maximum : 72 %) pour l'humidité relative,

pour la période hivernale de :

- 22,6 °C (minimum : 18,5 °C ; maximum : 29,5 °C) pour la température,
- 35,3 % (minimum : 25 % ; maximum : 48 %) pour l'humidité relative.

Soit pour la période totale de 12 jours de :

- 23,9 °C pour la température,
- 44,9 % pour l'humidité relative.

Les mesures en température et en humidité relative sont **en moyenne, à la limite de la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22 °C et une humidité relative comprise entre 40 et 70 %). La différence entre les périodes de mesures pour l'humidité relative est liée au chauffage qui assèche l'air en période hivernale. Pour les températures élevées relevées pendant les campagnes de mesures, ceci peut aussi s'expliquer par la typologie des bâtiments (bâtiment avec verrière pour l'accueil).

Accueil Zoo	HR en %			T en °C		
	Période estivale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
21/06/16	49,0	61,0	54,7	23,5	27,5	25,1
22/06/16	54,0	71,0	59,0	21,5	28,0	24,5
23/06/16	63,0	72,0	65,5	23,0	27,5	25,1
24/06/16	43,0	66,0	54,0	23,5	29,5	25,9
25/06/16	40,0	52,0	46,0	23,0	28,0	25,2
26/06/16	41,0	57,0	47,4	21,0	28,5	25,2
Période hivernale						
Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	
08/11/16	27,0	48,0	37,6	18,5	29,5	21,5
09/11/16	28,0	42,0	37,1	21,0	29,0	22,3
10/11/16	35,0	40,0	36,4	20,5	25,5	22,9
11/11/16	25,0	37,0	32,4	21,0	28,0	23,6
12/11/16	28,0	35,0	31,6	20,5	25,5	21,8
13/11/16	34,0	40,0	36,7	21,5	25,5	23,1

Tableau 12 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans l'accueil au parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

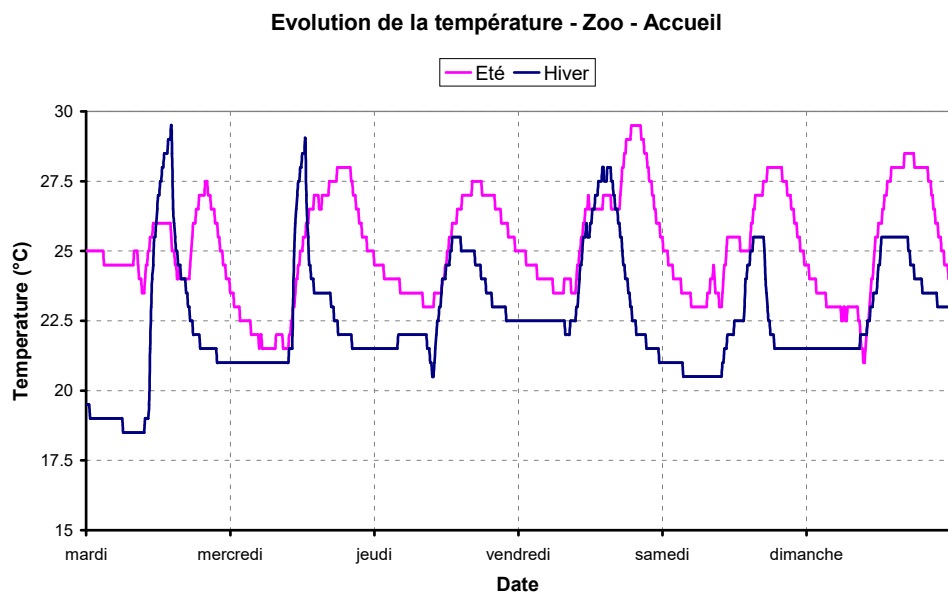


Illustration 58: Evolution de la température dans l'accueil du parc zoologique pendant les campagnes de mesures



Evolution de l'humidité relative - Zoo - Accueil

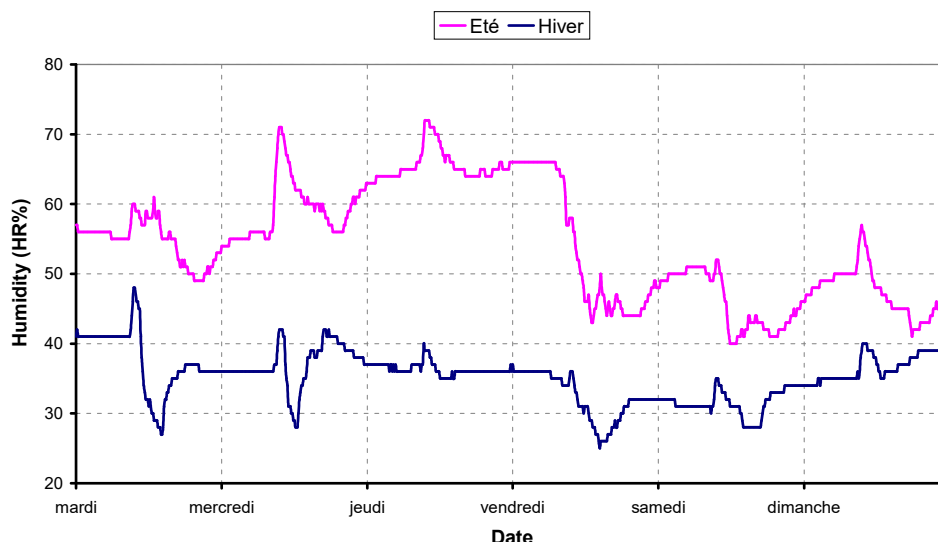


Illustration 59: Evolution de l'humidité relative dans l'accueil du parc zoologique pendant les campagnes de mesures

Concernant le bureau situé au 1^{er} étage du bâtiment administratif, les moyennes sont :
pour la période estivale de :

- 25,3 °C (minimum : 22,5 °C ; maximum : 29 °C) pour la température,
- 52,1 % (minimum : 43 % ; maximum : 64 %) pour l'humidité relative,

pour la période hivernale de :

- 21,9 °C (minimum : 18 °C ; maximum : 24,5 °C) pour la température,
- 36,8 % (minimum : 30 % ; maximum : 45 %) pour l'humidité relative.

Soit pour la période totale de 12 jours de :

- 23,6 °C pour la température,
- 44,5 % pour l'humidité relative.

Les mesures en température et en humidité relative sont **en moyenne, à la limite de la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22 °C et une humidité relative comprise entre 40 et 70 %).

La différence entre les périodes de mesures pour l'humidité relative est liée au chauffage qui assèche l'air en période hivernale.

Pour les températures élevées analysées pendant la période estivale, ceci peut aussi s'expliquer par les bâtiments.

Administration 1^{er}
étage

	HR en %			T en °C		
	Période estivale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
21/06/16	49,0	57,0	53,5	22,5	27,0	24,4
22/06/16	51,0	64,0	55,0	22,5	27,5	25,0
23/06/16	56,0	60,0	57,4	24,5	29,0	26,8
24/06/16	43,0	58,0	50,9	25,0	27,5	26,5
25/06/16	44,0	49,0	46,8	24,0	26,0	25,2
26/06/16	46,0	50,0	48,8	23,0	24,5	23,8
	Période hivernale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
08/11/16	35,0	41,0	38,5	21,0	23,5	22,2
09/11/16	35,0	44,0	38,1	21,0	24,0	22,1
10/11/16	35,0	43,0	38,3	18,0	24,5	21,9
11/11/16	30,0	45,0	36,0	18,0	24,0	21,4
12/11/16	31,0	35,0	32,9	21,0	22,0	21,5
13/11/16	34,0	40,0	36,8	21,0	22,5	21,9

Tableau 13 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans le bureau au 1^{er} étage du bâtiment administratif, au parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution de la température - Zoo - Administration 1er étage

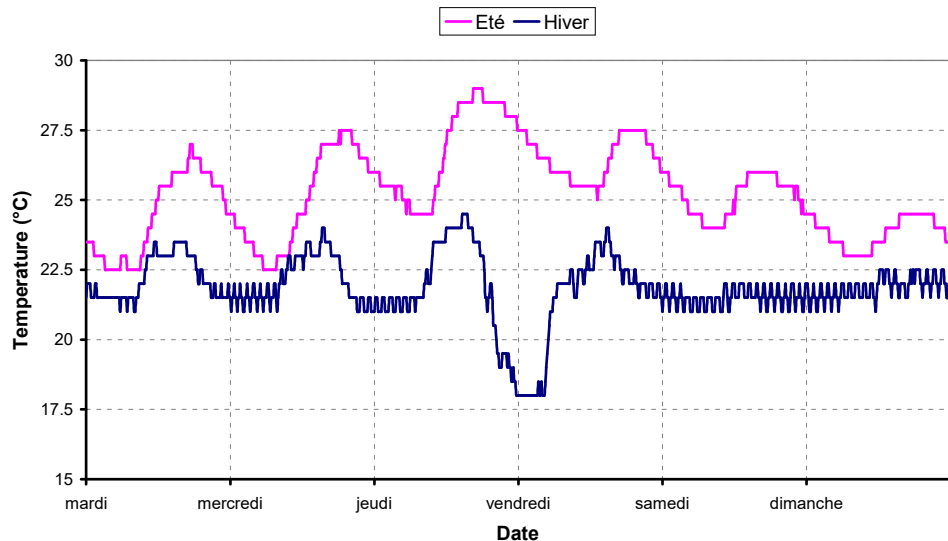


Illustration 60: Evolution de la température dans le bureau au 1^{er} étage du parc zoologique pendant les campagnes de mesures



Evolution de l'humidité relative - Zoo - Administration 1er étage

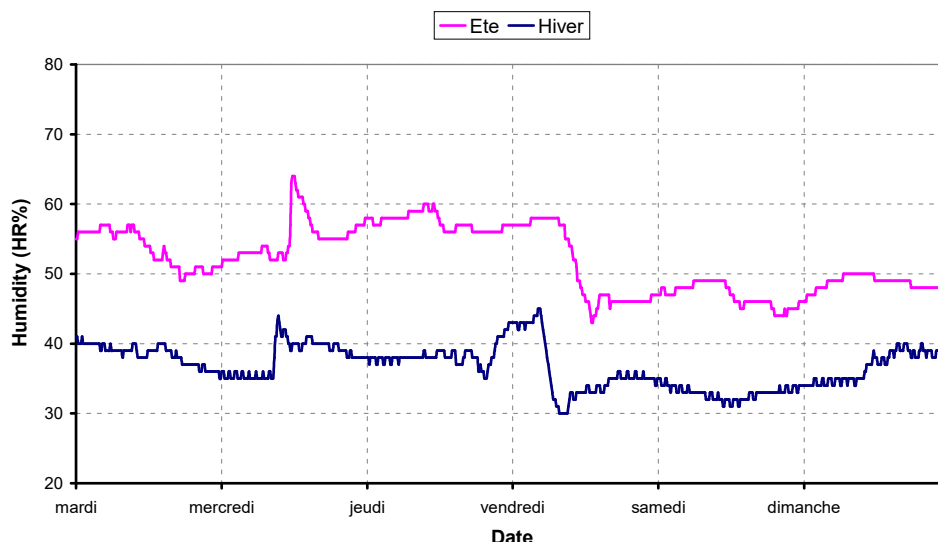


Illustration 61: Evolution de l'humidité relative dans le bureau au 1^{er} étage du parc zoologique pendant les campagnes de mesures

Un appareil de mesure supplémentaire avait pu être posé lors de la campagne hivernale dans les bureaux au rez-de-chaussée du bâtiment administratif.

Concernant ce bureau, les moyennes sont :

pour la période hivernale de :

- 19,2 °C (minimum : 17 °C ; maximum : 23,5 °C) pour la température,
- 43,6 % (minimum : 37 % ; maximum : 53 %) pour l'humidité relative.

Les mesures en température et en humidité relative sont **comprises, en moyenne, dans la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22 °C et à une humidité relative comprise entre 40 et 70 %).

Les mesures en humidité relative relevées dans le bureau du 1^{er} étage sont légèrement plus faibles que celles au rez-de-chaussée.

Les températures relevées dans le bureau du 1^{er} étage sont légèrement plus élevées que celles au rez-de-chaussée.

Ces différences entre les deux bureaux peuvent être liées à la configuration du bâtiment, étage sous combles et portes donnant sur l'extérieur au rez-de-chaussée qui créent un renouvellement d'air plus fréquent au rez-de-chaussée.

	HR en %			T en °C		
Administration RdC						
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
08/11/16	37,0	48,0	40,6	18,5	23,5	21,0
09/11/16	41,0	47,0	43,7	18,5	23,0	20,5
10/11/16	40,0	47,0	42,4	18,5	23,5	21,1
11/11/16	42,0	47,0	45,4	17,0	18,5	17,6
12/11/16	39,0	45,0	41,2	17,0	18,0	17,4
13/11/16	43,0	53,0	48,2	17,5	18,0	17,7

Tableau 14 : Statistiques lors de la campagne hivernale de mesures en température et en humidité relative dans le bureau au RdC du bâtiment administratif, au parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution de la Temperature - ZOO - Administration RdC

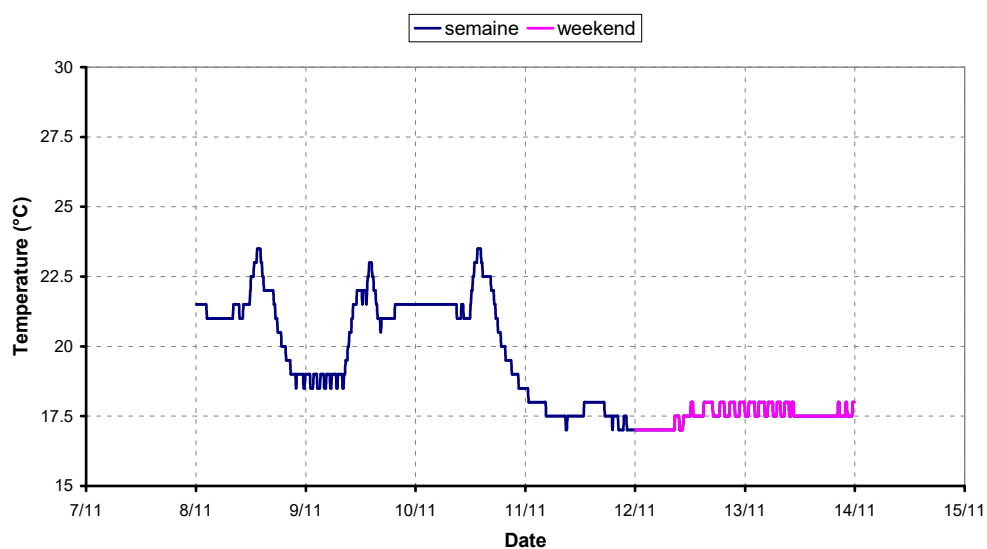


Illustration 62: Evolution de la température dans le bureau au RdC du parc zoologique pendant les campagnes de mesures



Evolution de l'humidité relative - ZOO - Administration RdC

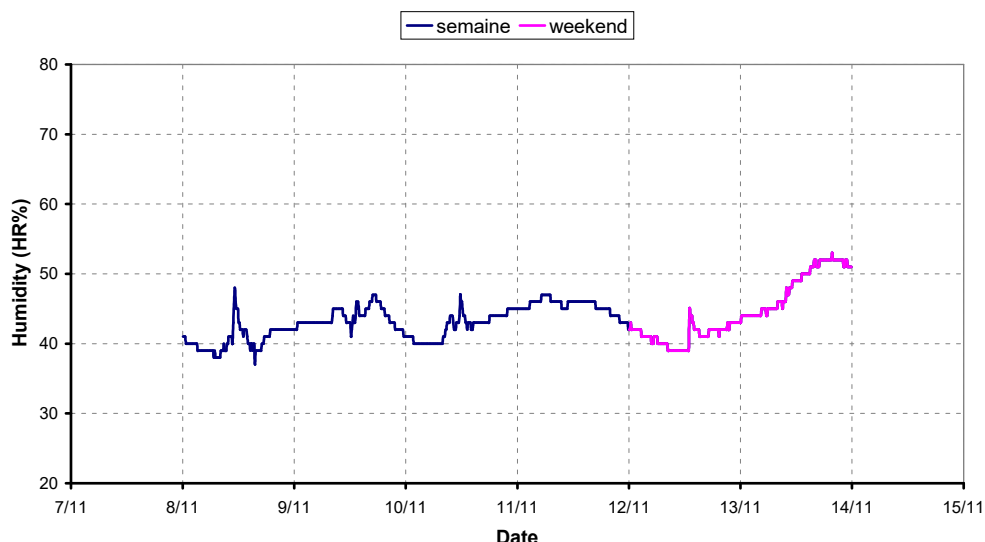


Illustration 63: Evolution de l'humidité relative dans le bureau au RdC du parc zoologique pendant les campagnes de mesures

Suivi des paramètres de confinement

Les résultats des mesures de CO₂ (Tableau 15, Tableau 16, Tableau 17, Illustration 64, Illustration 65 et Illustration 66) sont exprimés en ppm (part per million), soit en nombre de molécules de CO₂ par million de molécules d'air. Ces résultats montrent qu'**aucune moyenne journalière** sur la période d'occupation des bureaux n'a de valeur supérieure à 1000 ppm (seuils 1000 et 1300 ppm).

Concernant le dioxyde de carbone dans l'accueil, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 673 ppm (minimum : 449 ppm ; maximum : 1318 ppm),

pour la période hivernale de :

- 620,5 ppm (minimum : 450 ppm ; maximum : 1142ppm),

Soit pour la période totale de 12 jours de 646,8 ppm.

Sur l'illustration 64, des valeurs ponctuelles supérieures à 1000 ppm sont observées dans l'accueil pour les campagnes estivale et hivernale. Elles traduisent une occupation particulière et momentanée de l'accueil qui peut recevoir jusqu'à 100 personnes à certaines périodes selon les relevés réalisés par les agents. A noter que le parc zoologique est ouvert le week-end au public, ce qui explique que les pics observés en semaine le sont également le samedi et le dimanche à l'accueil.



Accueil Zoo

CO ₂ en ppm			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
21/06/16	520,0	1318,0	702,6
22/06/16	534,0	1222,0	702,9
23/06/16	623,0	923,0	717,9
24/06/16	488,0	838,0	647,4
25/06/16	449,0	1000,0	619,0
26/06/16	490,0	1097,0	648,5
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
08/11/16	473,0	986,0	644,1
09/11/16	490,0	1142,0	649,9
10/11/16	469,0	933,0	599,8
11/11/16	450,0	956,0	607,5
12/11/16	498,0	835,0	622,5
13/11/16	492,0	865,0	599,4

Tableau 15 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans l'accueil du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

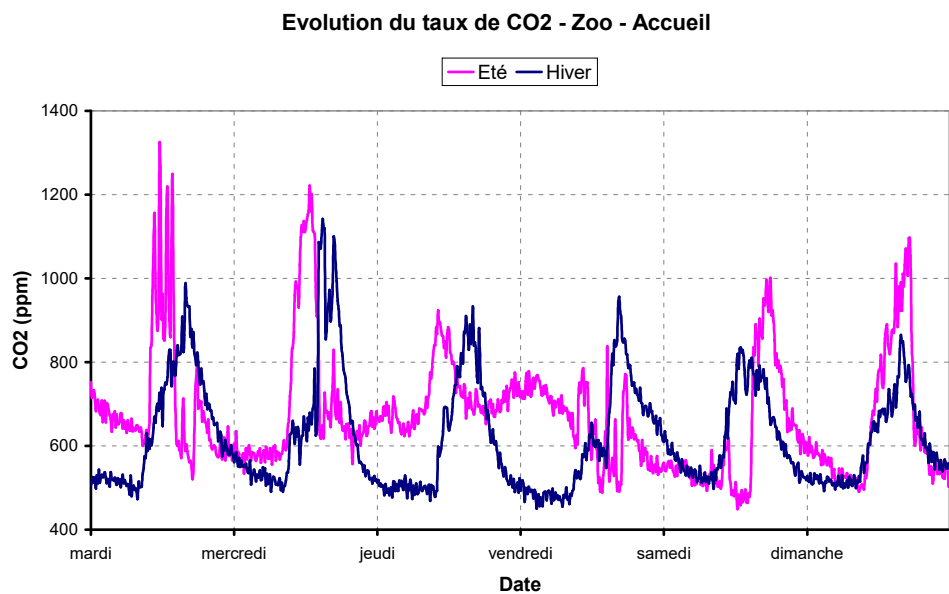


Illustration 64: Evolution de la concentration en CO₂ dans l'accueil du parc zoologique pendant les campagnes de mesures

Concernant le dioxyde de carbone dans le bureau au 1^{er} étage du bâtiment administratif, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 575,8 ppm (minimum : 471 ppm ; maximum : 1173 ppm),

pour la période hivernale de :



- 594 ppm (minimum : 422 ppm ; maximum : 1276 ppm).
- Soit pour la période totale de 12 jours de 584,9 ppm.

Sur l'illustration 65, des valeurs ponctuelles supérieures à 1000 ppm sont observées dans l'accueil pour les campagnes estivale et hivernale. Elles traduisent une occupation particulière et momentanée d'un bureau, la présence d'une ou de plusieurs personnes dans le bureau pendant un court laps de temps donné (jusqu'à 7 personnes le matin à 7h et l'après-midi à 14h30 selon les relevés réalisés par les agents). Les moyennes un peu plus importantes en période hivernale s'expliquent par la non ouverture des portes et des fenêtres de façon systématique contrairement à la période estivale.

		CO ₂ en ppm		
		Période estivale		
Administration 1 ^{er} étage		Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
		21/06/16	486,0	1173,0
	22/06/16	498,0	720,0	590,0
	23/06/16	500,0	1006,0	624,0
	24/06/16	481,0	681,0	548,7
	25/06/16	471,0	548,0	510,7
	26/06/16	485,0	543,0	511,7
		Période hivernale		
		Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
	08/11/16	435,0	1276,0	708,3
	09/11/16	458,0	1242,0	702,9
	10/11/16	422,0	1068,0	633,7
	11/11/16	447,0	576,0	502,1
	12/11/16	460,0	553,0	512,1
	13/11/16	451,0	565,0	505,0

Tableau 16: Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans le bureau au 1^{er} étage du bâtiment administratif du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution du taux de CO₂ - Zoo - Administration 1er étage

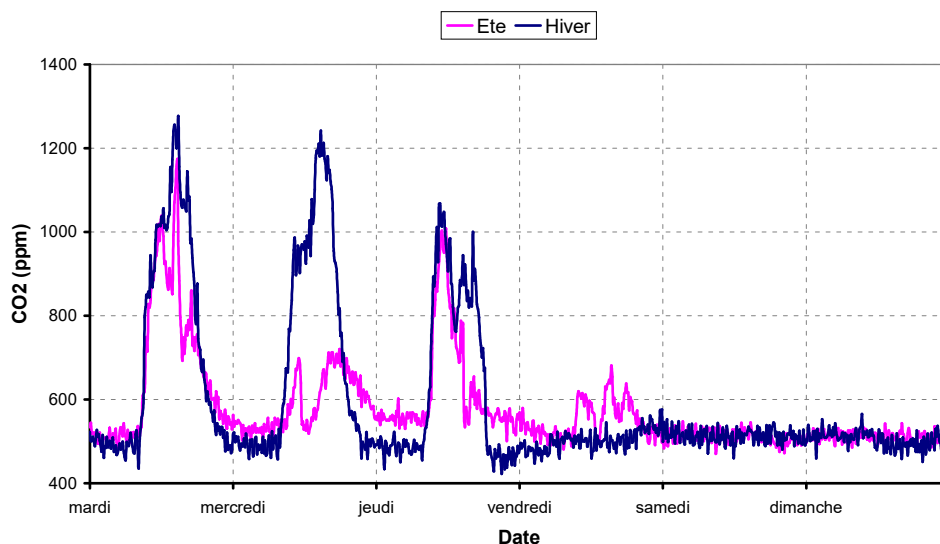


Illustration 65: Evolution de la concentration en CO₂ dans le bureau au 1^{er} étage du parc zoologique pendant les campagnes de mesures

Concernant le dioxyde de carbone dans le bureau au rez-de-chaussée du bâtiment administratif, les moyennes sont pour la période hivernale de :

- 554,2 ppm (minimum : 423 ppm ; maximum : 1503 ppm).

Sur l'illustration 66, des valeurs supérieures à 1000 ppm sont observées aux alentours de 13h45. Elles traduisent la présence de plusieurs personnes dans le bureau pendant un court laps de temps donné (de 5 à 9 personnes selon les relevés réalisés par les agents).

		CO ₂ en ppm		
		Période hivernale		
Administration RdC		Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
08/11/16		423,0	1330,0	629,2
09/11/16		437,0	1503,0	653,0
10/11/16		431,0	1076,0	609,2
11/11/16		431,0	540,0	477,1
12/11/16		446,0	523,0	478,4
13/11/16		447,0	516,0	478,3

Tableau 17 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans le bureau au RdC du bâtiment administratif du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution du taux de CO₂ - ZOO - Administration RdC

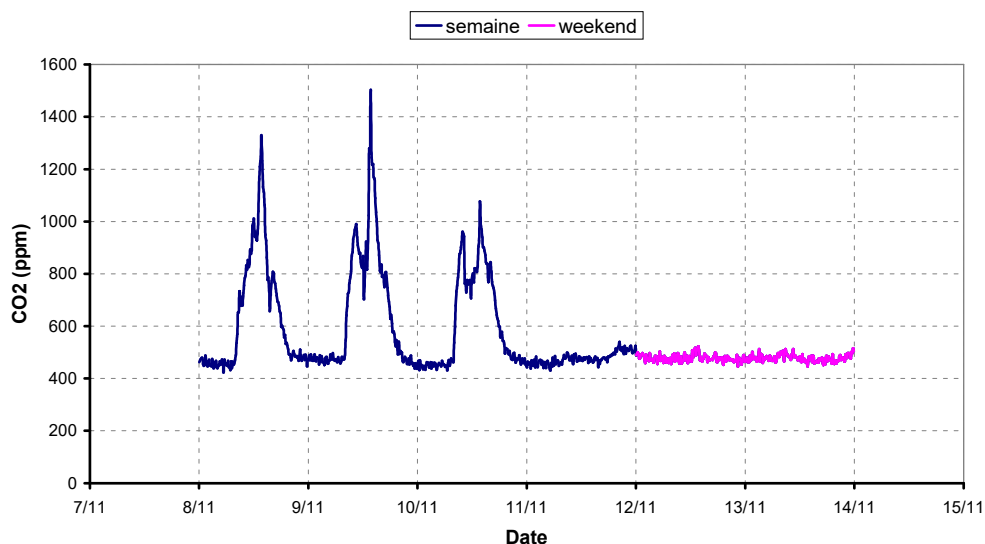


Illustration 66: Evolution de la concentration en CO₂ dans le bureau au RdC du bâtiment administratif du parc zoologique pendant les campagnes de mesures

Suivi des concentrations en formaldéhyde

Les résultats en formaldéhyde (Tableau 18, Tableau 19, Illustration 67 et Illustration 68) montrent des résultats qui augmentent après la fin des journées de travail (à partir de 16h) jusqu'au lendemain (6h). Les pratiques d'aération du personnel par ouverture des portes intérieures et/ou fenêtres permettent de diminuer les taux de formaldéhyde dans la pièce pendant la journée. Pendant le week-end dans la zone administrative, les résultats augmentent pendant l'absence des agents. En revanche, le parc est ouvert au public le week-end donc l'accueil est occupé. L'augmentation de formaldéhyde à l'accueil ne peut pas être expliquée de cette manière. Un manque d'aération et/ou l'apport d'une source de formaldéhyde doivent être à l'origine de cette augmentation le samedi et le dimanche des semaines de mesure.

Des éléments en agglomérés (bureau) dans l'accueil et la présence de panneaux OSB dans le bâtiment administratif pourraient expliquer des teneurs supérieures aux teneurs enregistrées dans des campagnes logement de type OQAI. Une recherche de sources pourrait être envisagée afin de déterminer la part des différents matériaux à l'émission de formaldéhyde dans la pièce.

Concernant le formaldéhyde dans l'accueil, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 33,7 µg/m³ (minimum : 4,2 µg/m³ ; maximum : 86,7 µg/m³),

pour la période hivernale de :

- 22,6 µg/m³ (minimum : 4,2 µg/m³ ; maximum : 52,4 µg/m³).

Pour la période totale de 12 jours de 28,1 µg/m³.



Accueil ZOO

Formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Période estivale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
21/06/16	4,3	31,1	18,3
22/06/16	6,5	35,6	19,8
23/06/16	15,8	45,9	32,1
24/06/16	4,2	86,7	41,5
25/06/16	28,0	74,8	51,1
26/06/16	14,8	81,8	47,1
Période hivernale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
08/11/16	4,2	24,2	12,8
09/11/16	7,8	20,1	15,9
10/11/16	9,1	25,1	18,4
11/11/16	14,3	43,5	30,5
12/11/16	15,9	22,5	19,7
13/11/16	23,3	52,4	36,1

Tableau 18: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans l'accueil du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Zoo - Accueil

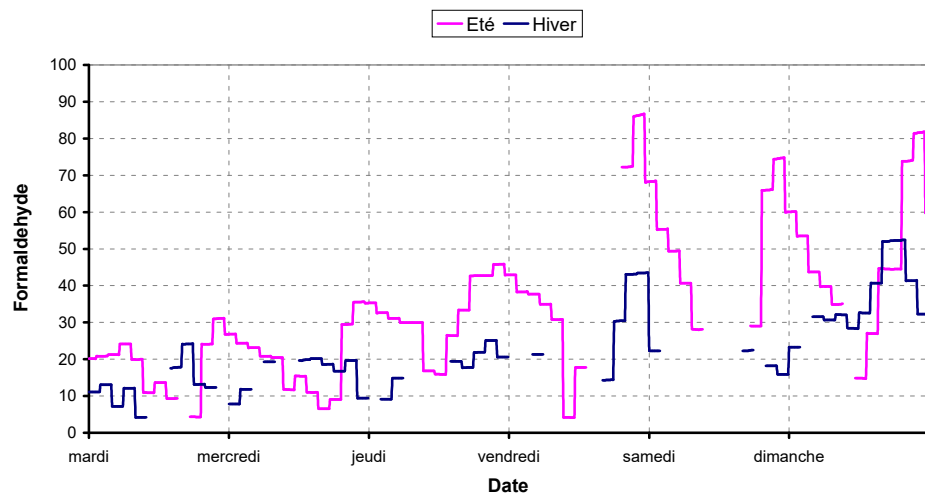


Illustration 67: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans l'accueil du parc zoologique pendant les campagnes de mesures (pas de mesure de 2h)

Concernant le formaldéhyde dans le bureau au 1^{er} étage du bâtiment administratif du parc zoologique, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de

- 48,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum : 19,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum : 83,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),

pour la période hivernale de

- 44,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum : 14,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum : 95,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Pour la période totale de 12 jours de 46,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Administration 1^{er}
étage

Formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Période estivale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
21/06/16	19,2	49,9	33,3
22/06/16	26,5	60,5	45,4
23/06/16	44,7	81,3	58,7
24/06/16	20,6	83,0	59,3
25/06/16	26,0	69,8	47,7
26/06/16	37,9	57,5	48,2
Période hivernale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
08/11/16	19,0	44,7	30,9
09/11/16	14,2	67,6	41,1
10/11/16	44,8	45,0	44,9
11/11/16	40,9	95,9	70,2
12/11/16	23,9	64,5	42,2
13/11/16	23,9	93,2	44,3

Tableau 19: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans le bureau du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

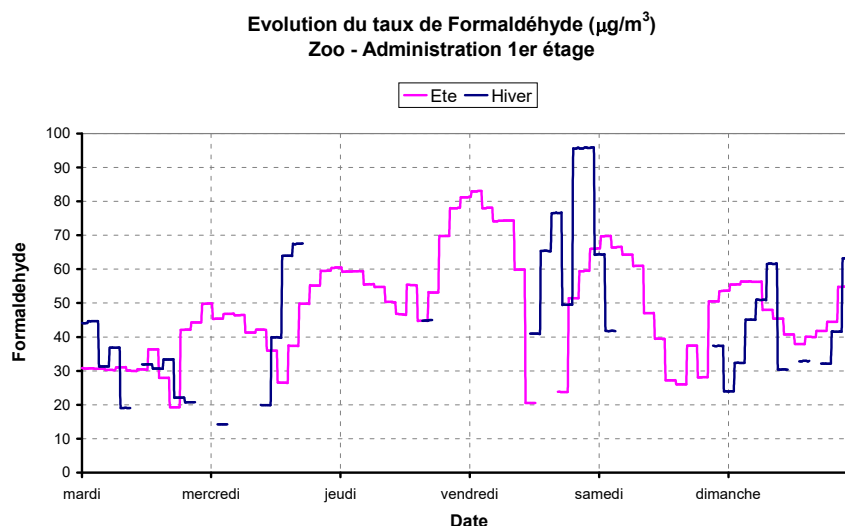


Illustration 68: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le bureau du parc zoologique pendant les campagnes de mesures (pas de mesure de 2h)

Les niveaux moyens obtenus en formaldéhyde sont **supérieurs** à la valeur guide fixée par le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 (Tableau 20). En effet, la valeur pour les ERP sera de **10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2023 (actuellement de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces valeurs guides sont un exemple et sont données à titre de comparaison.



Les niveaux moyens annuels de formaldéhyde sont :

- supérieurs à la valeur guide long terme de l'air intérieur de l'ANSES (10 µg/m³).
- Très légèrement inférieurs à la valeur repère de qualité de l'air de l'HCSP pour l'accueil mais supérieurs à la valeur repère de qualité de l'air de l'HCSP pour le bureau (30 µg/m³, comme valeur repère en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée).
- Inférieurs à la valeur guide de l'air intérieur court terme de l'ANSES (50 µg/m³).

VG (OMS)		VGAI (ANSES)		Valeurs de gestion (HCSP)				Résultats du parc zoologique			
Valeur	Durée	Long terme ⁵	Court terme ⁶	Valeur cible	Valeur repère	Valeur information et recommandation	Valeur action rapide	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)	
100	30 min	10	50	10	30	50	100	4,2	86,7	35	Accueil été
								4,2	52,4	22,2	Accueil hiver
								Accueil Moyenne (12 jours)			28,1
								19,2	83	48,5	Bureau été
								14,2	95,9	44,8	Bureau hiver
								Bureau Moyenne (12 jours)			46,6

Tableau 20 : Comparaison des résultats (en µg/m³) en formaldéhyde dans les locaux du parc zoologique avec des valeurs guides

Les concentrations en formaldéhyde mesurées dans les locaux du parc zoologique se révèlent supérieures aux niveaux médians obtenus en air intérieur lors de la campagne OQAI Logement (Tableau 21).

Polluants	Campagne OQAI Logement	Résultats du parc zoologique
-----------	------------------------	------------------------------

⁵Pour une exposition supérieure à 1 an

⁶Pour une exposition de 2 heures



	Intérieur							
	Médiane ⁷	95e percentile ⁸	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)			
Formaldéhyde	19,6	46,6	4,2	86,7	35	Accueil été		
			4,2	52,4	22,2	Accueil hiver		
			Accueil Moyenne (12 jours)				28,1	
			19,2	83	48,5	Bureau été		
			14,2	95,9	44,8	Bureau hiver		
			Bureau Moyenne (12 jours)				46,6	

Tableau 21 : Comparaison des résultats (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en formaldéhyde dans les locaux du parc zoologique (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) avec des valeurs de la campagne logement de l'OQAI

Suivi des concentrations en Composés Organiques Totaux Légers

Les résultats (Tableau 22, Tableau 23, Tableau 24 et les Illustration 69, Illustration 70 et Illustration 71) montrent des teneurs moyennes en ppb (part per billion), soit en nombre de molécules de COVTL par milliard de molécules d'air.

Concernant les COVTL dans l'accueil, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 43,1 ppb (minimum : 3,5 ppb ; maximum : 148,5 ppb),

pour la période hivernale de :

- 31,8 ppb (minimum : 0,8 ppb ; maximum : 247,0 ppb).

Soit pour la période totale de 12 jours de 37,5 ppb.

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.

⁷Médiane : 50 % des logements ont des teneurs inférieures ou supérieures à cette valeur

⁸95e percentile : 95 % des logements ont des teneurs inférieures à cette valeur



Accueil ZOO

COVTL (en ppb)			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
21/06/16	5,5	73,0	35,7
22/06/16	11,5	134,3	43,5
23/06/16	33,5	75,8	59
24/06/16	6,3	148,5	47,2
25/06/16	3,5	94,0	35
26/06/16	5,3	105,8	38
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
08/11/16	13,0	247,0	65,9
09/11/16	8,3	97,3	29,6
10/11/16	0,8	117,5	25,9
11/11/16	3,3	34,8	19,8
12/11/16	2,3	114,8	22,6
13/11/16	6,5	97,8	27,2

Tableau 22: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans l'accueil du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de COV Totaux Légers - Zoo - Accueil

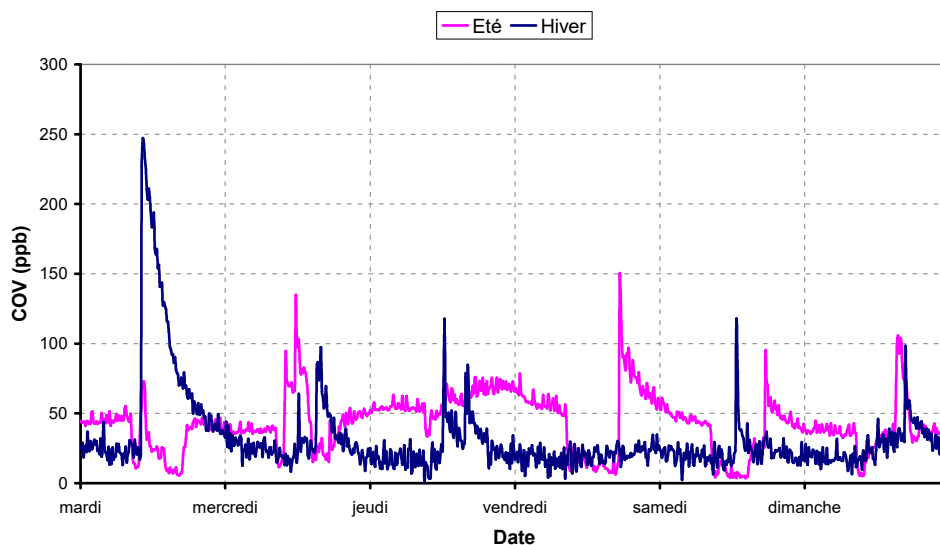


Illustration 69: Evolution de la concentration en COVTL dans l'accueil du parc zoologique pendant la campagne de mesures

Concernant les COVTL dans le bureau au 1^{er} étage du bâtiment administratif, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 40,5 ppb (minimum : 1,3 ppb ; maximum : 121,8 ppb),

pour la période hivernale de :

- 15,6 ppb (minimum : 0 ppb ; maximum : 39,5 ppb).



Soit pour la période totale de 12 jours de 28,1 ppb.

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.

Administration 1 ^{er} étage	COVTL (en ppb)		
	Période estivale		
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
21/06/16	22,0	104,8	45,7
22/06/16	1,3	63,8	41,4
23/06/16	11,8	81,5	51,6
24/06/16	4,5	121,8	40,7
25/06/16	16,3	49,3	33,2
26/06/16	13,5	44,0	30,6
Période hivernale			
Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	
08/11/16	16,0	39,5	24,4
09/11/16	10,3	35,5	19,5
10/11/16	0,0	28,8	14,7
11/11/16	0,0	20,5	10,0
12/11/16	8,5	18,3	12,3
13/11/16	7,5	18,0	12,9

Tableau 23: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau au 1er étage du bâtiment administratif du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de COV Totaux Légers - Zoo - Administration 1er étage

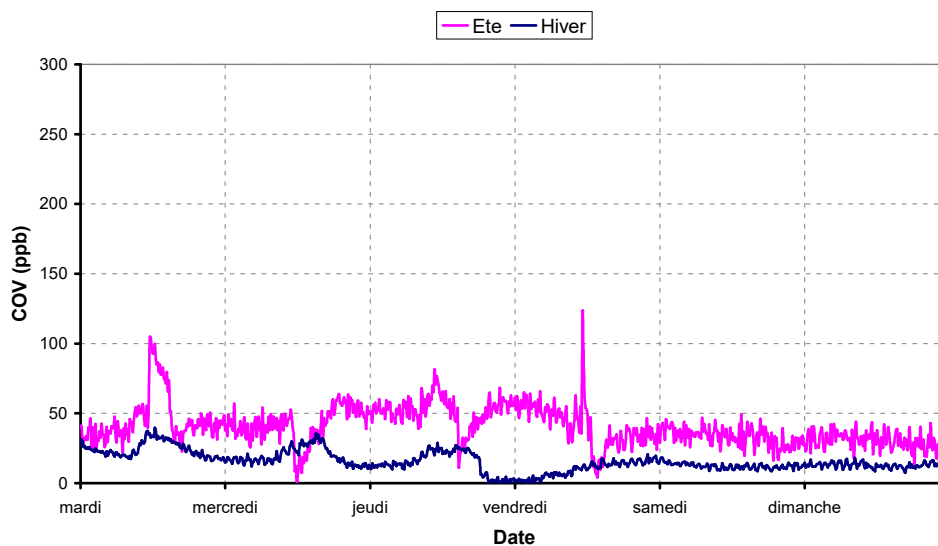


Illustration 70: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau au 1^{er} étage administratif du parc zoologique pendant la campagne de mesures

Concernant les COVTL dans le bureau au rez-de-chaussée du bâtiment administratif, les teneurs moyennes sont pour la période hivernale de :



- 15,6 ppb (minimum : 8,25 ppb ; maximum : 52,3 ppb).

Il n'existe pas de valeurs de comparaisons pour cette catégorie de polluants.
Les pics observés semblent être liés aux activités de ménage.

Administration RdC	COVTL (en ppb)		
	Période hivernale		
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
08/11/16	13,5	52,3	20,9
09/11/16	12,5	37,0	19,1
10/11/16	12,8	37,8	18,4
11/11/16	8,5	16,3	12,4
12/11/16	8,3	14,8	10,8
13/11/16	8,8	14,8	11,7

Tableau 24: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau au RdC du bâtiment administratif du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de COVt - ZOO - Administration RdC

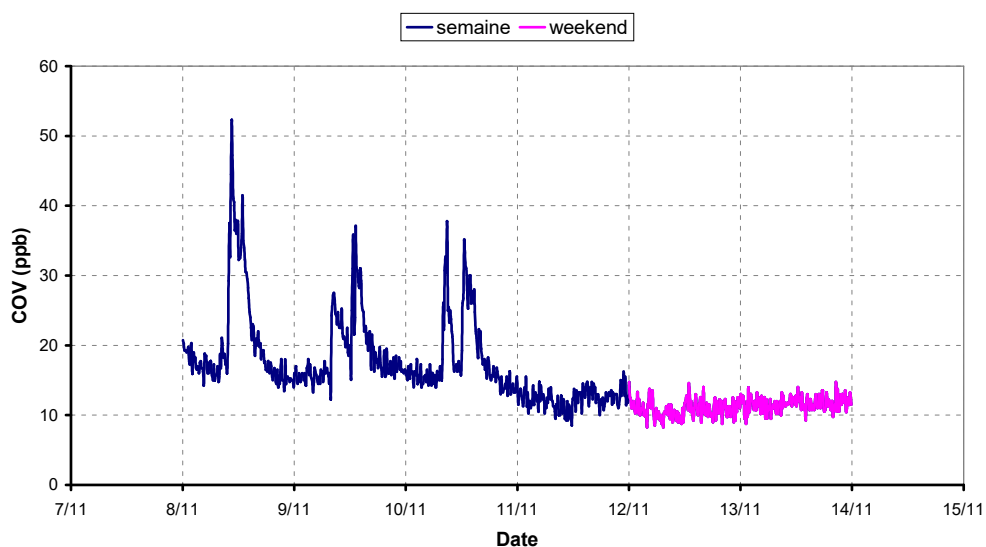


Illustration 71: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau au RdC administratif du parc zoologique pendant la campagne de mesures



Le Palais de l'Univers et des Sciences, à Cappelle-la-Grande

Diagnostic bâtiment Le diagnostic bâtiment est détaillé ci-dessous.

- Documents collectés** Les documents collectés sont les suivants :
- le plan du chauffage et de la ventilation par étage (vue en plan) = schéma hydraulique et aéraulique ;
 - divers plans :
 - * des coupes ;
 - * des plans des façades ;
 - * un plan masse du site (avant et après la rénovation) ;
 - * des plans détaillant certains aspects techniques (des cloisons, la banque d'accueil, garde-corps).
 - le CCTP (version n°2) concernant l'acquisition de produits et d'articles de nettoyage professionnels de gamme écologique pour la Communauté Urbaine de Dunkerque (3 lots) ;
 - le CCTP concernant la fourniture de mobilier de bureau pour les services communautaires ;
 - séries chronologiques et carte des polluants extérieurs fournis par Atmo Nord-Pas-de-Calais (à noter que la station de mesure d'Atmo est située à Cappelle-la-Grande, sur le toit du Palais de l'Univers et des Sciences).

- Informations collectées en amont de la visite** Des informations ont également été collectées en amont de la visite par entretien téléphonique avec Philippe LAPLACE le 05/04/16, avec Vincent BERNARD le 02/05/16 (pré-visite sur site), et avec Benjamin SAMPER, puis par échanges mails, afin de préparer la visite :
- site d'un seul bâtiment ;
 - bâtiment réhabilité de 2 étages sur rez-de-chaussée et d'un entre-sol ;
 - climatisation pour les serveurs permettant la projection dans le planétarium, puis dans les salles d'exposition ;
 - problématique particulière de qualité de l'air intérieur du planétarium ou 120 personnes peuvent être rassemblées, 3 à 5 fois par jour ;
 - chauffage par une chaudière gaz (celle-ci est potentiellement reliée au gaz de ville, mais cette information n'a pas pu être confirmée) ;
 - ventilation double flux assurée par 2 CTA ;
 - les activités du bâtiment, rappelées ici :
 - zone d'accueil ;
 - bureaux ;
 - salles de projection de films (planétarium notamment) ;
 - circuit pédagogique ;
 - salles de travaux pratiques ;
 - salles de serveurs informatiques ;
 - WC (personnel, public) ;
 - stockage de produits (ateliers de maintenance, laboratoire, etc.).

Ces informations ont été complétées et approfondies le jour de la visite avec Benjamin SAMPER.



Déroulé du diagnostic La première visite sur site (27/06/16) a débuté par une présentation de l'étude aux différents interlocuteurs présents.

Les informations précédentes ont été complétées et approfondies le jour de la visite estivale avec la personne en charge de l'entretien, puis avec Benjamin SAMPER, responsable technique du Palais de l'Univers et des Sciences. L'enquête a été distribuée au responsable du PLUS, M. Jérôme CEROTTI.

Le diagnostic a d'abord consisté en un entretien technique avec Benjamin SAMPER, puis en une série de mesure des débits sur le système de ventilation.

Le diagnostic a été réalisé lors de cette première visite en période estivale mais a été complété lors de la seconde visite en période hivernale (28/11/16) : des mesures ponctuelles des débits/dépressions ont été réalisées lors des 2 visites afin de comparer le fonctionnement des systèmes de ventilation entre les 2 périodes.

Description des locaux Le PLUS comptabilise 70 000 visiteurs par an sur un site de 5264 m² (SHON) répartis de la manière suivante : 3464 m² d'existant rénové en 2009 et 1800 m² d'extension construite en 2009, ainsi que 1300 m² de toiture terrasse (non incluse dans la SHON). Ainsi, le bâtiment du Palais de l'Univers et des Sciences a été rénové en 2009. Voici une vue 3D du site (extrait du site internet) et les plans des étages :

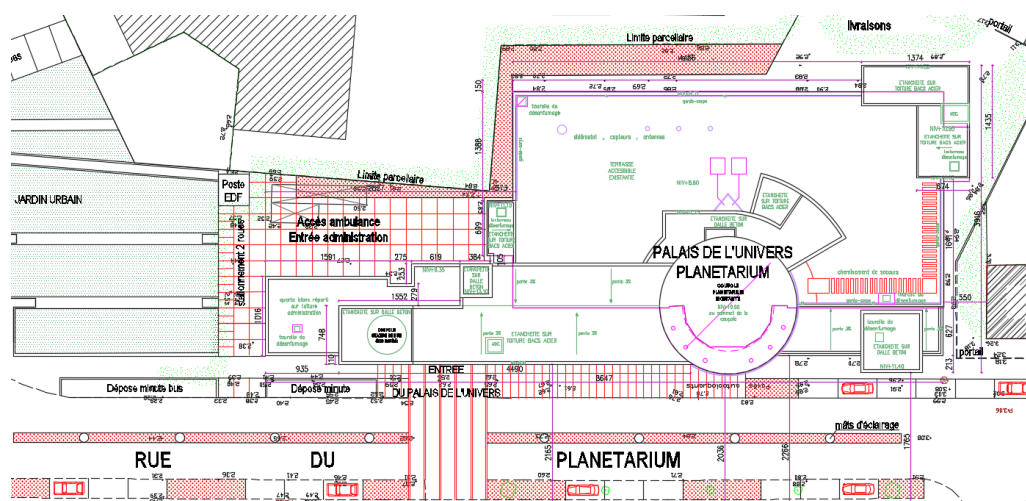


Illustration 72: Plan masse du PLUS. Plan fourni par la CUD



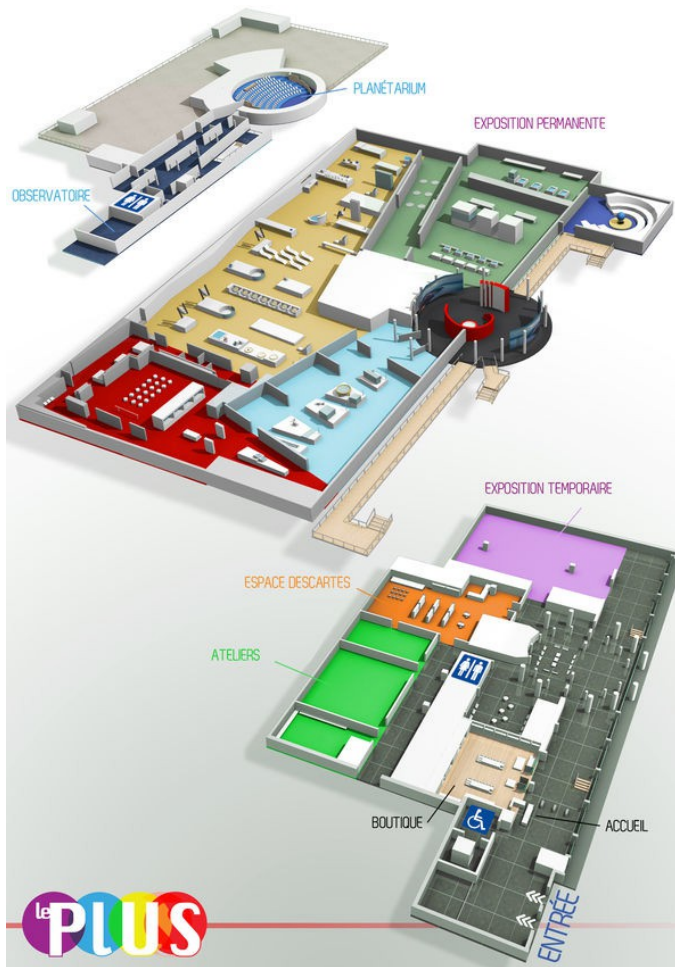


Illustration 73: Plan 3D du PLUS. Plan issu du site internet du PLUS



Voici une rapide description des lieux :

- au sous-sol se situent l'espace scénique et certains équipements. Cet étage n'est pas occupé ;
- au rez-de-chaussée, nous trouvons la banque et le hall d'accueil. Sur la gauche du bâtiment se situe la partie administrative, tandis qu'à droite du hall d'accueil, nous trouvons la grande galerie. Au fond, outre des sanitaires, nous trouvons des salles de TP, des espaces pédagogiques et un espace multimédia / bibliothèque appelé aussi centre de ressources. Tout à droite, une exposition temporaire (de 5 semaines à 6 mois) est présente.
- à l'entre-sol se situe une partie des bureaux de la partie administrative ;
- au 1^{er} étage, à gauche, se situent les derniers bureaux de la partie administrative du PLUS. Le reste du 1^{er} étage est constitué d'une très grande exposition permanente de 1500 m² et d'une plus petite salle d'exposition permanente appelée « épilogue » ;
- enfin, au 2^{ème} étage, se situent une zone appelée salle des pas perdus et un dégagement panoramique menant au planétarium. C'est au 2^{ème} étage qu'il est possible d'accéder à la station de nuit appelée observatoire (accès restreint) et au toit du PLUS, avec ses équipements techniques (et notamment les 2 CTA).

La structure du bâtiment est réalisée en béton. Nous trouvons des briques de parement sur la partie la plus ancienne et du béton par ailleurs. La demie sphère constituant le planétarium est réalisée en structure métallique. L'isolation est réalisée par l'intérieure en laine de roche *a priori*.

Les revêtements intérieurs sont en peinture sur un enduit béton, sauf dans les sanitaires où du carrelage mural peut avoir été posé, et dans les salles d'exposition où plusieurs textures et matériaux peuvent apparaître : revêtement bitumineux, plastiques, tissus, etc.



Illustration 74: Différents matériaux présents dans les salles d'exposition (matériaux bitumineux, tissus, plastiques, fibres compressées, etc.)

Les planchers (bas et intermédiaires) sont en structure lourde béton. Ils sont à environ 10 % recouverts de carrelage ou de béton peint (sous-sol, accueil et hall notamment, sanitaires, dôme de l'observatoire), à environ 5 % de bois stratifié (une partie des salles d'exposition), à environ 10 % de moquette (dégagement panoramique du 2^{ème} étage, salle des pas perdus, planétarium) et à environ 70 % de revêtement mince plastique (partie administrative, locaux techniques, salle multimédia, observatoire, une partie des salles d'exposition). De plus, nous retrouvons un peu de sol en OSB (régie), bitumineux pour environ 5 % de la surface.



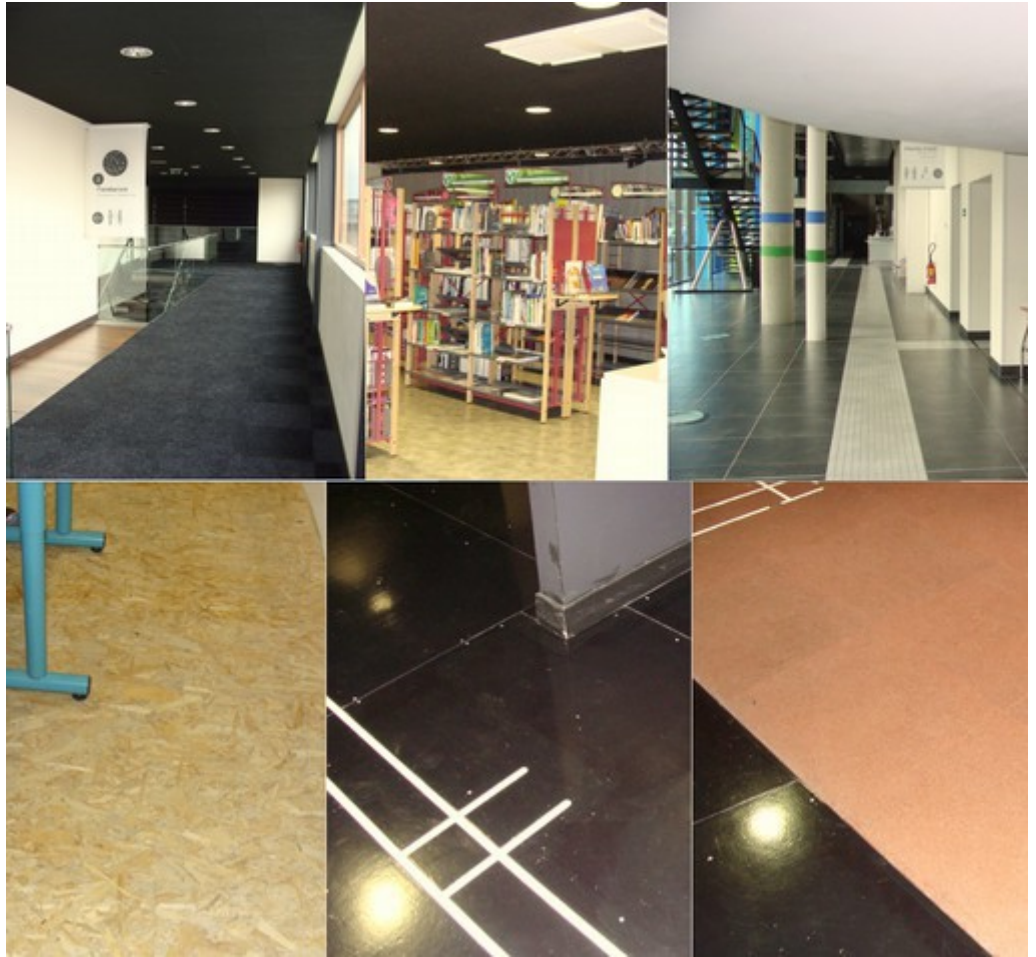


Illustration 75: Différents types de sol dans le PLUS (moquette, linoléum plastifié, carrelage, OSB, panneaux bitumineux, bois stratifié, etc.)

Les revêtements des plafonds sont constitués à 15 % environ de béton brut à environ 80 % de faux-plafond (polystyrène ou laine de verre compressée) ou de paille compressée, et à 5 % d'un flochage.





Illustration 76: Différents types de plafonds dans le PLUS (panneaux de tissus, faux plafonds en polystyrène ou en laine de verre compressée ou en paille compressée, flocage, etc.)

Les baies vitrées sont en aluminium et sont en double vitrage. Ces baies sont presque toutes équipées de protections solaires horizontales intérieures contrôlées manuellement. Les portes sont également en aluminium.

Les cloisons intérieures non porteuses sont réalisées en structure légère (non connue, mais probablement de type placostyl). Elles se retrouvent entre les bureaux, à l'entresol, les salles de TP, les zones de préparation et les zones d'exposition.

Les murs porteurs sont réalisés en béton.



Voici les équipements principaux du bâtiment :

- 2 CTA qui assurent à la fois le renouvellement de l'air mais également le préchauffage et le refroidissement (batteries chaude et froide), ou encore le désenfumage en cas d'incendie (système de clapet pour passer en mode de désenfumage) ;
- des pompes à chaleurs peuvent également renforcer les systèmes de production de chaud et de froid. Le réseau de distribution du froid est réalisé en bitube avec un contrôle de la température par thermostat et par zone ;
- des ventilo-convecteurs muraux qui pré-chauffent également ;
- deux chaudières gaz avec un contrôle de la température par thermostat (défini par zone, pas de contrôle de l'humidité relative *a priori*). Il y a un réduit mis en place durant la nuit. Ce système de production est relié à un plancher chauffant qui alimente le rez-de-chaussée, et à des émetteurs à eau chaude qui chauffent le reste du volume. Dans les bureaux, il y a un système de robinets thermostatiques permettant aux agents de réguler par eux-mêmes la température. Il a donc été déterminé 4 réseaux sur plan :
 - * un réseau de plancher chauffant assurant le chauffage de l'exposition permanente et de la galerie du rez-de-chaussée ;
 - * un réseau d'eau chaude relié à des émetteurs dans l'espace administratif (rez-de-chaussée, entresol et R+1) et de la géode au R+2 ;
 - * un réseau à température constante provenant de la CTA principale, permettant le préchauffage grâce à une batterie chaude et alimentant les espaces pédagogiques, l'exposition temporaire, la boutique et l'espace rencontre du rez-de-chaussée via les ventilo-convecteurs muraux et la zone d'exposition du 1^{er} étage via les bouches de soufflage ;
 - * un réseau « autre » chauffant, via des radiateurs, la salle des pas perdus du 2^{ème} étage, les sanitaires du rez-de-chaussée et du 2^{ème} étage et également une partie de la zone d'exposition permanente du 1^{er} étage.
- 11 ballons instantanés d'eau chaude sanitaire de 50 à 100 l (8 au rez-de-chaussée, 1 à l'entresol et 2 au 2^{ème} étage) dont l'un alimente une douche pour le personnel ;
- un grand ascenseur pour les PMR et les groupes, et 1 ascenseur pour la partie administrative de 6 personnes maximum ;
- des vidéos-projecteurs et du matériel informatique permettant de gérer les projections du planétarium. Le planétarium a pour équipement 8 vidéo-projecteurs de plus de 10ans, qui devraient être renouvelés prochainement. La complexité du site oblige le gestionnaire à climatiser et chauffer en permanence le planétarium afin d'offrir le meilleur confort possible aux visiteurs (l'une des CTA est dédiée au planétarium) ;
- un transformateur électrique et des onduleurs ;
- des imprimantes et photocopieurs professionnels.

Lors de la rénovation, les systèmes ont été adaptés mais n'ont pas été changés. Ils sont donc vieillissants.

Une extension a été réalisée en 2009. Au rez-de-chaussée, elle comprend à la fois des bureaux administratifs et des locaux techniques ainsi qu'une partie de la banque d'accueil, le niveau entre-sol (des bureaux) et les bureaux du 1^{er} étage.



Ce site accueille à la fois du public mais également des salariés. C'est donc le Code du Travail qui s'applique aux salariés et le Règlement Sanitaire Départemental qui s'applique aux visiteurs. L'aération exclusive par les fenêtres est autorisée si le volume par occupant est supérieur à 15 m³ (24 m³ si travail physique) pour les salariés, et à 6 m³/h pour les visiteurs.

Dans ce site, nous trouvons :

- des bureaux individuels (débit à atteindre de 25 m³/h par personne) ;
- des bureaux communs à 2 ou 4 personnes (débits respectifs de 50 et 100 m³/h) ;
- des cabinets d'aisance groupés ;
- un local cuisine, prévu pour 6 personnes maximum à la fois (débit à atteindre de 30 m³/h par personne, soit 180m³/h) ;
- un accueil servant également de boutique avec 2 personnes à l'accueil et 10 à 20 visiteurs maximum à la fois (estimation) (débit à atteindre de 60m³/h selon le Code du Travail + 220 m³/h d'après le RSDT pour 10 visiteurs) ;
- des salles de TP pour 5 à 10 enfants chacune et 2 encadrants (débit total à atteindre de 50 m³/h d'après le Code du Travail + 90 à 180 m³/h d'après le RSDT, sauf s'il y a une pollution spécifique liée à l'emploi de produits chimiques, auquel cas les débits doivent être évalués par le maître d'ouvrage) ;
- des salles d'exposition pouvant accueillir une centaine de personnes en même temps (débit à atteindre de 1800 m³/h pour une centaine de personnes d'après le RSDT) ;
- le planétarium pouvant accueillir 120 personnes et le médiateur (débit à atteindre de 30 m³/h selon le Code du Travail + 2160 m³/h d'après le RSDT pour 120 visiteurs).

Le renouvellement d'air est assuré à la fois par 2 CTA (une pour le planétarium et la CTA principal pour les zones d'exposition et le centre de ressource) et par 5 tourelles de ventilation complémentaires, toutes situées en toiture du R+1. Ces systèmes de ventilation ne doivent pas être confondus avec le système de désenfumage qui se met en fonctionnement lors d'un départ de feu. Pour cela, les CTA passent en mode désenfumage (l'extraction et le soufflage deviennent alors du désenfumage à 100 %) et les tourelles de désenfumage se mettent en fonctionnement. Le désenfumage n'est pas étudié dans ce projet.

Partie administrative (rez-de-chaussée, entresol et R+1)

La partie administrative peut être considérée comme une zone autonome avec une ventilation simple flux hygroréglable dont le moteur est situé dans une tourelle VMC en toiture. Les bureaux visités de la partie administrative ont des réglettes d'entrée d'air et le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres est toléré par le Code du Travail. L'extraction est située dans les sanitaires de l'entresol (2 bouches d'extraction) et dans la zone de détente où les repas sont pris (1 extraction). Lors de la visite, des mesures ont été réalisées à chacune des 3 bouches : les débits mesurés étaient nuls ou très faibles et les dépressions à 0 Pa (ou presque). Les mesures de débit ne signifient pas grand-chose, la ventilation étant hygroréglable : les débits varient en fonction de l'humidité relative de l'air ambiant. Cela peut expliquer des débits faibles (à noter que ceux-ci sont tout de même très faibles). Il convient donc de regarder plutôt la dépression, qui doit se trouver entre 80 et 120 Pa pour un bon fonctionnement pour la plupart des systèmes hygroréglables. Dans ce cas-ci, il n'a pas été possible de déterminer la plage de bon fonctionnement du système car le moteur n'a pas pu être contrôlé et les documents techniques n'étaient pas à disposition. Néanmoins, une dépression avoisinant les 0 Pa trahit un mauvais fonctionnement du moteur d'extraction. Il conviendrait de vérifier le fonctionnement de ce moteur qui semble être hors service. **Le moteur d'extracteur n'a pas pu être localisé lors des visites avec l'équipe technique. Il convient de le localiser au**

plus tôt pour le remettre en service.

Les agents laissent leur bureau ouvert sur le couloir pour une majorité d'entre eux. De plus, certains ouvrent leur fenêtre, ce qui permet d'assurer un minimum de renouvellement d'air malgré le mauvais fonctionnement du système mécanique.



Illustration 77: Fenêtre d'un bureau avec entrée d'air



Illustration 78: Bouche d'extraction très légèrement sale des sanitaires de l'entresol

Voici un résumé des mesures ou constatations réalisées dans cette zone :

Sanitaires de droite (hommes) :

Débit mesuré : entre 0 et 8 m³/h (juin) // 35 m³/h (novembre) => ce débit ne signifie pas grand-chose car la ventilation est hygro-réglable

Dépression : environ 0 Pa (juin) **cette ventilation doit être réparée** // 0 Pa (novembre) : **soufflage au lieu d'extraction ! => cette ventilation doit être réparée**

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : vérifier le bon fonctionnement du moteur, bouche légèrement sale

Nature : extraction hygro-réglable permanente

Présence de réglette d'entrée d'air dans les pièces principales (bureaux)

Sanitaires de gauche (femmes) :

Débit mesuré : entre 0 et 15 m³/h (juin) // 33 m³/h (novembre) => ce débit ne signifie pas grand-chose car la ventilation est hygro-réglable

Dépression : environ 0 Pa (juin) **cette ventilation doit être réparée** // 0 Pa (novembre) : **soufflage au lieu d'extraction ! => cette ventilation doit être réparée**

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : vérifier le bon fonctionnement du moteur, bouche légèrement sale

Nature : extraction hygro-réglable permanente

Présence de réglette d'entrée d'air dans les pièces principales (bureaux)

Zone de détente :

Débit mesuré : environ 0 m³/h (juin) // entre 13 et 17 m³/h (novembre) => ce débit ne signifie pas grand-chose car la ventilation est hygro-réglable

Dépression : environ 0 Pa (juin) **cette ventilation doit être réparée** // 0 Pa (novembre) : **soufflage au lieu d'extraction ! => cette ventilation doit être réparée**

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : vérifier le bon fonctionnement du moteur, bouche propre

Nature : extraction hygro-réglable permanente

Présence de réglette d'entrée d'air dans les pièces principales (bureaux)

En résumé, les points noirs de cette zone sont les suivants :

- aucune dépression à chacune des 3 bouches d'extraction et en novembre, soufflage au lieu d'extraction : le renouvellement de l'air n'est donc pas assuré par ce mode de ventilation.

Rez-de-chaussée (hors partie administrative)

La ventilation du rez-de-chaussée est assurée par la CTA principale, sauf pour les salles de TP/ espaces pédagogiques (CTA via les ventilo-convecteurs+extraction VMC), les sanitaires et les locaux techniques à l'arrière du bâtiment. Ces locaux possèdent chacun une ventilation spécifique dont l'extracteur se situe en toiture (touvelles VMC).

Une grande partie de ces zones a pu être visitée en juin : 1 salle de l'espace pédagogique n'était pas accessible.

Les salles de TP et un espace pédagogique ont pu être visités en juin et un autre espace pédagogique en novembre : en juin, il y avait une odeur de renfermé malgré 2 grilles de ventilation au plafond vers les fenêtres et les 2 bouches d'extraction vers la porte (dans chacune de ces salles). D'après les plans, les grilles de ventilation positionnées à côté des fenêtres sont reliées aux ventilo-convecteurs, eux-mêmes reliés à la CTA pour un conditionnement chaud/froid. Néanmoins, une des grilles sert à l'extraction et l'autre au soufflage, mais elles sont positionnées l'une à côté de l'autre, ce qui crée un court



circuit du flux d'air (mesure non possible à cause de la taille des grilles mais peu ou pas d'air ne semblait circuler par ce biais le jour de la visite en juin). Si ce système sert au renouvellement d'air (ce qui ne semble pas être le cas), l'efficacité de ce système est mis en doute. *A priori*, seules les bouches d'extractions situées côté couloir servent spécifiquement au renouvellement d'air. La ventilation est une simple flux auto-réglable (à débit constant). Dans ces locaux, les murs sont peints, il y a un faux plafond et des fenêtres, et pas de réglette d'entrée d'air (ceci n'est pas anormal s'il y a une extraction).

Les débits mesurés aux bouches sont très faibles (en juin), et ne sont pas à la hauteur des débits théoriques attendus sur plan ($8 \times 135 + 60 \text{ m}^3/\text{h} = 1170 \text{ m}^3/\text{h}$) (attention toutefois, ces débits théoriques ne sont probablement pas tout à fait justes) et sont largement inférieurs à ceux attendus par le Code du Travail et le RSDT. Après vérification en juin, le moteur d'extraction situé sur le toit n'était pas en fonctionnement. Une remise en fonctionnement n'a pas pu être effectuée le jour même (problème technique, réparation nécessaire).

En novembre, seuls les débits de l'espace pédagogique 1 (groupe 3) ont été mesurés :

- $58 \text{ m}^3/\text{h}$ (bouche de gauche) ;
- $66 \text{ m}^3/\text{h}$ (bouche de droite).

Ces débits extraits, bien que loin des débits théoriques indiqués sur plan (qui sont *a priori* trop élevés), ne sont pas négligeables, contrairement aux débits mesurés en juin dernier. Le système de VMC a été réparé.



Illustration 79: Renouvellement d'air en salle de travaux pratiques (grilles des ventilo-convecteurs à gauche et bouche d'extraction à droite)



Illustration 80: Moteurs d'extraction reliés aux salles du rez-de-chaussée (gauche : salles de travaux pratiques/salles pédagogiques et droite : sanitaires centraux)

Un second moteur d'extraction est relié aux bouches des sanitaires centraux du rez-de-chaussée. Dans les sanitaires accessibles aux personnes à mobilité réduite, nous trouvons 2 bouches d'extraction, du carrelage mural en partie, le reste du mur étant peint.

A noter que dans le couloir règne une forte odeur pouvant être du formaldéhyde.

En juin, les débits mesurés à 6 des 10 bouches des sanitaires (accessibles, femmes et hommes) sont plus faibles de 40 % en moyenne par rapport aux débits attendus sur plan (attention, les débits théoriques ne sont probablement pas tout à faits justes) ($123 \text{ m}^3/\text{h}$ au lieu de $210 \text{ m}^3/\text{h}$ attendus théoriquement sur les 6 bouches mesurées, sachant que le débit des 10 bouches doit être de $355 \text{ m}^3/\text{h}$ en théorie).

En novembre, les débits sont sensiblement identiques (un seul débit mesuré est plus faible, dans les sanitaires des hommes : $102 \text{ m}^3/\text{h}$ atteints sur les 6 bouches de ventilation).

Le 3^{ème} extracteur desservant le rez-de-chaussée est relié à l'espace technique de l'arrière du bâtiment et à 3 bouches d'extraction (douche / aquarium). Cette zone est très aérée car la grande porte reste souvent ouverte. Elle n'est pas correctement représentée sur le plan : il n'est donc pas possible de connaître le débit théoriquement attendu. La zone des aquariums est par conséquent humide et chaude. Etant donnée l'aération via la porte, cela ne pose pas de problème particulier mais une odeur forte règne tout de même. En juin, il n'a pas été possible de réaliser une mesure dans cet espace car les extracteurs sont très hauts mais la ventilation s'entend à l'oreille. En novembre, cet espace était fermé.



Un local électrogène est situé à côté du local technique du fond : ce matériel est utile uniquement pour la sécurité incendie, car il est un relais en cas de panne d'électricité. A proximité, un petit local technique contenant 2 climatisations et des onduleurs est présent.

Le rez-de-chaussée comprend également une salle d'exposition temporaire où règne une forte odeur de COV. Les murs sont peints, le plafond a un flochage, le sol est recouvert d'un revêtement plastique. 3 cassettes de chaud/froid sont reliées à des grilles donnant sur l'extérieur. Les expositions peuvent durer jusqu'à 6 mois dans cet espace et sont donc régulièrement renouvelées, avec des émissions nouvelles de COV car des agencements différents sont réalisés à chaque exposition. La CTA assure la ventilation de cette zone tandis que 2 hottes assurent le rafraîchissement.



Illustration 83: Salle d'exposition temporaire

Dans le centre de ressource, 4 hottes blanches assurent le rafraîchissement, et 2x2 grilles au fond de la pièce sont reliées à des ventilo-convecteurs (extraction et soufflage à proximité, *a priori* uniquement pour le pré-chauffage et le refroidissement). Un faux-plafond est présent, le sol est en plastique, les murs sont peints. Cette zone a une forte odeur de renfermé.





Illustration 84: Centre de ressource au rez-de-chaussée

Enfin, le local onduleur est refroidi en permanence et l'accueil servant également de boutique ne possède pas de ventilation particulière.

Salle groupe 1 (ou TP2 sur plan) :

Débit mesuré : 16 m³/h (bouche de gauche) et 4 m³/h (bouche de droite)

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : moteur HS en juin, en fonctionnement en novembre, bouche propre

Nature : extraction auto-réglable

Pas de réglette d'entrée d'air

Salle groupe 2 (ou TP1 sur plan) :

Débit mesuré : 4 m³/h (bouche de droite)

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : moteur HS en juin, en fonctionnement en novembre, bouche propre

Nature : extraction auto-réglable

Pas de réglette d'entrée d'air

Salle groupe 3 (ou Espace pédagogique 1 sur plan) : en novembre

Débit mesuré : 66 m³/h (bouche de droite) / 58 m³/h (bouche de gauche)

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : moteur HS en juin, en fonctionnement en novembre, bouche propre

Nature : extraction auto-réglable

Pas de réglette d'entrée d'air



Sanitaires accessibles aux personnes à mobilité réduite :

Débit mesuré : 19 m³/h en juin (bouche de droite sur le plan) // 15 m³/h en novembre, au lieu des 45 m³/h théoriques sur plan attendus. **Attention, le débit de la bouche de gauche était nul en novembre**

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : moyen, bouche propre

Nature : extraction auto-réglable

Sanitaires hommes (de gauche à droite) :

Débites mesurés : 21 m³/h (bouche du bas sur le plan) en juin // 8 m³/h en novembre, au lieu des 20 m³/h théoriques sur plan attendus, 25 m³/h en juin (bouche du haut sur le plan) // 23 m³/h en novembre, au lieu des 30 m³/h attendus

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : moyen, bouche propre

Nature : extraction auto-réglable

Sanitaires femmes (de gauche à droite) :

Débites mesurés : 26 m³/h en juin (bouche de gauche sur le plan) // 24 m³/h en novembre, au lieu des 45 m³/h théoriques attendus sur plan, 15 m³/h en juin (bouche suivante sur le plan) // 15 m³/h en novembre, au lieu des 35 m³/h théoriques sur plan attendus, 17 m³/h en juin (avant-dernière bouche sur le plan) // 17 m³/h en novembre, au lieu des 35 m³/h théoriques sur plan attendus

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : moyen, bouche propre

Nature : extraction auto-réglable

Local technique :

Débit mesuré : 27 m³/h en juin (douche), les débits des autres bouches n'ont pas pu être mesurés.

Fréquence de nettoyage : jamais (*a priori*)

Etat : moyen, bouche propre

Nature : extraction auto-réglable

Il est rappelé que les débits théoriques sur plan ne sont probablement pas les bons, mais ils permettent d'avoir une base de comparaison, à défaut d'avoir les véritables débits théoriques attendus.

En résumé, les points noirs de cet étage sont les suivants :

- utilité des ventilo-convecteurs non connue (entrées d'air ?) ;
- extracteurs des salles TP/espace pédagogique HS en juin mais réparé en novembre ;
- débits des sanitaires centraux 40 % plus faible par rapport aux débits théoriques attendus ;
- le centre de ressource est un local fermé et peu aéré avec diverses sources de pollution (moquette, livres, etc.) ;
- les locaux de stockage et de ménage ne sont pas ventilés.



1^{er} étage :

Au 1^{er} étage, les salles d'exposition permanente ont un plafond en béton brut ou un faux plafond, les murs peuvent être peints, recouverts d'une toile ou d'un tissu ou encore en plastique selon les endroits. Le sol est soit plastifié, en bois stratifié ou recouvert de dalles bitumineuses ou plastiques. Quelques poissons sont présents dans un aquarium, mais cela est négligeable au regard du volume de l'exposition permanente.

Dans le local épilogue, le sol est en plastique, les murs sont en partie plastiques et en partie haute en paille compressée (une partie des murs et le plafond).

Ainsi, dans ces salles d'exposition permanente, de nombreux revêtements peuvent être des sources de polluants de l'air, tels que de la moquette, un revêtement de sol bitumineux, etc.

Cette zone est ventilée en double flux par la CTA principale : diverses grilles de reprise et de soufflage sont disposées dans les expositions, au plafond. En théorie, la CTA peut reprendre en extraction jusqu'à 28000 m³/h (extraction, 5x5600 m³/h) dans la zone principale et 2000 m³/h dans l'épilogue et souffler jusqu'à 28000 m³/h (14x2000 m³/h) dans la zone principale et 2000 m³/h dans l'épilogue, d'après les plans. Ces débits théoriques sont très importants et sont probablement surdimensionnés (les débits théoriques ne sont probablement pas tout à fait justes). Ce sont les débits *maxima* qui peuvent être atteints par la CTA, notamment en cas de désenfumage (l'extraction et le soufflage passent en mode extraction). En fonctionnement normal, un débit plus faible est attendu (1800m³/h minimum pour 100 personnes d'après le RSDT).

Les mesures réalisées sur place ont quelques limites : les grilles sont tellement grandes que le cône ne pouvait pas recouvrir l'intégralité de chaque grille dans la salle d'exposition principale et aucune mesure n'a été possible dans l'épilogue. De plus, toutes les grilles n'étaient pas accessibles (poteaux ou aménagements devant). Quelques mesures ont été réalisées afin d'estimer les débits de soufflage et d'extraction de la zone : 400 m³/h et 360 m³/h en soufflage en juin // 405 m³/h, 440 m³/h et 475 m³/h en novembre (sous-estimé), et 420 m³/h en juin // 415 m³/h en extraction en novembre. Ceci donne 5320 m³/h en juin et 6160 m³/h en novembre en soufflage, et 2100 m³/h en juin et 2075 m³/h en novembre en extraction : la ventilation ne serait donc pas équilibrée (surpression) mais satisfait au RSDT (pour 100 personnes présentes en même temps). Attention toutefois : ces débits sont sous-estimés (conditions de mesure).

L'épilogue bénéficie également d'un brassage d'air naturel avec le rez-de-chaussée via l'espace d'environ 15cm au sol qui existe avec la passerelle.



Illustration 85: Bouches (extraction/soufflage) dans les zones d'exposition permanente

A noter que le local de la régie a un sol en OSB, qui est réputé pour émettre des COV (potentiellement pendant plusieurs années, voire décennies, selon les panneaux OSB).



Illustration 86: Sol de la régie en OSB

Si les grilles de soufflage et d'extraction sont correctement réparties dans la grande zone d'exposition permanente (alternance sur le plan vertical), celles de l'épilogue sont très proches. Cela est dû à une contrainte technique et ne pourra pas être modifié, mais cette configuration peut engendrer un court-circuit d'une partie de l'air soufflé qui pourrait être repris directement par l'extraction.





Illustration 87: Bouches de soufflage et d'extraction très proches dans la zone « Épilogue »

Zoom sur la CTA :

La CTA assure une ventilation double flux dans les zones qu'elle dessert, permet de faire du pré-chauffage grâce à une batterie chaude (*a priori* à température constante), le rafraîchissement grâce à une batterie d'eau froide et également le désenfumage. Un réduit est prévu la nuit. Les puissances de fonctionnement et les maximales ne sont pas connues, les documents techniques n'étant plus consultables.

La CTA permet de faire du recyclage. Le taux de recyclage varie entre 0 et 70 % en fonction de la température. Le maximum est fixé à 70 % pour respecter la réglementation. Plus la température extérieure baisse, plus le taux de recyclage augmente. Ainsi, le recyclage permet de conserver les calories intérieures en hiver et réinjectant une partie de l'air extrait dans le volume intérieur, après l'avoir complétée avec un air neuf provenant de l'extérieur. Cependant, cet air recyclé est déjà un air vicié contenant les polluants que le système de ventilation doit permettre d'évacuer. Ce fonctionnement était très utilisé avant l'avènement des échangeurs thermiques qui permettent désormais de récupérer une très grande partie des calories de l'air extrait tout en reprenant de l'air neuf à 100 %. Actuellement, il n'est plus conseillé de faire du recyclage, mais plutôt d'utiliser des échangeurs thermiques très performants (jusqu'à 95 à 98 % d'efficacité). Ce système est à la fois plus thermiquement efficace qu'un recyclage (même de 70 %) et permet d'assurer une meilleure qualité de l'air intérieur.

Lors de la visite en juin, la CTA principale ne fonctionnait pas correctement : le soufflage ne fonctionnait pas, seule l'extraction était en fonctionnement. Le bâtiment était donc en dépression avant notre intervention. Ce fonctionnement anormal a été signalé et le soufflage a été remis en marche immédiatement.

En novembre, le prestataire Dalkia venait d'intervenir sur la ventilation et avait vérifié son bon fonctionnement. Les mesures ont ainsi pu être réalisées sur une CTA en fonctionnement normal.





Illustration 88: CTA principale

En résumé, les points noirs de cet étage sont les suivants :

- la CTA (datant de 2007) est complexe et semble régulièrement tomber en panne : son fonctionnement n'est pas optimal et ses débits théoriques ne sont pas connus ;
- soufflage et extraction dans la zone épilogue proches l'une de l'autre ;
- les matériaux employés peuvent être fortement émetteurs de COV ;
- taux de recyclage ;
- soufflage arrêté lors de la visite de juin (remis en fonctionnement avant les mesures).

2^{ème} étage :

Au 2^{ème} étage, le couloir, dit salle des pas perdus et dégagement panoramique, est recouvert au sol d'une moquette, ses murs sont peints, et son plafond est recouvert d'un faux-plafond en dalles noires cartonnées (laine de verre compressée). Ces dalles cartonnées posent problème car elle sont très cassantes : en cas de fuite, elles se détériorent. Il n'y a pas de ventilation particulière dans cette zone. Une fuite a été réparée et laissée sécher, mais la peinture est toujours écaillée. *A priori*, cela vient d'une inétanchéité du toit qui a été réparée.





Illustration 89: Fuite dans la salle des pas perdus ayant entraîné une dégradation du mur

Le dôme de l'observatoire a un sol béton peint, pas de ventilation et une aération par les inétanchéités du dôme (qui crée un R+3). Ceci n'est pas suffisant car cet espace est fermé et restreint. Il n'est donc pas suffisamment aéré.

L'observatoire lui-même a un sol plastique, des murs peints, un faux-plafond en dalles polystyrènes classiques et pas de renouvellement d'air spécifique non plus.

2 espaces de sanitaires sont présents au 2^{ème} étage : 1 à proximité du planétarium et un autre au fond de la salle des pas perdus.

Les sanitaires à côté du planétarium devraient avoir un débit de ventilation total de 135 m³/h. Or, sur place, il a été constaté qu'il n'y avait pas d'extraction dans ces sanitaires, ni de fenêtre pour compenser ce manque.

Les sanitaires au fond de la salle des pas perdus ont un débit théorique attendu de 130 m³/h. Sur place, les débits mesurés de la ventilation auto-réglage sont nuls (mesures réalisées sur 3 des 4 bouches d'extraction en juin et en novembre). La localisation du moteur d'extracteur est à rechercher pour réparation (non connue lors des visites).

En résumé, les points noirs de cet étage sont les suivants :

- absence de ventilation dans les sanitaires à proximité du planétarium (ni aucune fenêtre) ;
- débits nuls dans les sanitaires au fond de la salle des pas perdus => moteur d'extraction hors service ;
- aucune ventilation spécifique dans le dôme de l'observatoire.



Planétarium :

Il y a 120 places dans ce planétarium. 4 séances sont jouées par jour et jusqu'à 5 les mercredis ou pendant les vacances avec 30 minutes de pause entre 2 séances. Le sol du planétarium est une moquette datant de 2009 et nettoyée annuellement. Ses sièges sont en tissu et ses décorations en bois. Le bois peut émettre certains COV dans l'air intérieur, selon l'essence de bois utilisé, son âge et ses traitements. L'âge du planétarium limite ce risque. En revanche, la moquette et les sièges stockent facilement la poussière, les acariens, les micro-organismes et peuvent également stocker les COV puis les ré-émettre. D'un point de vue de la qualité de l'air intérieur, ce ne sont pas de bons matériaux ou mobiliers à utiliser. Bien sûr, cette considération est à évaluer en fonction de la qualité acoustique recherchée et du confort des visiteurs. Néanmoins, il est indispensable de continuer l'entretien de la moquette (avec un produit n'émettant pas ou peu de COV) et de veiller à celui des sièges.

Il nous a été rapporté une gêne et une inquiétude du médiateur, et notamment vis-à-vis de la poussière qu'il voit à l'œil nu. Notamment, derrière l'écran du dôme du planétarium, une coursive technique n'est jamais nettoyée et celle-ci est très poussiéreuse. Si cette coursive sert bien à l'extraction de l'air, ceci n'est pas très gênant (l'air est extrait, l'air soufflé étant pris par ailleurs). Cela serait en revanche très mauvais pour la qualité de l'air intérieur si l'air était amené par cette voie.



Illustration 90: Grilles d'extraction dans le planétarium

Zoom sur la CTA :

Comme la précédente, cette CTA assure une ventilation double flux dans les zones qu'elle dessert, en l'occurrence le planétarium, permet de faire du pré-chauffage grâce à une batterie chaude (*a priori* à température constante), le rafraîchissement grâce à une batterie d'eau froide et également le désenfumage. Un réducteur est prévu la nuit. Les puissances de fonctionnement et les maximales ne sont pas connues, les documents techniques n'étant plus consultables. Cette CTA permet également de faire du recyclage, de 0 à 70 %. Les mêmes remarques que pour la première CTA s'appliquent.



Illustration 91: CTA du planétarium



Lors de la visite de juin, la CTA du planétarium était en défaut. Cela a été signalé. En novembre, la CTA venait d'être contrôlée.

Le planétarium est en surpression, c'est-à-dire que la quantité d'air soufflé est légèrement plus élevée que l'air sortant. D'après les techniciens du PLUS, l'air est extrait par les grilles positionnées sous les sièges (reprises d'air) tandis qu'il est soufflé par la coursive du planétarium. Ce fonctionnement très particulier lié à la sécurité incendie (on pourrait s'attendre au contraire à ce que l'air soit soufflé par les grilles sous les sièges) n'a pas été observé lors des 2 visites : à chacune des visites de juin et de novembre, l'air était soufflé par les grilles situées dans le planétarium et l'air était extrait dans la coursive. La CTA venait d'être vérifiée par les techniciens de Dalkia en novembre, ce qui laissait à penser qu'il s'agissait du fonctionnement normal de la CTA. Ce fonctionnement est en effet plus favorable à une bonne qualité de l'air car il évite d'introduire les poussières de la coursive dans le planétarium. Néanmoins, lors de la restitution des résultats le 4 avril, le fonctionnement indiqué par les techniciens du PLUS a bien été observé : l'air était extrait par les grilles sous les sièges et soufflé par les coursives. Ainsi, un appareil peut analyser l'air extrait par les grilles situées sous les sièges afin de vérifier que celui-ci ne contient pas de fumée. Cela permet d'assurer la sécurité incendie du planétarium. Or, **le dôme est recouvert d'un revêtement noir qui se désagrège au niveau des grilles de soufflage situées dans les coursives, entraînant de la poussière dans l'air neuf soufflé. De plus, les coursives sont empoussiérées. Enfin, l'air extrait est en partie recyclé (jusqu'à 70% en hiver). Ces 3 facteurs peuvent expliquer la présence de poussières en suspension dans le planétarium.** Le recyclage est à réduire dans l'immédiat et à supprimer à terme (à remplacer par un échangeur de chaleur entre l'air sortant et l'air entrant). De plus, la présence de moquette et de sièges en tissu captant la poussière peut également accentuer l'empoussièrisme dans le planétarium. Par la suite, il serait intéressant de réaliser des mesures de particules fines dans le planétarium en fonctionnement normal de la CTA.

La ventilation du planétarium est donc assurée par une CTA, elle-même reliée à des petites grilles sur 7 rangées avec 5 à 8 grilles par rangée (extraction). Ces grilles sont évaluées à 51 dans le planétarium.

Sur place, en juin, une mesure a été réalisée sur 4 grilles : le débit d'air (soufflé ce jour là au niveau des grilles) était de 50 m³/h par grille, les autres n'étant pas accessibles avec le cône de mesure. Ainsi, par extrapolation, l'air soufflé (ce jour là) s'élèverait à 2550 m³/h environ. Le débit d'air extrait (ce jour là) serait légèrement plus faible que 2550 m³/h (planétarium en surpression). Tout ceci satisfait au RSDT et au Code du Travail.

En novembre, 6 grilles ont été testées. Les débits mesurés étaient respectivement de 52 m³/h, 58 m³/h, 57 m³/h, 51 m³/h, 57 m³/h et de 51 m³/h, ce qui donne un débit moyen de 54 m³/h. Le débit total soufflé (ce jour là) était alors estimé à 2771 m³/h.

Le soufflage (en fonctionnement normal) en coursive est situé en hauteur : il n'a pas été possible de le mesurer.

En résumé, les points noirs de cette zone sont les suivants :

- la CTA (datant de 2007) est complexe, semble tomber régulièrement en panne et les débits théoriques à atteindre ne sont pas connus ;
- taux de recyclage ;
- CTA en défaut le jour de la visite de juin puis en fonctionnement inversé.

Pour terminer, certains espaces sont sans fenêtre : le hall (les grandes baies du hall ne s'ouvrent pas), certaines circulations horizontales, les sanitaires, les salles d'exposition ou encore certains locaux techniques n'ont pas de fenêtre par exemple.



**Analyse des
procédures de
maintenance et
d'entretien de ces
systèmes**

La maintenance du système de chauffage, de refroidissement et des CTA est réalisée par la société Dalkia. Les contrats n'ont pas pu être consultés mais le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) et son annexe 2 ont été fournies.

Dans le CCTP, il est écrit que « [les moyens minimaux demandés au titulaire] ne sont pas limitatifs, en particulier en ce qui concerne l'entretien préventif ». De plus, il est demandé à ce que « le titulaire [organise] tous les essais ou visites qu'il convient d'effectuer pour contrôler le fonctionnement des équipements et installations et pour améliorer les performances des équipements » et que « Le titulaire devra planifier ses interventions et en rendre compte préalablement au Maître d'ouvrage ».

Dans l'annexe 2, les points de contrôles suivants sont demandés :

* Extraction et désenfumage (fréquence annuelle) :

- contrôle du jeu des roulements ;
- contrôle échauffement du moteur ;
- lubrification ;
- nettoyage et dégraissage des hottes et des gaines ;
- contrôle électrique ;
- **nettoyage des bouches d'extraction (les bouches légèrement encrassées peuvent s'expliquer par ce nettoyage avec une fréquence annuelle).**

* Centrale de traitement d'air (fréquence annuel, sauf mention contraire) :

- nettoyage et/ou remplacement des filtres (fréquence mensuelle et avec fourniture) ;
- nettoyage des caissons ;
- vérification de la régulation ;
- contrôle de la courroie du ventilateur ;
- nettoyage du ventilateur ;
- contrôle des volets d'air avec lubrification ;
- nettoyage de la batterie chaude ;
- contrôle des joints et fermeture des portes ;
- contrôle des fixations ;
- contrôle électrique.

Enfin, il serait intéressant de comparer la réponse de l'entreprise au cahier des charges afin de s'assurer que les demandes mises au CCTP ont été intégralement prises en compte dans la réponse du prestataire.

Malgré cet entretien, les CTA ne fonctionnent pas toujours correctement. D'après les techniciens du PLUS, des visites trimestrielles sont prévues au contrat afin de vérifier le bon fonctionnement des CTA (visite annuelle demandée dans le CCTP – annexe 2). Un suivi plus précis est probablement nécessaire afin d'assurer une bonne remise en marche des systèmes qui sont vieillissants. De plus, aucun nettoyage des gaines de soufflage ou d'extraction n'est prévu. Un nettoyage régulier est pourtant nécessaire afin d'assurer une bonne qualité de l'air. Un nettoyage bi-annuel des bouches (soufflage et extraction) est également recommandé. Enfin, en juin, certains éléments des CTA ne semblaient pas fonctionner correctement malgré une intervention récente du prestataire avant notre visite estivale (CTA en défaut, extracteurs HS, volet de la CTA principal HS, etc.).

Il n'y a pas de procédure spécifique pour la légionellose qui est en place, l'eau chaude sanitaire étant produite par des ballons d'eau chaude instantanés.

Enfin, il existe un marché spécifique de nettoyage et d'entretien avec la société Agenor pour l'ensemble du site.



Analyse des modes d'entretien des locaux

Le planning de nettoyage a été donné en décalage (16/02/2017) par l'intermédiaire d'un agent du PLUS car les employés en charge de l'entretien n'étaient pas présents sur le site les jours de visite.

L'entreprise Agenor a un contrat avec le PLUS pour réaliser le nettoyage du site. Les produits utilisés ont pu être repérés en se rendant dans le local de stockage des produits d'entretien. Le contrat d'entretien concerne les parties suivantes :

- les parties communes ;
- les zones accessibles au public ;
- les salles de TP ;
- les bureaux.

Dans les parties communes, le balayage et le lavage des sols est réalisé tous les jours (sauf le lundi), les sols sont cirés une fois par an, les murs sont nettoyés 1 fois par mois et les surfaces sont nettoyées tous les jours à l'eau, sans détergent (meubles, bureaux) au cours de la journée (si possible le matin avant l'occupation des locaux). Les poubelles sont ramassées tous les jours.

Dans les bureaux, le sol est balayé (gaze) tous les jours au cours de la journée.

Dans les zones accessibles au public et les salles de TP, les sols sont nettoyés tous les jours avant l'occupation des locaux (le matin) (balayage gaze et à l'eau).

Dans le bâtiment, des détergents sont utilisés pour laver le sol tous les 2 jours, autant que possible le matin avant l'occupation des locaux.

De plus, les vitrages intérieurs sont nettoyés une fois par semaine et les vitrages extérieurs une fois par an.

Si possible, il serait préférable de limiter l'usage de détergent le matin (continuer à limiter leur usage comme cela est déjà fait et lorsqu'ils doivent être utilisés, le faire en fin de journée pour que les polluants soient évacués le soir et la nuit, avant le retour des occupants).



Illustration 92: Gaze utilisée pour balayer et nettoyer le PLUS

A noter que l'encombrement du sol et des bureaux peut gêner le ménage.

Les pièces sont aérées après le ménage afin de les laisser sécher. Cela permet également d'évacuer les polluants. Cette bonne pratique est à conserver.

Enfin, il y a eu des rongeurs dans le local technique du sous-sol mais aucun traitement chimique n'a été utilisé. De plus, les occupants se sont plaints d'odeurs d'égout. Une remontée écrite de ce type de problème permet de tracer les plaintes.

A priori, l'eau de javel n'est pas utilisée dans ce bâtiment.

Les produits d'entretien utilisés sont également de la marque Pollet. Cette marque propose différentes gammes : EchoClean est leur gamme premier prix pour les besoins de base (aucun label). Cette gamme est utilisée pour le détartrant des sanitaires et pour le gel des sanitaires (le produit est corrosif). PolTech est une gamme de chimie traditionnelle pour des besoins spécifiques (aucun label). Elle est utilisée pour le nettoyage des inox et robinetterie, des vitrages (le produit est inflammable), des WC et des sols et surfaces (tâches tenaces). PolGreen est leur gamme à certification écologique (Ecolabel européen notamment). Cette gamme est utilisée uniquement pour le nettoyage du mobilier. Enfin, leur gamme PolBio répond à des besoins spécifiques mais avec des solutions biologiques. Cette gamme n'est pas utilisée sur le site. Ainsi, seul le nettoyage du mobilier est réalisé avec un produit d'entretien certifié. Il est conseillé (comme le demande par ailleurs le marché public de la CUD) d'utiliser de préférence des produits certifiés.

Attention, il ne faut pas confondre produit écologique (non nuisible pour l'environnement) et produit sain (non nuisible pour la santé). La présence d'un écolabel ne garantit pas de faibles émissions dans l'air mais reste tout de même un bon atout environnemental. Il est important de veiller à l'obtention d'un label lié à qualité de l'air intérieur et à la réduction des émissions nocives pour la santé. Pour cela, la Communauté Urbaine de Dunkerque a précisé, dans son CCTP, la demande suivante : « Afin de respecter les exigences en matière de qualité de l'air intérieur, la collectivité souhaite des produits qui ne dégagent pas d'odeurs/parfum, notamment à base de terpène source de dégagement de COV. Elle souhaite également que dans son mémoire technique le candidat expose les dangers respiratoires potentiels en cas de mélange avec son produit. » Cette démarche est un bon début pour limiter les émissions de COV.

D'autres produits d'entretien qui ne sont pas de la marque Pollet sont utilisés. Ainsi, des cubes nettoyants pour urinoirs sont utilisés (produit irritant), du désodorisant Pandara (produit inflammable) est retrouvé en libre service dans les sanitaires, du savon à main de la marque API est proposé aux visiteurs et un produit de EcoVER Professionnal, Flo Hand Wash *a priori* écologique est trouvé dans le local.

Il est conseillé de limiter l'usage des désodorisants qui contiennent beaucoup de polluants de l'air, et de ne plus les laisser en libre service dans les sanitaires.





Illustration 93: Produits d'entretien utilisés (de gauche à droite et de haut en bas : produit WC et surfaces / crème inox et robinetterie – pulvérisateur / produit pour vitrages – pulvérisateur / détergent pour tâches tenaces sur sols et surfaces – pulvérisateur / cubes pour urinoirs / désodorisant / crème pour les mains)

Enfin, comme nous l'avons évoqué précédemment, des pictogrammes de danger sont affichés dans le local de ménage afin de prévenir les usagers des risques liés aux produits utilisés. Cette bonne pratique est à conserver.





Illustration 94: Pictogrammes de danger affichés dans le local de ménage au rez-de-chaussée

Analyse des modes d'occupation

Le PLUS comptabilise 70 000 visiteurs par an et une équipe de 20 permanents. Les visiteurs sont plus nombreux durant les périodes de mauvais temps car le site est un lieu clos.

Les lieux sont ouverts au public du mardi au vendredi de 9h à 18h30 et les samedis, dimanches et jours fériés de 14h à 19h.

Le sous-sol n'est pas occupé spécifiquement car il s'agit d'un étage technique.

Au rez-de-chaussée et au 1^{er} étage, la partie administrative est occupée durant la semaine aux horaires de bureaux, tandis que la partie plus ancienne accueille les visiteurs selon les horaires indiqués ci-dessus. Les salles d'exposition sont occupées en continu par des visiteurs qui progressent à leur rythme : ils restent en moyenne 1h30 par zone maximum. Les salles de TP sont occupées par des groupes de manière ponctuelle. Les horaires ne sont pas connus.

L'entresol est un étage administratif qui est occupé 5 jours sur 7 durant des horaires de bureaux.

Le 2^{ème} étage est accessible au public. Le planétarium a une occupation spécifique : il peut contenir jusqu'à 120 personnes durant 1h15 (durée d'une séance). Les jours de forte occupation, 30 minutes de pause sont faites entre 2 séances. Les circulations horizontales sont occupées de manière transitoire.

Ce bâtiment est donc occupé de manière très différente d'une zone à l'autre : des zones de bureaux dans lesquels les agents travaillent toute la journée côtoient des zones de travaux pratiques occupées plusieurs heures régulièrement, des zones d'exposition occupées de manière quasi-continue par des visiteurs en mouvement, un planétarium fortement occupé durant 1h15 par intermittence ou encore des circulations occupées de manière transitoire.



Sources potentielles de pollution

Sources de pollution externes :

Le site est situé en zone périurbaine, en centre-bourg d'un village à proximité de la ville. Le PLUS est situé à proximité immédiate de différents parking extérieurs ouverts, une station service est située à 200 m et une centrale électrique et d'onduleurs du PLUS.

De plus, la zone géographique situe le PLUS à quelques kilomètres de diverses usines.

Sources de pollution interne :

L'extension date de 2009. Le bâtiment plus ancien est antérieur à 1997. D'après les deux rapports de repérages datant respectivement de 1999 et de 2003 (*Recherche de matériaux contenant de l'amiante*, Elyfec, 30/03/1999, *Rapport de repérage étendu aux matériaux et produits susceptibles de contenir de l'amiante : intégration au dossier technique amiante du bâtiment*, Bureau Veritas, 26/11/2003), le site ne contient pas d'amiante. A noter que lors du premier repérage, des prélèvements ont été réalisés sur le faux-plafond et les flocages sous-plafond du hall d'entrée, et sur le flocage plafond de la salle du système solaire. Ce rapport se concentrait sur les matériaux de la liste A (flocage, calorifugeage et faux-plafond). Aucune fibre d'amiante n'a été retrouvée dans les matériaux ou dans la colle. Le deuxième rapport étend son périmètre aux matériaux de la liste B (joints, panneaux, enduits, revêtements de sol, etc.). Aucun prélèvement n'a été effectué pour ce rapport qui conclue également par l'absence d'amiante sur le site. **Une mise en garde est cependant ajoutée sur les joints et autres éléments de la chaudière pour lesquels aucune conclusion n'a pu être établie et où aucun prélèvement n'a été effectué. Ces prélèvements devront être réalisés en cas de travaux.**

De la condensation est couramment constatée sur les fenêtres de la partie administrative (notamment au rez-de-chaussée), diverses fuites d'eau au rez-de-chaussée dans la partie administrative ont du être réparées : un problème d'étanchéité de la toiture terrasse a engendré une fuite au R+2. Cela a créé quelques dégradations. Néanmoins, cette fuite a été réparée, les matériaux les plus dégradés ont été retirés et les autres sont restés à l'air libre afin de sécher (avant réparation). Cela a permis d'éviter de futures pathologies liées à un emprisonnement de l'humidité.



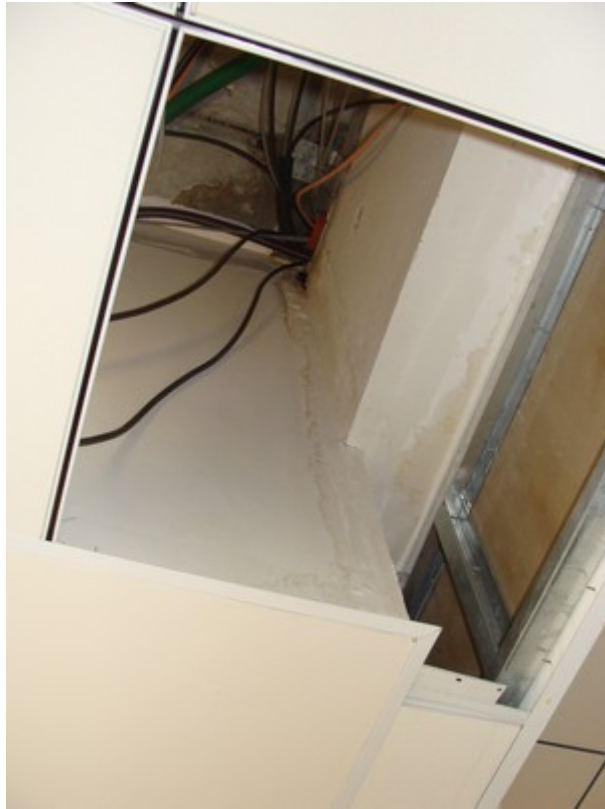


Illustration 95: Fuite d'eau ayant dégradé un plafond (matériaux enlevés et laissé à l'air libre pour séchage)

Des moisissures ont déjà été constatées dans les bureaux mais ce problème semble avoir été résolu. Aucune trace de moisissure n'a été constatée lors des visites.

Le bâtiment est également équipé de Wi-Fi, qui peut constituer une source de pollution par ondes électromagnétiques.

De plus, la partie administrative du bâtiment est équipée d'imprimantes et de photocopieurs professionnels. Il est à noter que ces équipements doivent être, autant que possible, installés dans des locaux spécifiques et ventilés car ils peuvent émettre des polluants, et notamment de l'ozone. Cette pratique est respectée ici.





Illustration 96: Photocopieur pouvant émettre de l'ozone, installé dans une pièce spécifique

Les matériaux de décoration et les revêtements de sol ou de mur ou de plafond peuvent également être des sources de polluants. Par exemple, dans les salles d'exposition du R+1, des revêtements de sol bitumineux ou plastiques ou encore en OSB, des revêtements de murs plastiques, bitumineux, ou en toile peuvent émettre ou ré-émettre (tissu) des COV. De même, le planétarium est recouvert de moquette et les sièges sont en tissu pour être confortables. Ces matières peuvent capter les COV, les poussières ou les micro-organismes et ré-émettre par la suite les polluants, ce qui en fait des sources indirectes. Les éléments en bois (notamment en bois reconstitué) peuvent également émettre des COV.

Enfin, les activités exercées dans le PLUS (et notamment les expériences lors des travaux pratiques) peuvent également engendrer des polluants de l'air.



Illustration 97: Salle de travaux pratiques ou espace pédagogique



Illustration 98: Salle de travaux pratiques


Repérage sur plan Voici le repérage des points noirs sur plan :





Illustration 99: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le PLUS, rez-de-chaussée. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende

 Bouche d'extraction

 Point noir

1. Utilité des ventilo-convecteurs non connue (entrées d'air ?) ;
2. Extracteurs des salles TP/espace pédagogique hors service en juin mais réparés en novembre ;
3. Débits des sanitaires centraux 40 % plus faible par rapport aux débits théoriques attendus ;
4. Le centre de ressource est un local fermé et peu aéré avec diverses sources de pollution (moquette, livres, etc.) ;
5. Les locaux de stockage et de ménage ne sont pas ventilés.

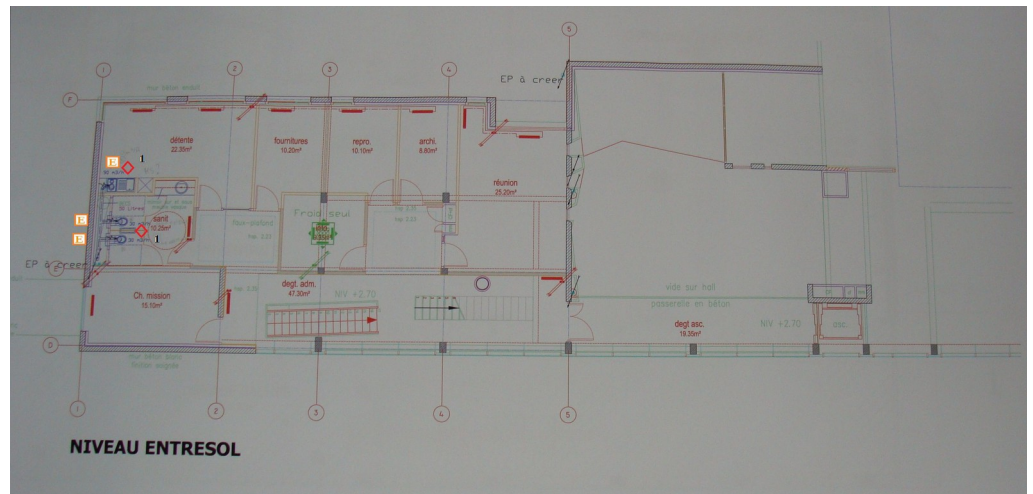


Illustration 100: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le PLUS, entresol. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende

 Bouche d'extraction

 Point noir

1. En juin, aucune dépression à chacune des 3 bouches d'extraction en juin et soufflage au lieu d'extraction en novembre : le renouvellement de l'air n'était donc pas assuré par ce mode de ventilation



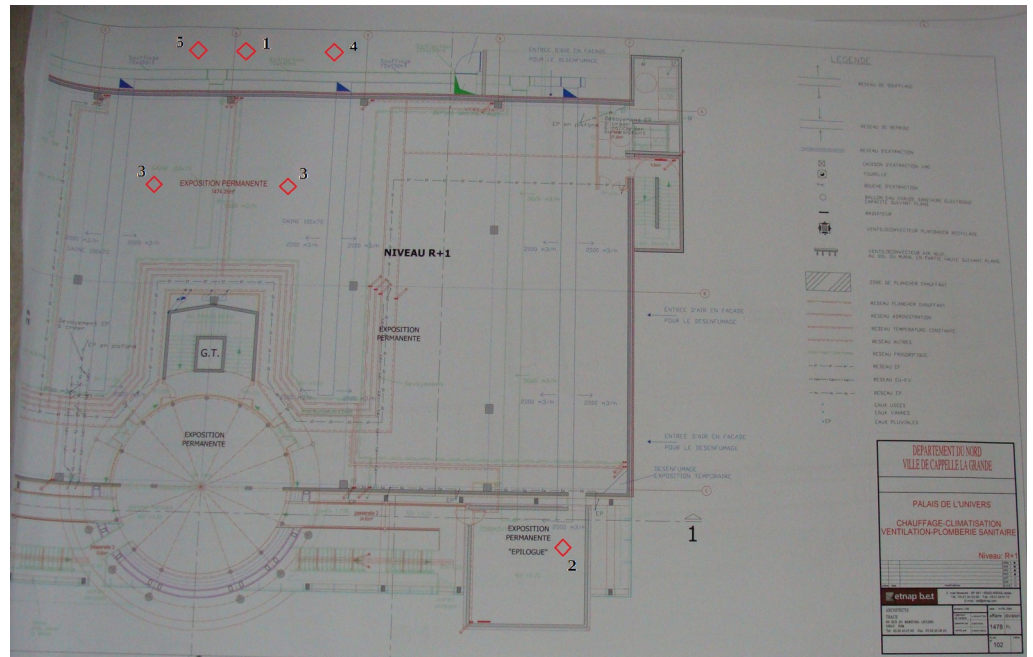



Illustration 101: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le PLUS, 1^{er} étage. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende

 Bouche d'extraction

 Point noir

1. La CTA principale (de 2007) est complexe, semble régulièrement tomber en panne : son fonctionnement n'est pas optimal et ses débits théoriques ne sont pas connus ;
2. Soufflage et extraction dans la zone épilogue proches l'une de l'autre ;
3. Les matériaux employés peuvent être fortement émetteurs de COV ;
4. Taux de recyclage ;
5. Soufflage arrêté lors de la visite de juin (remis en fonctionnement avant les mesures).



Illustration 102: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le PLUS, 2^{ème} étage. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende

 Bouche d'extraction

 Point noir

1. Absence de ventilation dans les sanitaires à proximité du planétarium (aucune fenêtre) ;
2. Débits nuls dans les sanitaires au fond de la salle des pas perdus => moteur d'extraction hors service ;
3. Aucune ventilation spécifique dans le dôme de l'observatoire.
4. La CTA du planétarium (de 2007) est complexe, son mode d'entretien ne semble pas être satisfaisant car son fonctionnement n'est pas optimal et ses débits théoriques ne sont pas connus ;
5. Taux de recyclage ;
6. CTA en défaut le jour de la visite de juin puis en fonctionnement inversé (juin et novembre).

Résultats des mesures

La mesure de tous les paramètres dans ce bâtiment a été réalisée lors d'une campagne estivale du lundi 27 juin au lundi 4 juillet, et lors d'une campagne hivernale, du 14 novembre au 21 novembre (deux sites supplémentaires ont été instrumentés du 28 novembre au 5 décembre, le bureau des réservations et une salle de TP1). Cela représente 6 jours entiers de données exploitées par campagne.

Localisation des sites de mesures

Deux salles ont été équipées d'un appareil Nemo.

La première salle correspond au Planétarium (Illustration 103 et Illustration 104).

La seconde salle correspond au Bureau.



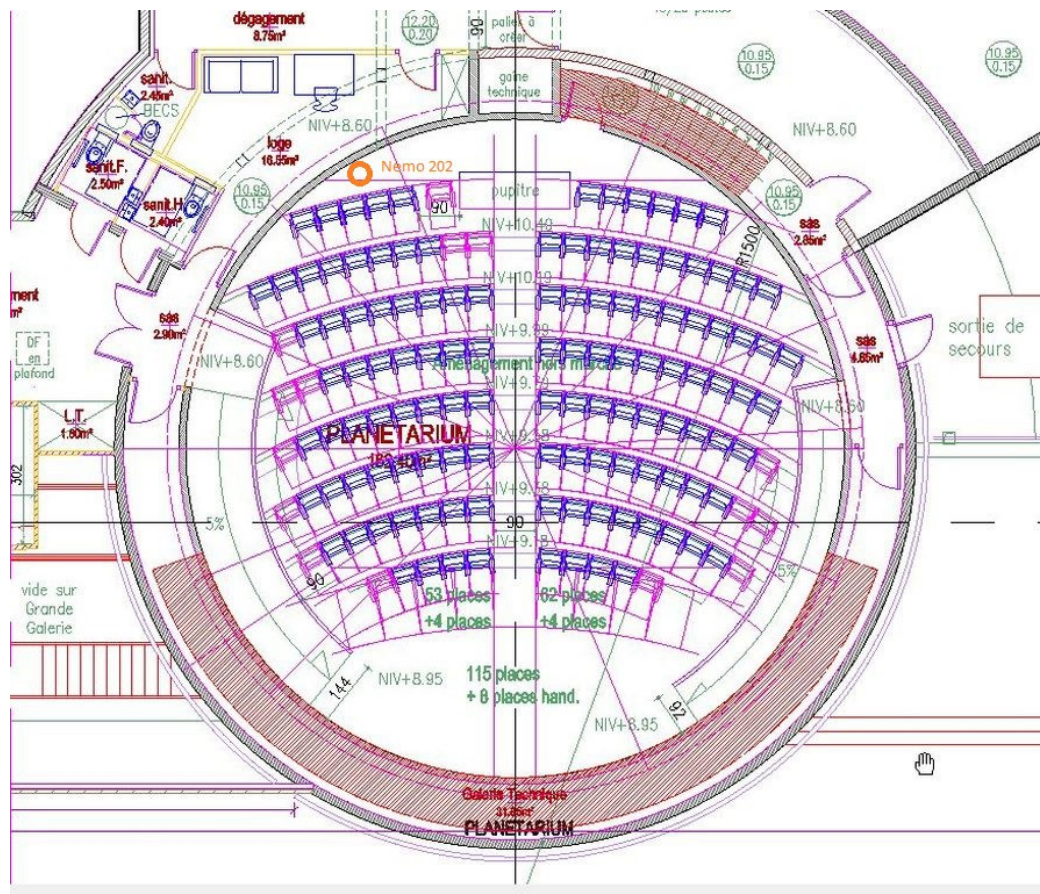


Illustration 103: Plan de situation du Nemo – Planétarium. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

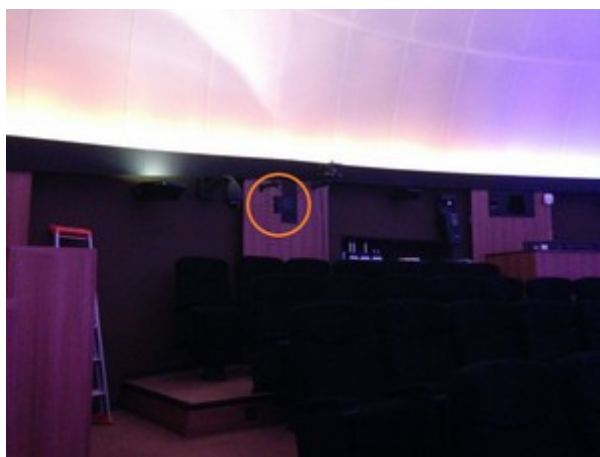


Illustration 104: Nemo – Planétarium

Suivi des paramètres de confort

Les résultats sont présentés du Tableau 25 au Tableau 28 et de l'illustration 105 à l'illustration 112, en température et en humidité relative dans les locaux étudiés du Palais de l'Univers et des Sciences.

Concernant le planétarium, les moyennes sont :
pour la période estivale de :



- 25,5 °C (minimum : 24 °C ; maximum : 28 °C) pour la température,
- 46,7 % (minimum : 41 % ; maximum : 50 %) pour l'humidité relative.

Pour la période hivernale de :

- 20,8 °C (minimum : 19°C ; maximum : 24°C) pour la température,
- 48,1 % (minimum : 40% ; maximum : 58%) pour l'humidité relative.

Soit pour la période totale de 12 jours de :

- 23,2 °C pour la température,
- 47,4 % pour l'humidité relative.

Les mesures en température et en humidité relative ne sont pas **comprises, en moyenne, dans la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22 °C et une humidité relative comprise entre 40 et 70 %).

Planétarium	HR en %			T en °C		
	Période estivale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
28/06/16	41,0	50,0	47,6	24,0	28,0	25,8
29/06/16	42,0	47,0	45,2	24,5	27,5	25,8
30/06/16	45,0	50,0	47,7	24,5	27,5	26,0
01/07/16	48,0	50,0	48,8	25,0	27,5	26,0
02/07/16	42,0	48,0	46,0	24,0	26,0	24,8
03/07/16	43,0	47,0	45,1	24,0	26,5	24,8
	Période hivernale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	49,0	55,0	51,3	20,0	24,0	21,2
16/11/16	51,0	58,0	54,6	20,5	23,0	21,5
17/11/16	46,0	54,0	50,0	20,5	23,0	21,4
18/11/16	42,0	50,0	45,8	20,0	22,0	20,8
19/11/16	40,0	43,0	42,2	19,5	21,5	19,8
20/11/16	42,0	47,0	44,5	19,0	21,5	19,8

Tableau 25 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution de la température - PLUS - Planetarium

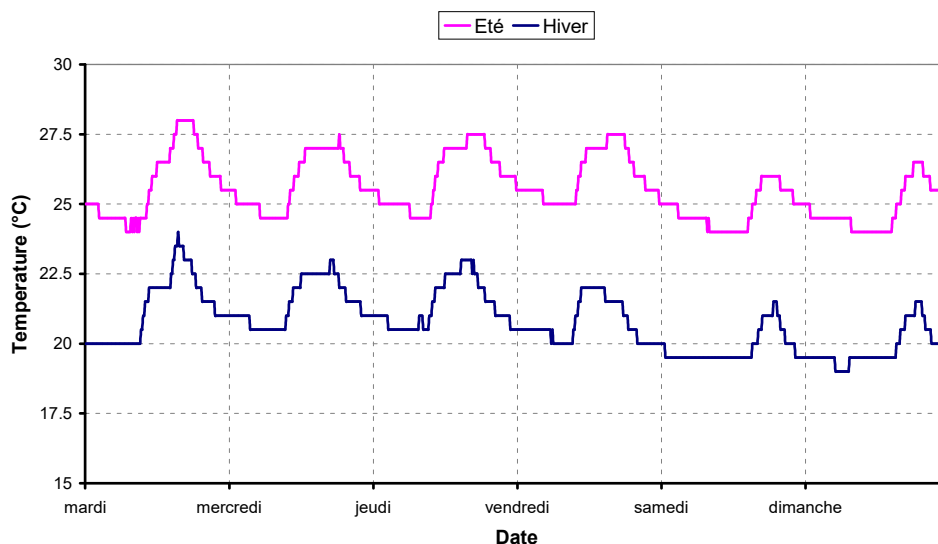


Illustration 105: Evolution de la température dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures

Evolution de l'humidité relative - PLUS - Planetarium

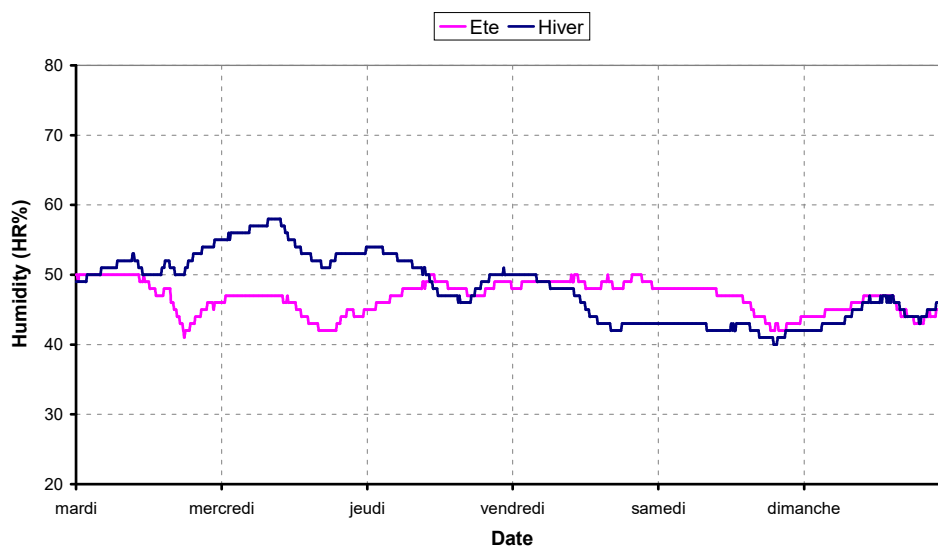


Illustration 106: Evolution de l'humidité relative dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures

Concernant le bureau des moniteurs, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 23,8 °C (minimum : 22,5 °C ; maximum : 25,5 °C) pour la température,
- 49,4 % (minimum : 40 % ; maximum : 58 %) pour l'humidité relative.

Pour la période hivernale de :

- 22,5 °C (minimum : 21,5°C ; maximum : 24°C) pour la température,
- 44,0 % (minimum : 35 % ; maximum : 58 %) pour l'humidité relative.

Soit pour la période totale de 12 jours de :

- 23,2 °C pour la température,
- 46,7 % pour l'humidité relative.

Les mesures en température et en humidité relative ne sont pas toutes **comprises, en moyenne, dans la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22°C et une humidité relative comprise entre 40 et 70 %). Pour les températures élevées analysées pendant les campagnes de mesures, ceci peut s'expliquer par le chauffage nécessaire pour cette pièce du bâtiment.

		HR en %			T en °C		
Bureau moniteurs		Période estivale					
		Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
	28/06/16	40,0	55,0	47,5	24,0	25,5	24,5
	29/06/16	44,0	49,0	47,3	23,5	24,5	23,8
	30/06/16	49,0	58,0	51,9	23,0	25,5	24,0
	01/07/16	52,0	58,0	53,9	23,5	25,0	24,2
	02/07/16	41,0	52,0	48,0	23,0	25,5	23,4
	03/07/16	44,0	50,0	47,8	22,5	24,0	23,0
		Période hivernale					
		Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
	15/11/16	44,0	52,0	48,6	21,5	24,0	22,8
	16/11/16	49,0	58,0	52,0	22,0	23,5	22,4
	17/11/16	45,0	49,0	46,6	22,0	23,0	22,3
	18/11/16	38,0	45,0	41,2	22,0	24,0	22,8
	19/11/16	35,0	38,0	36,5	22,0	23,0	22,2
	20/11/16	36,0	42,0	39,0	22,0	23,0	22,1

Tableau 26 : Statistiques lors de la campagne de mesure estivale en température et en humidité relative dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution de la température - PLUS - Bureau des Moniteurs

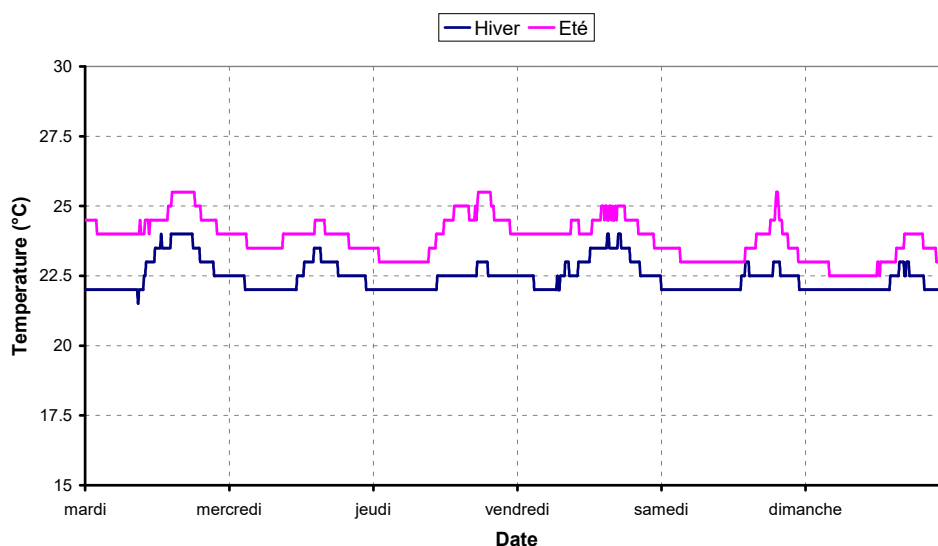


Illustration 107: Evolution de la température dans le bureau du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures

Evolution de l'humidité relative - PLUS - Bureau des Moniteurs

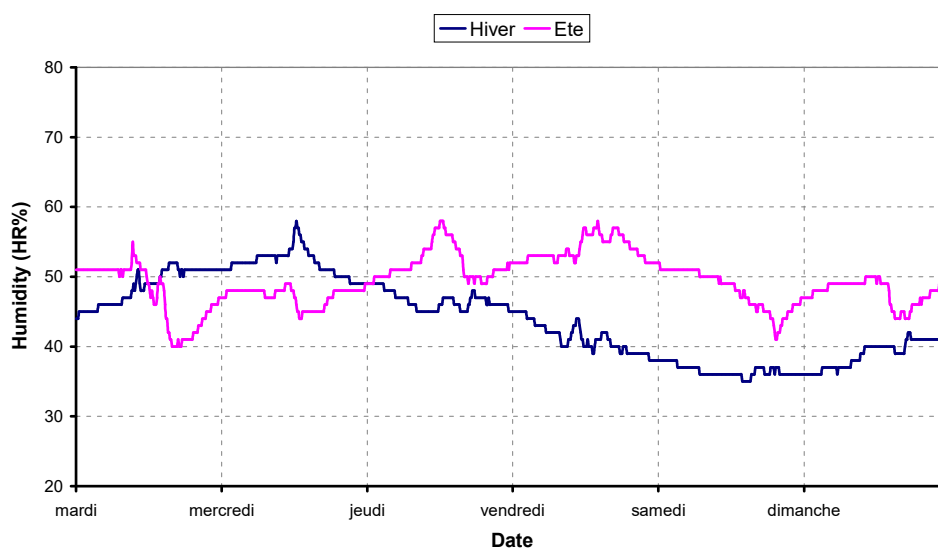


Illustration 108: Evolution de l'humidité relative dans le bureau du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures

Concernant le bureau des réservations, les moyennes sont :

pour la période hivernale de :

- 22,2 °C (minimum : 21,5 °C ; maximum : 24,5 °C) pour la température,
- 30,1 % (minimum : 25 % ; maximum : 36 %) pour l'humidité relative.

On note une certaine homogénéité des valeurs relevées du 29 novembre au 4 décembre sachant que ce bureau ne présente pas une occupation régulière.

Bureau réservation	HR en %			T en °C		
	Période hivernale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
29/11/16	27,0	30,0	28,0	21,5	24,0	22,2
30/11/16	25,0	28,0	26,6	21,5	24,0	22,1
01/12/16	27,0	33,0	29,9	22,0	23,0	22,1
02/12/16	33,0	36,0	34,6	22,0	22,5	22,1
03/12/16	31,0	36,0	33,3	22,0	24,0	22,4
04/12/16	26,0	31,0	28,1	21,5	24,5	22,4

Tableau 27 : Statistiques lors de la campagne de mesure estivale en température et en humidité relative dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

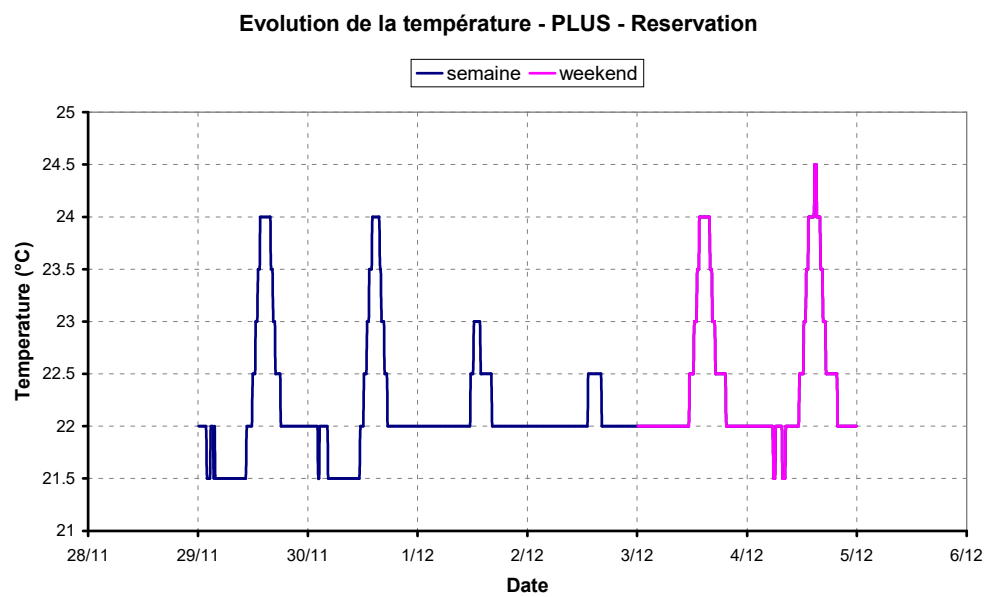


Illustration 109: Evolution de la température dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures



Evolution de l'humidité relative - PLUS - Reservation

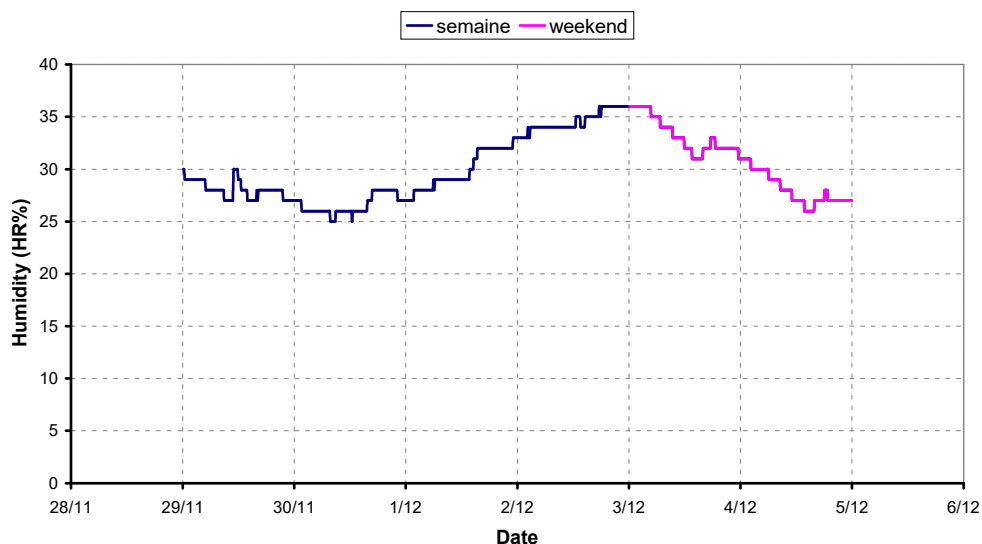


Illustration 110: Evolution de l'humidité relative dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures

Concernant la salle de TP1, les moyennes sont pour la période hivernale de :

- 20,3 °C (minimum : 19,5 °C ; maximum : 23,5 °C) pour la température,
- 32,1 % (minimum : 23 % ; maximum : 44 %) pour l'humidité relative.

Les températures les plus élevées pendant la campagne de mesures, peuvent s'expliquer par la présence d'un groupe de personnes dans la pièce (14 personnes).

Salle TP1	HR en %			T en °C		
	Période hivernale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
29/11/16	25,0	34,0	27,3	19,5	23,5	20,7
30/11/16	23,0	31,0	26,4	20,0	21,0	20,3
01/12/16	27,0	43,0	33,9	19,5	22,5	20,3
02/12/16	38,0	44,0	41,3	20,0	20,5	20,1
03/12/16	32,0	43,0	36,1	19,5	20,5	20,1
04/12/16	26,0	31,0	27,4	20,0	20,5	20,3

Tableau 28 : Statistiques lors de la campagne de mesure estivale en température et en humidité relative dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution de la température - PLUS - Salle TP1

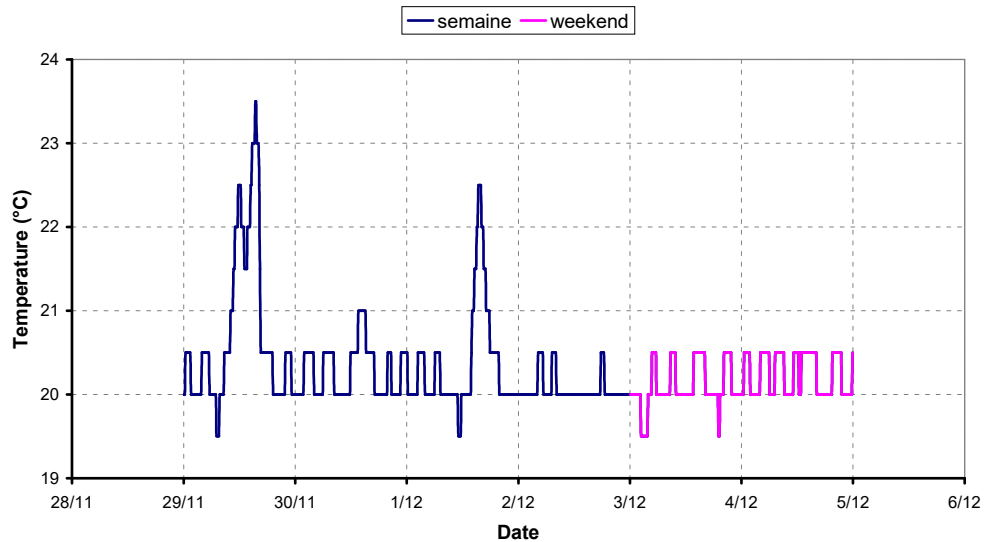


Illustration 111: Evolution de la température dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures

Evolution de l'humidité relative - PLUS - Salle TP1

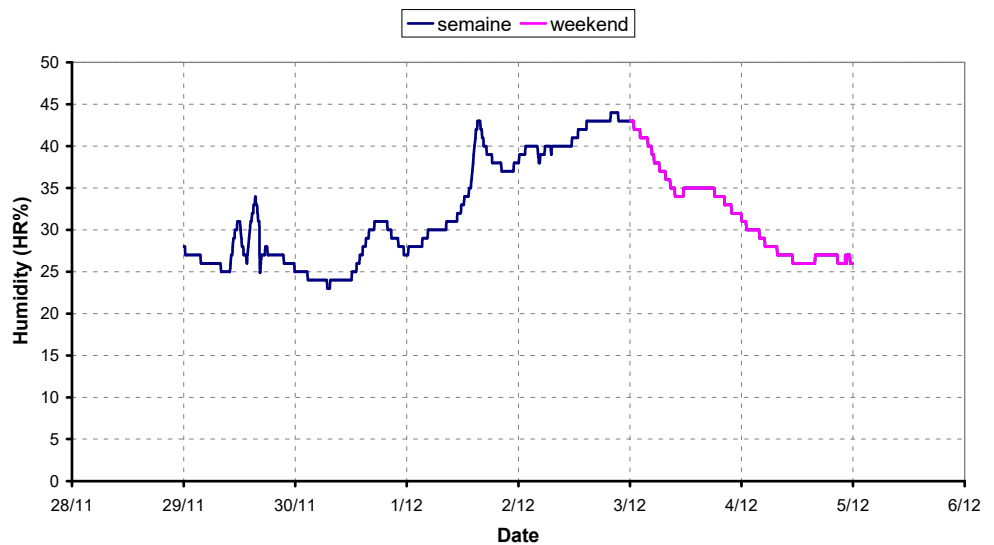


Illustration 112: Evolution de l'humidité relative dans la salle de TP du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures

Suivi des paramètres de confinement

Les résultats des mesures de CO₂ (du Tableau 29 au Tableau 32 et de l'Illustration 113 à l'Illustration 116) sont exprimés en ppm (part per million), soit en nombre de molécules de CO₂ par million de molécules d'air. Ces résultats montrent qu'**aucune moyenne journalière** sur la période d'occupation des bureaux n'a de valeur supérieure à 1000 ppm (seuils 1000 et 1300 ppm).

Concernant le dioxyde de carbone dans le planétarium, les moyennes sont :
pour la période estivale de

- 564,2 ppm (minimum : 440 ppm ; maximum : 1210 ppm),

pour la période hivernale de :



- 502,7 ppm (minimum : 406 ppm ; maximum : 1203 ppm).

Soit pour la période totale de 12 jours de 533,5 ppm.

Sur l'illustration 113, des valeurs ponctuelles supérieures à 1000 ppm sont observées dans le planétarium pour les campagnes estivale et hivernale. Elles traduisent une occupation liée aux séances de films avec un grand nombre de personnes présentes dans le planétarium.

CO₂ en ppm			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
28/06/16	485,0	1210,0	640,7
29/06/16	448,0	871,0	540,9
30/06/16	440,0	1162,0	612,4
01/07/16	467,0	1021,0	607,8
02/07/16	450,0	595,0	497,5
03/07/16	440,0	570,0	485,4
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	432,0	1203,0	568,7
16/11/16	426,0	593,0	472,6
17/11/16	423,0	663,0	502,3
18/11/16	410,0	967,0	525,6
19/11/16	406,0	660,0	473,1
20/11/16	414,0	610,0	473,7

Tableau 29 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution du taux de CO₂ - PLUS - Planetarium

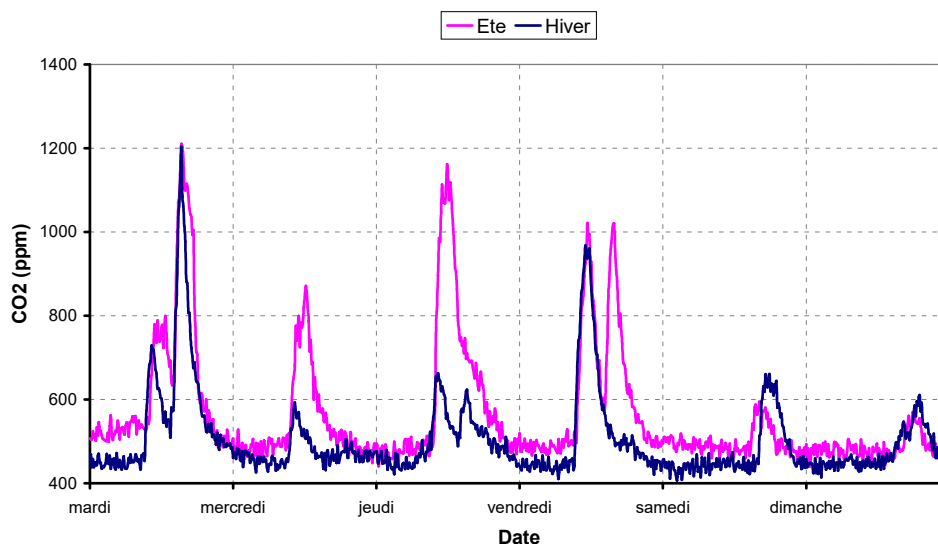


Illustration 113: Evolution de la concentration en CO₂ dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures

Concernant le dioxyde de carbone dans le bureau des moniteurs, les moyennes sont :
pour la période estivale de :

- 621,8 ppm (minimum : 470 ppm ; maximum : 1797 ppm),

pour la période hivernale de :

- 715,3 ppm (minimum : 431 ppm ; maximum : 2277 ppm).

Soit pour la période totale de 12 jours de 668,5 ppm.

Sur l'illustration 114, des valeurs ponctuelles supérieures à 1000 ppm jusqu'à 2277 ppm sont observées dans l'accueil pour les campagnes estivale et hivernale. Elles traduisent une occupation supérieure à 2 personnes. Le bureau n'est donc peut-être pas adapté, au travers de son système de ventilation, pour accueillir plus de 2 personnes. A noter qu'il existe des entrées d'air dans les bureaux, mais nous avons vu lors du diagnostic bâtiment que les extractions d'air dans les WC et dans la zone de détente ne fonctionnaient pas. Cela contribue à diminuer le renouvellement de l'air dans les bureaux.



Bureau Moniteurs

CO ₂ en ppm			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
28/06/16	470,0	874,0	545,0
29/06/16	472,0	867,0	604,1
30/06/16	481,0	1797,0	709,9
01/07/16	478,0	1674,0	792,0
02/07/16	488,0	708,0	552,1
03/07/16	471,0	635,0	528,2
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	471,0	2277,0	1000,1
16/11/16	475,0	1129,0	697,6
17/11/16	431,0	1052,0	620,8
18/11/16	460,0	1568,0	783,4
19/11/16	451,0	866,0	571,4
20/11/16	451,0	1071,0	618,2

Tableau 30 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de CO₂ - PLUS - Bureau des Moniteurs

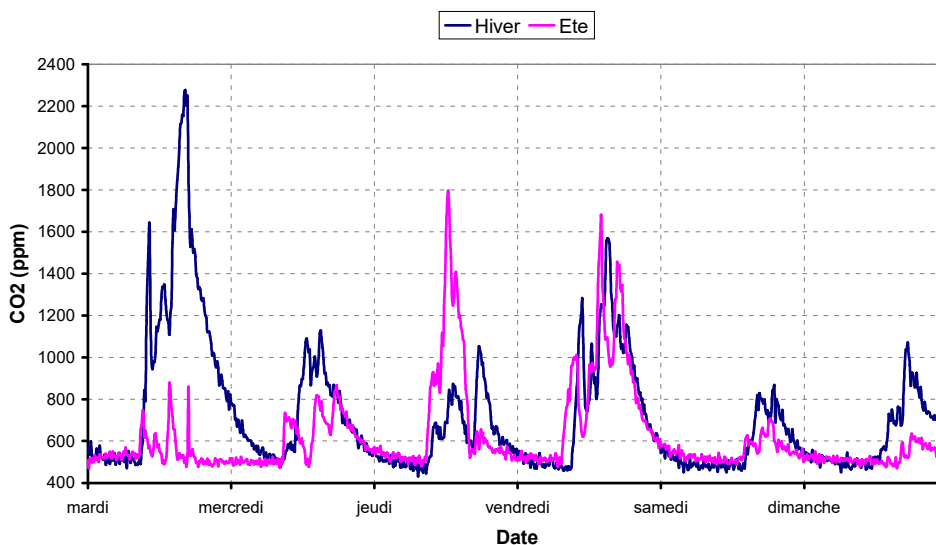


Illustration 114: Evolution de la concentration en CO₂ dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures

Concernant le dioxyde de carbone dans le bureau des réservations, les moyennes sont pour la période hivernale de :

- 456,2 ppm (minimum : 390 ppm ; maximum : 598 ppm).



Bureau
Réservation

CO ₂ en ppm			
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
29/11/16	423,0	572,0	473,8
30/11/16	435,0	598,0	490,2
01/12/16	402,0	528,0	453,7
02/12/16	428,0	503,0	457,8
03/12/16	390,0	475,0	431,8
04/12/16	394,0	473,0	430,1

Tableau 31 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de CO₂ - PLUS - Reservation

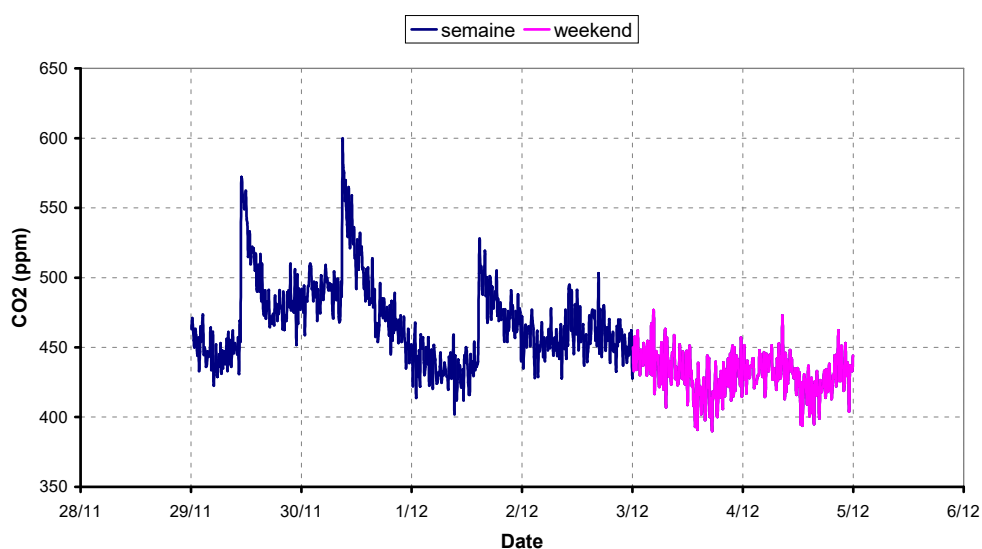


Illustration 115: Evolution de la concentration en CO₂ dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures

Concernant le dioxyde de carbone dans la salle de TP1, les moyennes sont pour la période hivernale de :

- 570,5 ppm (minimum : 444 ppm ; maximum : 2228 ppm).

Sur l'illustration 116, des valeurs supérieures à 1000 ppm sont observées dans la salle de TP. Elles traduisent une occupation par un groupe de 14 personnes. La salle n'est donc peut-être pas adaptée, au travers de son système de ventilation, pour accueillir un groupe.



Salle TP1

CO ₂ en ppm			
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
29/11/16	455,0	2228,0	750,6
30/11/16	468,0	610,0	528,2
01/12/16	455,0	2172,0	649,0
02/12/16	456,0	552,0	504,3
03/12/16	444,0	538,0	487,5
04/12/16	458,0	552,0	503,5

Tableau 32 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de CO₂ - PLUS - Salle TP1

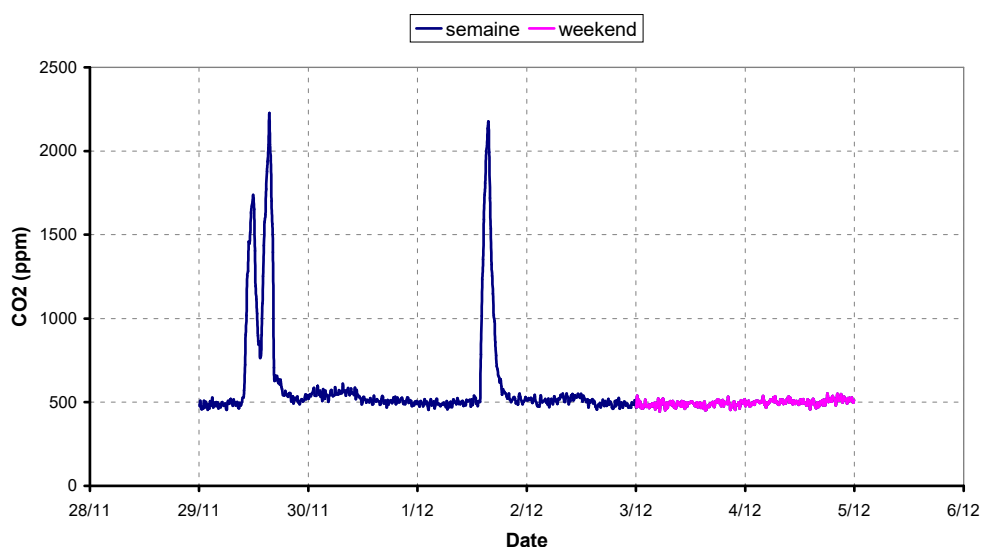


Illustration 116: Evolution de la concentration en CO₂ dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures

Suivi des concentrations en formaldéhyde

Concernant le formaldéhyde dans le planétarium, les teneurs moyennes sont : pour la période estivale de :

- 37,1 µg/m³ (minimum : 17,2 µg/m³ ; maximum : 52,5 µg/m³),

pour la période hivernale de :

- 19,9 µg/m³ (minimum : 7,4 µg/m³ ; maximum : 28,7 µg/m³).

Soit pour la période totale de 12 jours de 28,5 µg/m³.



Planétarium

Formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Période estivale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
28/06/16	28,0	39,7	32,3
29/06/16	26,2	40,4	32,5
30/06/16	33,6	48,1	42,1
01/07/16	29,5	52,5	43,9
02/07/16	17,2	48,9	34,5
03/07/16	24,0	46,6	37,2
Période hivernale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
15/11/16	14,9	25,2	19,6
16/11/16	21,8	28,7	24,6
17/11/16	16,8	26,7	22,2
18/11/16	7,4	24,5	15,9
19/11/16	9,1	11,6	10,3
20/11/16	8,4	24,0	16,4

Tableau 33: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - PLUS - Planetarium

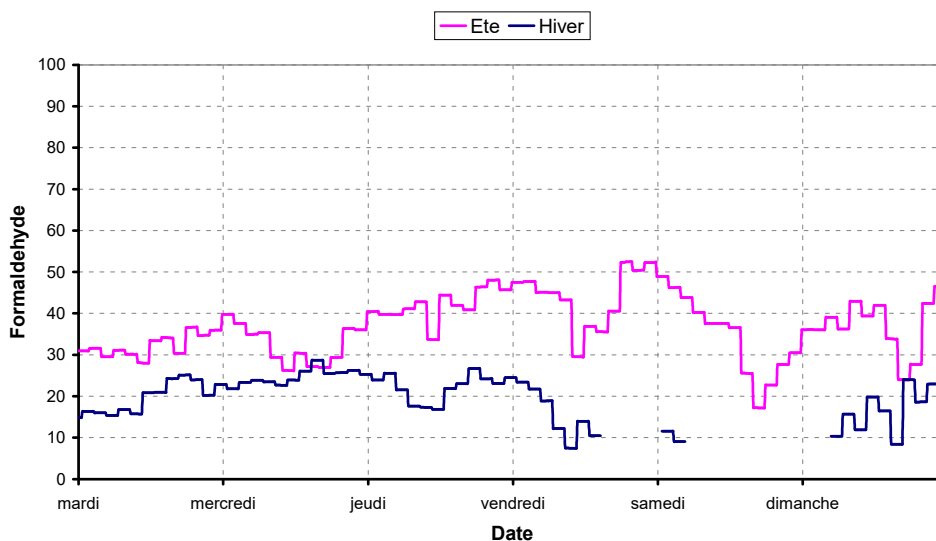


Illustration 117: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures (pas de mesure de 2h)

Concernant le formaldéhyde dans le bureau des moniteurs, les teneurs moyennes sont :
pour la période estivale de :

- 20,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum : 5,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum : 30,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),

pour la période hivernale :

- 16,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum : 7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum : 31,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Soit pour la période totale de 12 jours de 18,3 µg/m³.

Bureau Moniteurs

Formaldéhyde (en µg/m ³)			
Période estivale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
28/06/16	5,9	18,5	14,3
29/06/16	8,1	21,8	16,3
30/06/16	17,2	24,8	20,9
01/07/16	12,7	25,1	22,6
02/07/16	17,9	27,8	22,8
03/07/16	16,3	30,0	25,0
Période hivernale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
15/11/16	12,5	20,8	16,4
16/11/16	15,7	19,7	17,7
17/11/16	7,4	20,4	14,3
18/11/16	11,5	19,9	16,0
19/11/16	11,2	14,8	13,7
20/11/16	13,1	31,7	17,5

Tableau 34: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en µg/m³) dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de Formaldéhyde (µg/m³)
PLUS - Bureau des Moniteurs

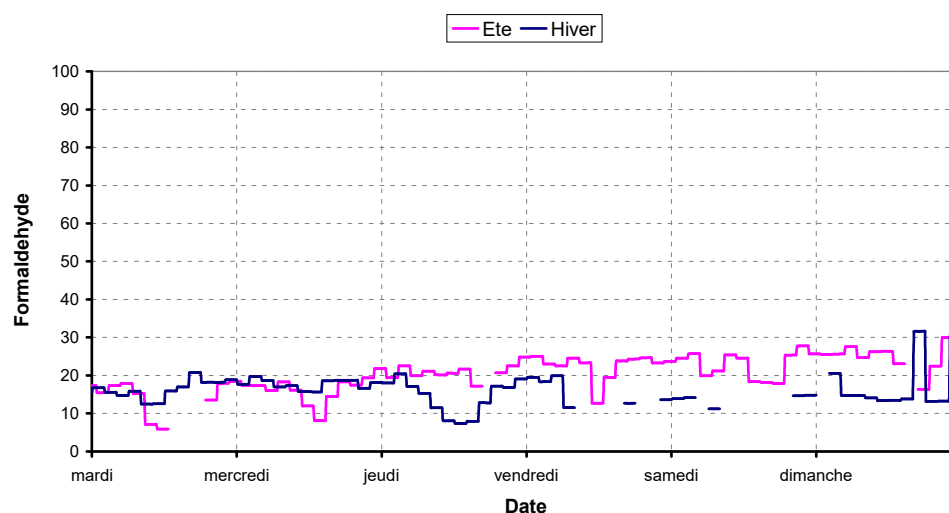


Illustration 118: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures (pas de mesure de 2h)

Les niveaux moyens obtenus en formaldéhyde sont **supérieurs** à la valeur guide fixée par le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 (Tableau 35). En effet, la valeur pour



les ERP sera de **10 µg/m³** pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2023 (actuellement de 30 µg/m³). Ces valeurs guides sont un exemple et sont données à titre de comparaison.

Les niveaux moyens annuels de formaldéhyde sont :

- supérieurs à la valeur guide long terme de l'air intérieur de l'ANSES (10 µg/m³).
- très légèrement inférieurs à la valeur repère de qualité de l'air de l'HCSP pour la campagne estivale du planétarium (30 µg/m³, comme valeur repère en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée).
- légèrement inférieurs à la valeur repère de qualité de l'air de l'HCSP pour les autres campagnes (30 µg/m³, comme valeur repère en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée).
- inférieurs à la valeur guide court terme de l'air intérieur de l'ANSES (50 µg/m³).



VG (OMS)		VGAJ (ANSES)		Valeurs de gestion (HCSP)				Résultats du PLUS			
Valeur	Durée	Long terme ⁹	Court terme ¹⁰	Valeur cible	Valeur repère	Valeur d'information et de recommandation	Valeur action rapide	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)	
100	30 min	10	50	10	30	50	100	17,2	52,5	37,1	Planétarium Été
								7,4	28,7	18,2	Planétarium Hiver
								Moyenne (12 jours) Planétarium			28,5
								5,9	30	20,3	Bureau Été
								7,4	31,7	15,9	Bureau Hiver
								Moyenne (12 jours) Bureau Moniteurs			18,3

Tableau 35 : Comparaison des résultats (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en formaldéhyde dans les locaux du Palais de l'Univers et des Sciences avec des valeurs guides

Les concentrations en formaldéhyde mesurées dans les locaux du Palais de l'Univers et des Sciences (Tableau 36) se révèlent supérieures ou équivalentes aux niveaux médians obtenus en air intérieur lors de la campagne OQAI Logement.

Polluants	Campagne OQAI Logement Intérieur		Résultats du PLUS			
	Médiane ¹¹	95e percentile ¹²	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)	
Formaldéhyde	19,6	46,6	17,2	52,5	37,1	Planétarium Été
			7,4	28,7	18,2	Planétarium Hiver
			Moyenne annuelle Planétarium			28,5
			5,9	30	20,3	Bureau Été
			7,4	31,7	15,9	Bureau Hiver
			Moyenne annuelle Bureau Moniteurs			18,3

Tableau 36 : Comparaison des résultats (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en formaldéhyde dans les locaux du Palais de l'Univers et des Sciences avec des valeurs de la campagne logement de l'OQAI

Les résultats en formaldéhyde (Illustration 117 et Illustration 118) montrent des résultats qui augmentent après la fin des journées de travail (à partir de 16h) jusqu'au lendemain (6h). Les pratiques d'aération du personnel par ouverture des portes

⁹Pour une exposition supérieure à 1 an

¹⁰Pour une exposition de 2 heures

¹¹Médiane : 50 % des logements ont des teneurs inférieures ou supérieures à cette valeur

¹²95e percentile : 95 % des logements ont des teneurs inférieures à cette valeur

intérieures et/ou fenêtres, ou la ventilation augmentée la journée permettent de diminuer les taux de formaldéhyde dans la pièce pendant la journée.

Des éléments en agglomérés dans le planétarium pourraient expliquer des teneurs supérieures aux teneurs enregistrées dans des campagnes type OQAI Logement.

Suivi des COVTL Les résultats (du Tableau 37 au Tableau 40 et de l'Illustration 119 à l'Illustration 122) montrent des teneurs moyennes en ppb (part per billion), soit en nombre de molécules de COVTL par milliard de molécules d'air.

Concernant les COVTL dans le planétarium, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 30,5 ppb (minimum : 20,5 ppb ; maximum : 56,5 ppb),

pour la période hivernale de :

- 18,0 ppb (minimum : 8,8 ppb ; maximum : 30,8 ppb).

Soit sur la période totale de 12 jours de 24,3 ppb.

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.

		COVTL (en ppb)		
Planétarium		Période estivale		
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	
28/06/16	23,5	50,5	31,4	
29/06/16	21,0	56,0	31,1	
30/06/16	24,5	56,5	34,4	
01/07/16	25,5	44,0	31,0	
02/07/16	22,5	53,3	28,2	
03/07/16	20,5	40,0	26,8	
		Période hivernale		
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	
15/11/16	13,5	30,8	18,8	
16/11/16	15,8	26,8	20,3	
17/11/16	15,5	25,5	19,7	
18/11/16	13,8	29,8	19,4	
19/11/16	11,3	22,5	15,3	
20/11/16	8,8	23,8	14,6	

Tableau 37: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution du taux de COV Totaux Légers - PLUS - Planetarium

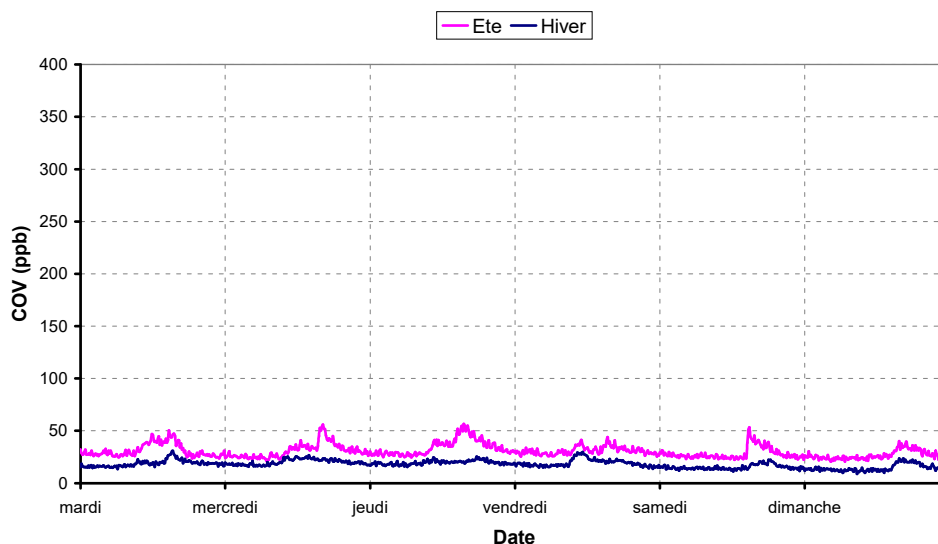


Illustration 119: Evolution de la concentration en COVTL dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures

Concernant les COVTL dans le bureau des moniteurs, les teneurs moyennes sont :
pour la période estivale de :

- 36,3 ppb (minimum : 0,5 ppb ; maximum : 356.8 ppb),

pour la période hivernale de :

- 29,1 ppb (minimum : 6,5 ppb ; maximum : 145,8 ppb).

Soit sur la période totale de 12 jours de 32,7 ppb.

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.

Bureau Moniteurs

COVTL (en ppb)			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
28/06/16	0,5	58,8	26,0
29/06/16	1,3	43,8	24,4
30/06/16	5,3	190,5	47,4
01/07/16	8,5	356,8	52,8
02/07/16	11,8	54,8	35,5
03/07/16	2,8	58,3	31,6
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	32,3	145,8	53,3
16/11/16	21,0	59,5	30,0
17/11/16	19,8	92,8	34,6
18/11/16	18,5	75,3	28,0
19/11/16	9,8	19,5	13,8
20/11/16	6,5	23,0	15,0

Tableau 38: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de COV Totaux Légers - PLUS - Bureau des Moniteurs

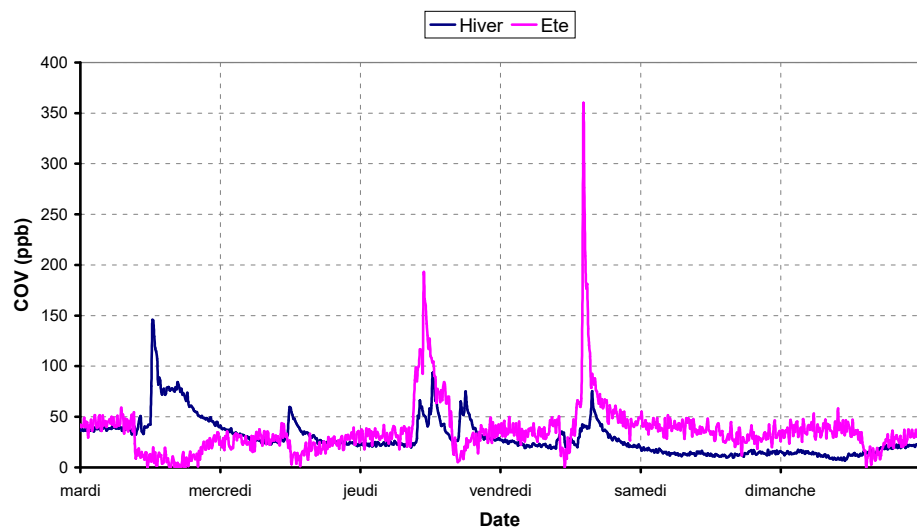


Illustration 120: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures

Concernant les COVTL dans le bureau des réservations, les teneurs moyennes sont pour la période hivernale de :

- 16,3 ppb (minimum : 11,0 ppb ; maximum : 31,3 ppb).

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.



Bureau
Réservations

COVTL (en ppb)			
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
29/11/16	13,0	31,3	17,5
30/11/16	11,0	18,5	15,1
01/12/16	11,8	18,3	15,3
02/12/16	14,5	20,5	17,0
03/12/16	14,0	20,8	17,2
04/12/16	12,3	20,0	16,0

Tableau 39: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de COVt - PLUS - Reservation

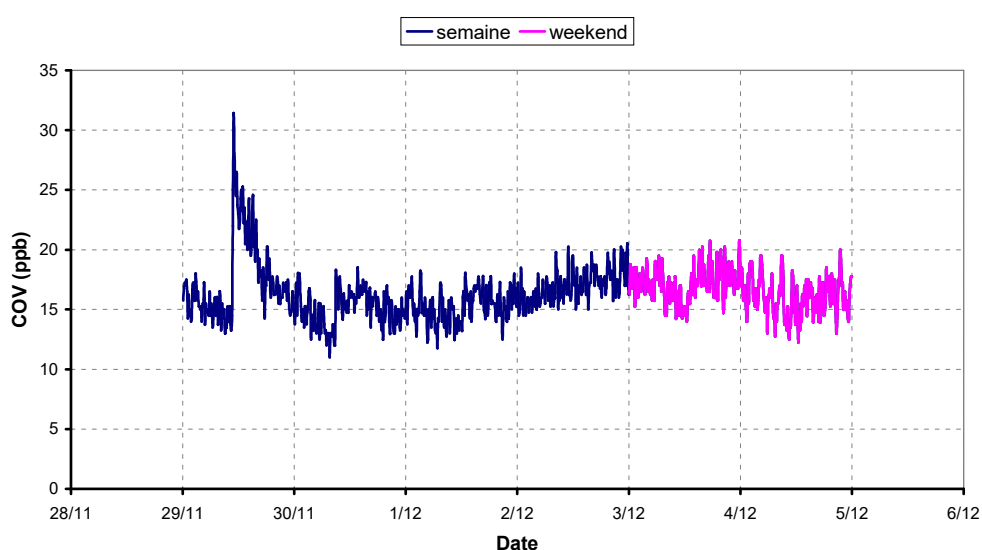


Illustration 121: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures

Concernant les COVTL dans la salle de TP1, les teneurs moyennes sont pour la période hivernale de :

- 8,5 ppb (minimum : 84,5 ppb ; maximum : 0 ppb).

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.

Sur l'illustration 122, un pic plus important est observé le samedi 3 décembre. Cette augmentation des COVTL est peut-être à corrélérer avec le nettoyage de la pièce (pas d'indication sur l'enquête).



Salle TP1

COVTL (en ppb)			
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
29/11/16	0	17,5	5,7
30/11/16	4,0	27,0	11,4
01/12/16	2,0	15,8	5,7
02/12/16	1,5	9,3	6,3
03/12/16	2,5	84,5	14,6
04/12/16	1,5	22,8	7,2

Tableau 40: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de COVt - PLUS - Salle TP1

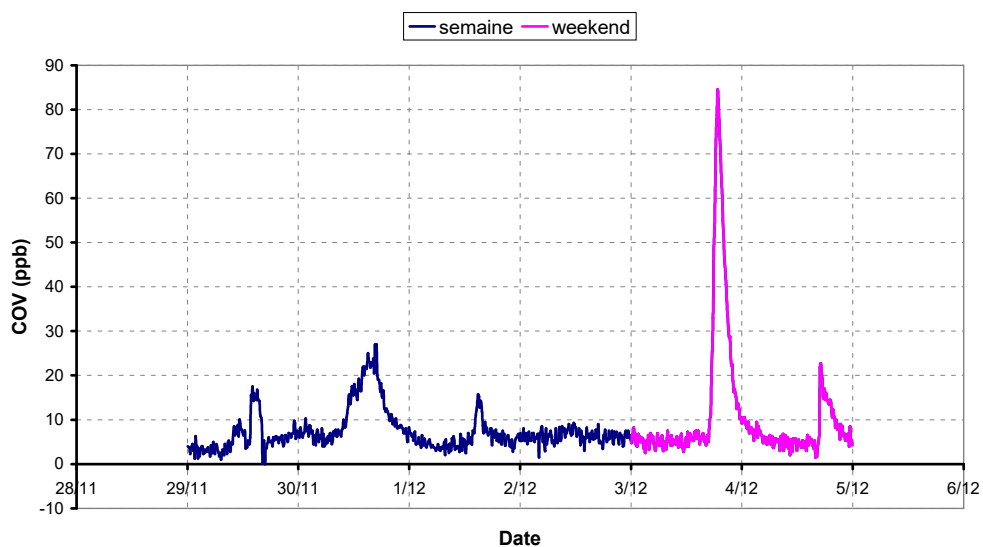


Illustration 122: Evolution de la concentration en COVTL dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures



La régie des espaces verts du Bois des Forts, à Coudekerque-Branche

Diagnostic bâtiment

Le diagnostic bâtiment est détaillé ci-dessous.

Documents collectés

Les documents collectés sont les suivants :

- les plans :
 - * plan masse du site ;
 - * plans des façades (vue de face) ;
 - * plans des façades (coupes) ;
 - * plan des locaux (vue en plan) ;
- le CCTP (version n°2) concernant l'acquisition de produits et d'articles de nettoyage professionnels de gamme écologique pour la Communauté Urbaine de Dunkerque (3 lots) ;
- le CCTP concernant la fourniture de mobilier de bureau pour les services communautaires ;
- séries chronologiques et carte des polluants extérieurs fournis par Atmo Nord-Pas-de-Calais.

Informations collectées en amont de la visite

Des informations ont également été collectées en amont de la première visite par entretien téléphonique avec Philippe LAPLACE le 05/04/16 puis par échanges mails, afin de préparer la visite :

- ancien corps de ferme réhabilité ;
 - bâtiment administratif avec un étage ;
 - les activités du bâtiment, rappelées ici :
 - bureaux (3) ;
 - atelier (secondaire) de maintenance de base du matériel ;
 - garage du matériel ;
 - réfectoire ;
 - vestiaires ;
 - douches ;
 - WC ;
 - stockage du matériel et de produits (produits phytosanitaires et d'hydrocarbures, de ménage).
 - chauffage électrique avec émetteurs directs ;
 - ECS électrique + solaire ;
 - ventilation simple flux avec extracteurs dans les WC, les douches et le réfectoire.
- Ces informations ont été complétées et approfondies le jour de la visite de juillet avec Didier DEROI.



Déroulé du diagnostic Comme pour les sites précédents, la visite sur site a débuté par une présentation de l'étude aux différents interlocuteurs présents.

Les informations précédentes ont été complétées et approfondies le jour de la visite estivale (04/07/16) avec Didier DEROI, responsable technique des 2 régies des espaces verts, en parallèle de l'enquête auprès des occupants, puis avec la personne en charge de l'entretien.

Le diagnostic a d'abord consisté en un entretien technique avec Didier DEROI, puis en une série de mesures des débits sur le système de ventilation.

Ce diagnostic (comprenant les mesures ponctuelles de ventilation) a pu être intégralement réalisé lors de la visite estivale. Aucune modification n'a été réalisée sur le système de ventilation entre les 2 visites de juillet et de novembre (14/11/16).

Description des locaux Ce site est constitué d'un grand bâtiment administratif en forme de L, qui a été découpé sur plan en 3 bâtiments : le bâtiment A ayant un étage servant de réfectoire, le bâtiment C et un petit bâtiment B constitué de 2 bureaux et servant de communication entre les bâtiments A et C. Cet ensemble, appelé par la suite bâtiment administratif, est issu d'un ancien corps de ferme en briques. Le site comporte également un hangar plus récent construit en béton et servant de garage pour le matériel de jardinier, et d'atelier. L'atelier étant un atelier secondaire (petit établi) ouvert sur le reste du hangar et utilisant peu de produits (pas de poste soudure), le garage n'a pas été approfondi. Seul le bâtiment administratif a été étudié : celui-ci comprend également les vestiaires et autres commodités des jardiniers. Le bâtiment administratif a été construit en 1947 et a été rénové intégralement en 1996. L'actuel bâtiment C était à l'époque un hangar qui a été réaffecté en bureau et vestiaires : cette extension date de 2006. L'ensemble du bâtiment administratif a donc été isolé, les fenêtres et portes intégralement changées lors de la rénovation de 1996 et lors de l'extension de 2006. Le sol n'a en revanche pas été isolé et est recouvert de carrelage au rez-de-chaussée et de revêtement souple plastifié à l'étage du bâtiment A (réfectoire construit dans les combles). Le plancher intermédiaire est une dalle béton.

Ce bâtiment est isolé par l'intérieur avec du polystyrène dans les murs et de la laine de verre dans la toiture. Les murs sont recouverts de toile de verre peinte. Les baies vitrées sont en double vitrage aluminium et ont été changées il y a 20 ans ou installées sur l'extension. Elles représentent un peu moins de 20 % de la surface des murs. Environ 50 % d'entre elles peuvent s'ouvrir mais seuls quelques-unes sont équipées de stores intérieurs à lamelles horizontales servant de protections solaires (les fenêtres situées au sud et dans un bureau notamment).

Le bâtiment administratif est composé des locaux suivants :

- 3 bureaux cloisonnés dont 1 bureau intégrant un espace de réunion, avec fenêtres ;
- 3 espaces de douches (hommes / femmes / handicapés) avec fenêtres ;
- 2 vestiaires (hommes / femmes) ;
- 2 locaux de séchage des vêtements des jardiniers (hommes / femmes) avec fenêtres ;
- 1 réfectoire (à l'étage du bâtiment A) ;
- un local pour stocker le matériel d'entretien avec fenêtre (à l'étage) ;
- 3 locaux techniques dont 1 sans fenêtre ;
- 1 local d'archives.





Illustration 123: Site de l'Atelier du Bois des Forts

Le hangar en béton permet de stocker le matériel (y compris les véhicules/tracteurs) et comprend un espace atelier.



Illustration 124: Hangar de l'Atelier du Bois des Forts



**Repérage du système
d'aération/ventilation et
fenêtres**

Ce site n'accueille pas de public mais uniquement des salariés. C'est donc le Code du Travail qui s'applique. L'aération exclusive par les fenêtres est autorisée si le volume par occupant est supérieur à 15 m³ (24 m³ si travail physique).

Dans ce site, nous trouvons :

- des bureaux individuels (débit à atteindre de 25 m³/h par personne) ;
- un local de restauration (débit à atteindre de 30 m³/h par personne) ;
- 2 cabinets d'aisance isolés (débit à atteindre de 30 m³/h) ;
- 4 cabinets d'aisance groupés et 1 urinoir (débit total à atteindre de 105 m³/h) ;
- 1 douche isolée (débit à atteindre de 45 m³/h) ;
- 2 salles de douches groupées (débit total à atteindre de 90m³/h pour les 4 douches des femmes et de 135 m³/h pour les 7 douches des hommes) ;
- un atelier (débit à atteindre de 45 m³/h par personne ou 60 m³/h, hors émissions spécifiques). D'après la Section 3 Locaux à pollution spécifique du Code du Travail, les débits doivent être déterminés en fonction de la nature et de la quantité de polluants.



Bâtiment administratif (incluant les douches et vestiaires) :

Le système de ventilation est un système simple flux autoréglable à débit constant. La ventilation se fait à la fois par ce système mécanique, mais également par ouverture des portes et des fenêtres. La porte principale est d'ailleurs très souvent laissée ouverte et les fenêtres sont régulièrement ouvertes dans les bureaux, les vestiaires, les douches et les WC, notamment en été.

Nous trouvons 4 moteurs d'extraction dans le bâtiment desservant des bouches situées en hauteur (mesures ponctuelles de ventilation réalisées en juillet) :

- 1^{er} moteur (bruyant) situé dans les sanitaires des femmes et dont les gaines de distribution sont rigides et apparentes. Ce moteur extrait dans les pièces suivantes :

- * sanitaires femmes (1 WC). 1 bouche d'extraction peu encrassée et une réglette d'entrée d'air sur la fenêtre. Ainsi, dans la même pièce, il y a une bouche d'extraction et une réglette d'entrée d'air : cela ne favorise pas le bon balayage de l'air qui risque d'être court-circuité. Un débit de 19 m³/h (< 30 m³/h du Code du Travail) a été mesuré à cette bouche d'extraction. Néanmoins, cette mesure reste très approximative car elle a été réalisée directement sur la gaine rigide, ce qui empêchait d'assurer l'étanchéité avec notre cône de mesure. La mesure sur la réglette d'entrée d'air n'a pas été possible. Enfin, une ouverture a été bouchée avec du scotch : l'étanchéité de cette méthode peut être remise en question ;

- * sanitaires hommes (4WC fermés + 1 urinoir). 5 bouches d'extraction et 1 réglette d'entrée d'air sur la fenêtre sont présentes dans cette pièce. De même, il serait mieux de positionner la réglette d'entrée d'air dans une pièce de vie ou dans le couloir plutôt que dans la même pièce que les bouches d'extraction et à proximité immédiate de l'une d'entre elles (urinoir) afin d'assurer un bon balayage. Les mesures réalisées ont également été réalisées directement sur la gaine rigide, ce qui empêchait d'assurer l'étanchéité avec notre cône de mesure. Voici les débits mesurés : 31 m³/h au niveau de l'urinoir, puis au-dessus des 4WC fermés, de droite à gauche 21 m³/h (n°2) et 18 m³/h (n°4). En moyenne, cela donne un débit par bouche de plus 23 m³/h, soit un total de plus de 115 m³/h (>105 m³/h du Code du Travail) ;

- * sanitaires femmes et handicapés. 1 bouche d'extraction seule posée dans le mur : la mesure est donc plus précise et est de 29 m³/h (très proche des 30 m³/h du Code du Travail, d'autant plus que les appareils de mesure ont une incertitude : le débit est donc validé) ;

- * vestiaires femmes – partie de droite : douche + séchage. Ce vestiaire comporte 6 fenêtres dont 5 d'entre elles ont une réglette d'entrée d'air. Les débits mesurés pour le moteur n°1 sont les suivants : douche : 31 m³/h (mesuré contre le mur), séchage : 45 m³/h (mesure non étanche). Cela donne un débit pour la douche seule insuffisant mais un débit total supérieur aux 45 m³/h demandés par le Code du Travail (pour la douche seule).

- 2^{ème} moteur (bruyant) situé dans le local technique du fond et dont les gaines techniques sont rigides et apparentes. Ce moteur extrait dans les pièces suivantes :

- * vestiaires femmes – partie de gauche : 4 douches + armoire. Ce vestiaire comporte 6 fenêtres dont 5 d'entre elles ont une réglette d'entrée d'air. Les débits mesurés pour le moteur n°2 sont les suivants : armoire vestiaire : 39 m³/h (mesuré contre le mur), douches (de droite à gauche) : 17 m³/h (n°2) (mesure non étanche), 17 m³/h (n°4) (mesure non étanche). Cela donne 68 m³/h pour les 4 douches, en moyenne, ce qui est inférieur aux 90 m³/h demandés par le Code du Travail ;

- * local technique du fond comportant 1 bouche d'extraction 3 fenêtres dont 2 équipées d'une réglette d'entrée d'air. La mesure (non étanche) est de 32 m³/h ;

- 3^{ème} moteur pour l'étage, et notamment le réfectoire et le local ménage ouvert sur le réfectoire. Nous avons localisé ce moteur à l'extérieur. Les débits mesurés (et

dépressions) étant nulles aux 5 bouches d'extraction du réfectoire, ce **moteur semble être hors service**. Il n'y avait aucune réglette d'entrée d'air à l'étage.

- 4^{ème} moteur (moins bruyant) dans la partie extension avec des gaines souples non visibles, situé dans le local technique du bâtiment C. Les mesures ont pu être réalisées contre un mur ou un plafond, ce qui rendait la mesure étanche, donc plus fiable. Les pièces desservies pour ce moteur d'extraction sont les suivantes :

- * séchage homme, comprenant 1 fenêtre sans réglette d'entrée d'air (pièce très chaude pour sécher le linge). La mesure du débit d'extraction est de 68 m³/h. A noter qu'une zone de stockage à proximité ne comporte pas de ventilation ni de réglette d'entrée d'air.

- * vestiaire homme comprenant 2 bouches d'extraction au plafond, 1 porte et pas de réglette d'entrée d'air. Les mesures sont de 61 m³/h pour la première d'entre elles et de 47 m³/h pour la seconde ;

- * douches hommes comprenant 3 fenêtres sans entrée d'air et 7 bouches d'extraction au-dessus des douches. 2 mesures ont été réalisées : de droite à gauche, 38 m³/h (n°1) et 37 m³/h (n°4), ce qui donne un débit global moyen de 262 m³/h, bien supérieur aux 135 m³/h attendus par le Code du Travail.

S'il y a 1 réglette d'entrée d'air dans chacun des 2 bureaux du bâtiment B, en revanche, il n'y a pas d'entrée d'air dans le bureau principal du bâtiment C qui peut être assimilé à une pièce de vie. Cette pièce comporte toutefois des fenêtres pouvant s'ouvrir (toléré par le Code du Travail). Il s'agit également d'un lieu de rassemblement pour les jardiniers au moment de donner les instructions ou de leur pause, mais de manière très ponctuelle.

Voici un résumé des mesures ou constatations réalisées dans les pièces humides :

WC femmes :

1 bouche d'extraction

Débit mesuré : environ 19 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : moyen (début d'encrassement)

Nature : extraction permanente

Présence d'1 réglette d'entrée d'air





Illustration 125: Sanitaires des femmes et moteur d'extraction n°1

WC hommes :

5 bouches d'extraction

Débits mesurés : environ 31 m³/h / 21 m³/h / 18 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : moyen (début d'encrassement)

Nature : extraction permanente

Présence d'1 réglette d'entrée d'air



Illustration 126: Bouches d'extraction dans les sanitaires des hommes



Illustration 127: Réglette d'entrée d'air dans les sanitaires des hommes

WC femmes / handicapés :

1 bouche d'extraction

Débit mesuré : 29 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : moyen (début d'encrassement)

Nature : extraction permanente





Illustration 128: Bouche d'extraction dans les sanitaires des femmes/handicapés

Vestiaire (et douches) femmes :

7 bouches d'extraction

Débits mesurés : environ 31 m³/h / 45 m³/h / 39 m³/h / 17 m³/h / 17 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : moyen (début d'encrassement)

Nature : extraction permanente

Présence de 5 réglettes d'entrée d'air





Illustration 129: Bouches d'extraction dans les vestiaires (et douches) des femmes

Local technique :

1 bouche d'extraction

Débit mesuré : environ 32 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : moyen (début d'encrassement)

Nature : extraction permanente

Présence de 2 réglettes d'entrée d'air





Illustration 130: Bouche d'extraction et moteur d'extraction n°2

Réfectoire :

5 bouches d'extraction

Débit mesuré : 0 m³/h / 0 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : propre

Nature : extraction permanente



Illustration 131: Bouche de ventilation du réfectoire et fenêtre de toit pour aérer



Séchage hommes :

1 bouche d'extraction

Débit mesuré : 68 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : moyen (début d'encrassement)

Nature : extraction permanente



Illustration 132: Bouche de ventilation dans la pièce de séchage des hommes

Vestiaires hommes :

2 bouches d'extraction

Débit mesuré : environ 61 m³/h / 47 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : moyen (début d'encrassement)

Nature : extraction permanente





Illustration 133: Bouche de ventilation dans les vestiaires des hommes

Douches hommes :

7 bouches d'extraction

Débit mesuré : environ 38 m³/h / 37 m³/h

Fréquence de nettoyage : jamais

État : moyen (début d'encrassement)

Nature : extraction permanente





Illustration 134: Bouches de ventilation dans les douches des hommes

Les produits d'entretien sont stockés dans le local donnant sur le réfectoire (communication directe par le haut du local). Ce local était ouvert lors de la visite et n'est pas ventilé, mais il comprend une fenêtre ouvrable.

En résumé, les points noirs de ce bâtiment sont les suivants :

- réglettes d'entrée d'air et extractions parfois situées dans la même pièce (WC femmes, WC hommes, vestiaires femmes, local technique du fond) ;
- zone de stockage à côté du séchage homme sans entrée/extraction d'air (mais présence d'une porte) ;
- pas de réglette d'entrée d'air dans le bureau principal ou dans le couloir ;
- détalonnage (hauteur sous porte) inférieur à 1 cm (il est recommandé d'avoir 1 à 2 cm afin d'assurer un bon balayage de l'air dans le bâtiment) ;
- moteur n°3 (réfectoire) hors service ;
- pas d'entretien des moteurs d'extraction et des bouches de ventilation.

Dans ce bâtiment, il n'y a pas de soucis de condensation, d'humidité ou de moisissure particulier, sauf bien sûr l'apparition de buée sur les baies vitrées juste après les douches. La ventilation semble globalement fonctionner correctement. Enfin, les accès aux moteurs de ventilation sont faciles donc dès qu'il y a un problème ou une panne, les techniciens de la CUD peuvent intervenir rapidement et facilement.



Bâtiment hangar :

Dans ce bâtiment, il n'y a pas de système de ventilation spécifique, hormis l'ouverture des grandes portes permettant aux engins de circuler. Le magasinier gère d'ailleurs l'ouverture de ces 2 portes afin d'instaurer un sens de circulation : l'une est ouverte le matin afin que les engins sortent tous du même endroit, et l'autre est ouverte le soir afin que les jardiniers puissent ranger leur engin. Les 2 portes restent souvent ouvertes dans la journée.

En revanche, le bureau du magasinier n'est pas ventilé et est coincé entre le hangar, la zone atelier et la zone de stockage du petit matériel des jardiniers (afin que le magasinier/mécanicien gère ses stocks). Cette pièce a donc une odeur d'hydrocarbure à cause du stockage proche de ce matériel. De plus, elle n'a pas de fenêtre. Il serait opportun d'installer un système de ventilation mécanique et si possible de modifier soit l'emplacement du bureau, soit la zone de stockage du matériel.

Analyse des procédures de maintenance et d'entretien de ces systèmes

Il n'y pas de système de climatisation ou de refroidissement sur ce site.

Il n'existe pas de contrat pour les systèmes de ventilation, ni pour le chauffage ou l'eau chaude sanitaire. L'absence de contrat pour le système de chauffage est justifiée car il s'agit d'un système électrique simple par émission directe des panneaux rayonnants et par contrôle manuel sur chaque panneau. Néanmoins, un contrôle central de la Communauté Urbaine de Dunkerque permet de couper le chauffage lorsqu'elle estime que la période de chauffe est terminée.

L'absence de contrat d'entretien pour les systèmes de ventilation est plus problématique. En effet, si le système de ventilation ne fonctionne pas correctement, les agents ne s'en apercevront pas forcément tout de suite, même si celui-ci est un peu bruyant. De plus, il a été constaté que les systèmes sont vieillissants et ne sont pas nettoyés. Il est pourtant impératif de nettoyer 1 à 2 fois par an les bouches de ventilation et d'assurer une maintenance sur les moteurs associés aux systèmes mécaniques tous les ans ou tous les 2 ans. Seul ce suivi permet d'assurer un bon fonctionnement des systèmes et une bonne ventilation. Cependant, les habitudes des agents sont favorables au bon renouvellement de l'air puisque les portes des 2 bâtiments restent souvent ouvertes, l'occupation est faible (sauf de manière ponctuelle) et l'agent d'entretien aère tous les jours après avoir fait le ménage. Ces comportements compensent l'état moyen des systèmes de ventilation. De plus, les moteurs de ventilation sont apparents et très faciles d'accès, ce qui facilite la réparation si besoin.



Analyse des modes d'entretien des locaux

L'entretien du site est réalisé par un agent présent en permanence qui est un agent de la Communauté Urbaine de Dunkerque. Cet agent stocke ses produits toujours dans le même local à l'étage, proche du réfectoire. Elle respecte une ouverture des fenêtres après ménage. Néanmoins, il faut veiller à aérer dès le début du ménage et à bien refermer les fenêtres après 15 minutes pour ne pas perdre trop d'énergie de chauffage en hiver.

Bâtiment administratif :

L'intégralité de ce bâtiment est nettoyé par l'agent d'entretien. Voici ses pratiques, très similaires à celles de l'atelier situé à Armbouts-Cappel (atelier du Lac).

Les parties communes et les bureaux sont nettoyés tous les jours par un balayage à sec (notamment pour enlever la boue) et un lavage humide avec détergents. Ce nettoyage est réalisé le matin (pour les bureaux) avant l'occupation, ou en cours de matinée.

Le réfectoire est balayé avec une gaze tous les jours et nettoyé avec un lavage humide et détergent avec la gaze une fois par semaine.

Le sol est décapé avec une machine tous les 4 mois en hiver (un peu moins souvent en été) à l'aide du même détergent.

L'après-midi, l'agent s'occupe notamment du nettoyage du mobilier. Il est réalisé une fois par semaine à l'aide d'une balayette s'il y a de la boue et avec une éponge humide.

Les vitrages sont nettoyés 1 fois par mois (l'après-midi) au rez-de-chaussée (intérieur et extérieur) et 1 fois par an à l'étage (fenêtres de toit) environ tandis que le mobilier est nettoyé par un lavage humide une fois par mois au cours de la journée.

Les sanitaires sont nettoyés tous les jours avec du détartrant et un produit désinfectant. Quant aux poubelles, elles sont vidées tous les jours dans le réfectoire et une fois tous les 2 jours par ailleurs.

L'agent d'entretien n'a pas signifié d'élément pouvant l'empêcher de réaliser correctement le nettoyage (ex : encombrement des sols), sauf parfois un peu d'encombrement sur les bureaux et étagères. A noter que le dessus des étagères reste poussiéreux.

L'idéal est de réaliser le ménage après l'occupation des locaux afin que les polluants aient le temps d'être évacués la nuit par le renouvellement de l'air. Étant donnée l'occupation des locaux et les pratiques d'aération de l'agent d'entretien, l'aération compense largement le fait de ne pas pouvoir réaliser l'intégralité du nettoyage en fin de journée (contrainte du temps de travail).

Les produits d'entretien utilisés sont, conformément au CCTP, des produits écologiques et détiennent l'écocert européen et/ou le label Cradle to Cradle. La marque Green Care professional est utilisée pour le mobilier, le sol, les sanitaires, les vitrages, la crème à récurer et le savon à main. Ses produits ont tous l'Ecolabel européen et certains le label Cradle to Cradle niveau Silver. Ensuite, la marque Actemia est utilisée pour traiter les odeurs des sanitaires. Le produit est *a priori* sans label mais l'étiquetage le dit ni nocif ni toxique. En revanche, de l'eau de Javel est utilisée de temps en temps pour les sanitaires et le sol si ceux-ci sont très sales. Les émissions de l'eau de Javel sont nocives (surtout si elle est mélangée à d'autres produits). Il est donc conseillé de limiter voire de supprimer son usage et de la remplacer par un autre produit moins nocif. Du désodorisant à pulvériser de marque Ront est également utilisé de temps en temps. L'agent limite toutefois son usage, consciente que ce produit n'est pas très bon pour la santé et l'environnement (même si celui-ci annonce préserver l'environnement et les utilisateurs). De manière générale, l'usage de ces produits non indispensables à l'hygiène, et notamment les produits à pulvériser, doit être limité. Des lingettes antiseptiques sont également à disposition afin de nettoyer les surfaces lorsque celles-ci sont très sales et boueuses. Enfin, de l'insecticide de marque U2 contre les insectes rampants est utilisé, mais de manière très ponctuelle. L'agent aère bien lorsqu'elle l'utilise, ce qui est une bonne pratique car ces produits sont nocifs.



Attention, il ne faut pas confondre produit écologique (non nuisible pour l'environnement) et produit sain (non nuisible pour la santé). La présence d'un éco-label ne garantit pas de faibles émissions dans l'air mais reste tout de même un bon atout environnemental. Il est important de veiller à l'obtention d'un label lié à qualité de l'air intérieur et à la réduction des émissions nocives pour la santé. Pour cela, la Communauté Urbaine de Dunkerque a précisé, dans son CCTP, la demande suivante : « Afin de respecter les exigences en matière de qualité de l'air intérieur, la collectivité souhaite des produits qui ne dégagent pas d'odeurs/parfum, notamment à base de terpène source de dégagement de COV. Elle souhaite également que dans son mémoire technique le candidat expose les dangers respiratoires potentiels en cas de mélange avec son produit. » Cette démarche est un bon début pour limiter les émissions de COV.

Bâtiment hangar :

Ce bâtiment n'est pas nettoyé car il s'agit d'un hangar.

Analyse des modes d'occupation

L'occupation du site est de 4 à 5 personnes en permanence (dont 2 à 3 agents dans les bureaux, 1 agent d'entretien, et 1 mécanicien/magasinier) et des jardiniers (environ 30 personnes sur ce site).

Le site est toujours occupé, sauf les dimanches et les jours fériés. Comme pour le site de l'atelier du Lac, il n'y a pas à proprement parler de période creuse : la période estivale est une période où plus de jardiniers permanents sont en congés, mais ils sont remplacés par des saisonniers (stagiaires et vacataires), tandis que durant la période hivernale, seuls les permanents restent.

Le bâtiment administratif est peu occupé par rapport à sa surface : seules 2 à 3 personnes sédentaires (1 par bureau) sont présentes en permanence. Le reste du bâtiment est consacré aux vestiaires, douches, sanitaires et au réfectoire. L'occupation est importante de manière ponctuelle : le matin avant le départ des jardiniers en extérieur (ils se changent dans les vestiaires), puis à leur retour (ils se lavent et se changent). Ceci provoque une forte augmentation de l'occupation et de l'humidité de manière très ponctuelle (sur 30 minutes à 1 heure, 2 fois par jour), notamment lors des douches du soir.

Durant 8 mois, les agents sont en journée continue, de 7h30 à 14h30, tandis qu'en hiver, durant 4 mois, ils ont des journées plus classiques de bureaux.

Le garage atelier est également peu occupé pour la surface qu'il représente (1 mécanicien/magasinier), mais le reste de l'espace est consacré au stockage du matériel et des produits d'entretien ou de réparation. L'agent est mobile dans ce bâtiment et à l'extérieur. Un petit bureau servant au magasinier est situé au bout du hangar : il reste peu de temps occupé par l'agent qui participe également aux menues réparations du matériel.

Ainsi, les modes d'occupation sont très différents entre le bâtiment administratif et le garage.



Sources potentielles de pollution

Sources de pollution externes :

Le site est situé en zone périurbaine, en pleine nature, mais à quelques kilomètres d'usines de métallurgies et à proximité d'une route départementale à fort trafic (émissions de Nox, de benzène, etc.).

Des champs sont également situés à quelques centaines de mètres du site, ce qui peut engendrer une pollution par les produits phytosanitaires.

Une pompe à gazole et à essence est présente sur le site, à l'extérieur, à proximité du hangar, afin de réapprovisionner les véhicules en carburant.



Illustration 135: Pompe à gazoil pour alimenter les machines des jardiniers

Sources de pollution interne :

Dans le bâtiment administratif, la source principale de pollution est l'humidité des douches, qui peut être ponctuellement élevée au retour des jardiniers. De plus, la fumée de tabac à proximité de la porte d'entrée du bâtiment peut engendrer de la pollution intérieure, la fumée de tabac étant un cocktail de nombreux polluants considérés comme dangereux pour la santé. Enfin, des produits chimiques sont stockés dans un local technique du bâtiment. Ce local est accessible par l'extérieur.





Illustration 136: Matériel et produits chimiques stockés dans le bâtiment administratif

Au niveau du hangar, le stockage des produits phytosanitaires et à base d'hydrocarbure est une source de pollution, mais ces produits sont stockés à l'extérieur dans une armoire ventilée fermée à clé (très bonne pratique), l'autre source de pollution étant le travail d'atelier qui reste néanmoins assez faible par rapport à la pollution des engins à moteurs venant se garer dans le hangar. Cependant, l'odeur des produits reste forte et les agents la remarquent. Enfin, dans l'ancien hangar ayant servi à réaliser l'extension du bâtiment administratif, il y avait de l'amiante, et notamment dans les tôles fibrociment qui ont été retirées au moment de l'extension il y a 10 ans. Un diagnostic amiante est fait dès que des travaux sont à réaliser. *A priori*, il n'y a pas d'amiante dans le reste du bâtiment administratif.

Repérage sur plan Voici le repérage des points noirs sur plan :

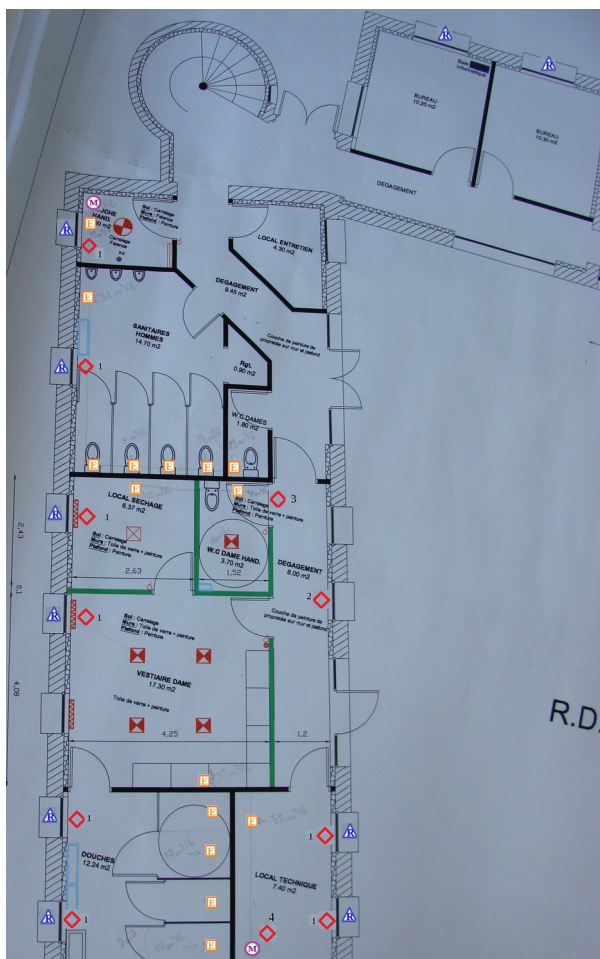






Illustration 137: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du Bois des Forts, bâtiment administratif A, rez-de-chaussée. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

A noter que le plan n'est pas tout à fait conforme à la réalité (une douche en plus dans le vestiaire des femmes par exemple).

Légende

-  Moteur d'extraction
-  Bouche d'extraction
-  Réglette d'entrée d'air
-  Point noir

1. Présence d'entrée d'air à proximité d'une bouche d'extraction
2. Absence de réglette d'entrée d'air dans le couloir
3. Hauteur sous porte < 1cm
4. Moteur jamais entretenu



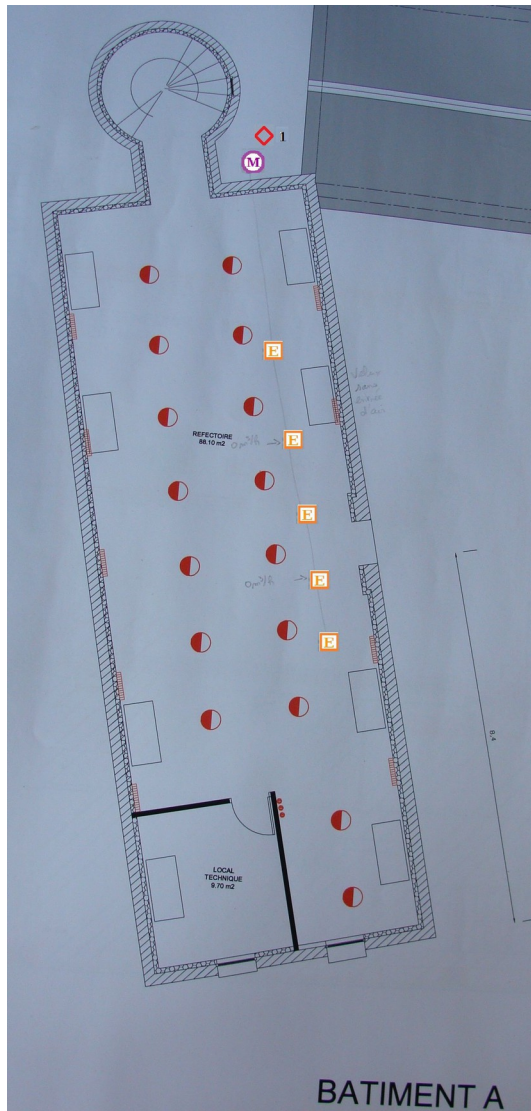




Illustration 138: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du Bois des Forts, bâtiment administratif A, 1^{er} étage. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende

 Moteur d'extraction

 Bouche d'extraction

 Point noir

1. Moteur jamais entretenu



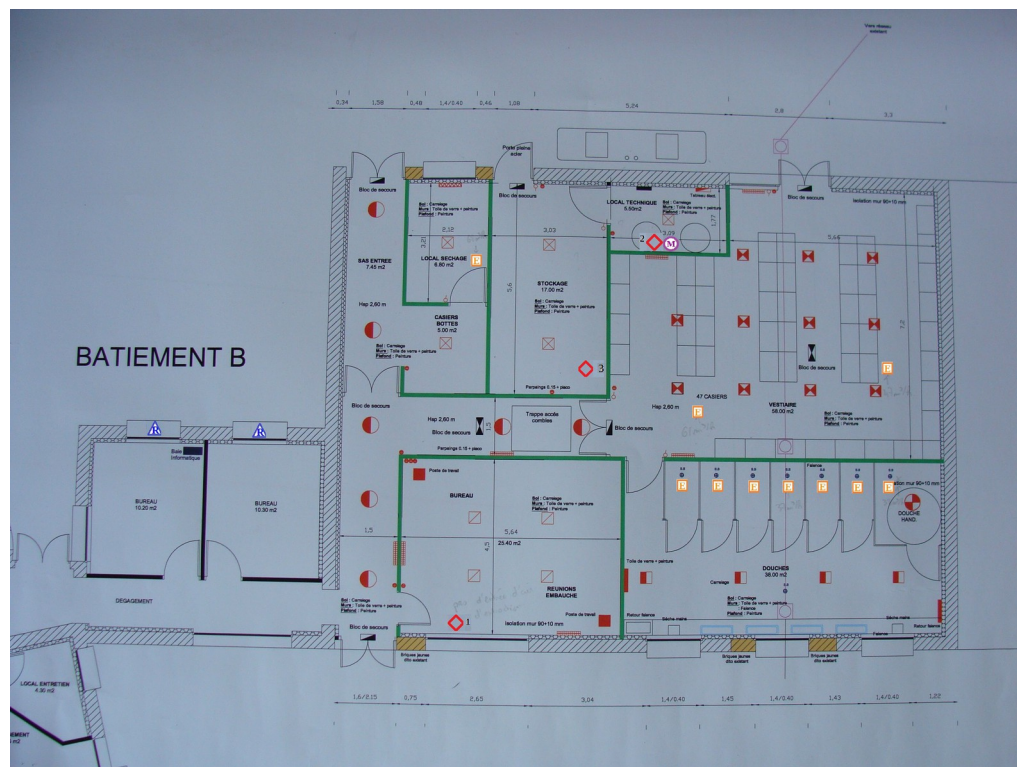


Illustration 139: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du Bois des Forts, bâtiments administratifs B et C. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

Légende

- Moteur d'extraction
- Bouche d'extraction
- Réglette d'entrée d'air
- Point noir

1. Absence de réglette d'entrée d'air dans le bureau
2. Moteur jamais entretenu
3. Absence de renouvellement d'air

Résultat des mesures

La mesure de tous les paramètres dans ce bâtiment a été réalisée lors d'une campagne estivale du lundi 4 juillet au lundi 11 juillet, et lors d'une campagne hivernale, du 14 novembre au 21 novembre. Cela représente 6 jours entiers de données exploitées par campagne.

Localisation des sites de mesures

Deux salles ont été équipées d'un appareil Nemo. La première salle correspond au secrétariat (Illustration 140 et Illustration 141). La seconde salle correspond au bureau (Illustration 142 et Illustration 143).



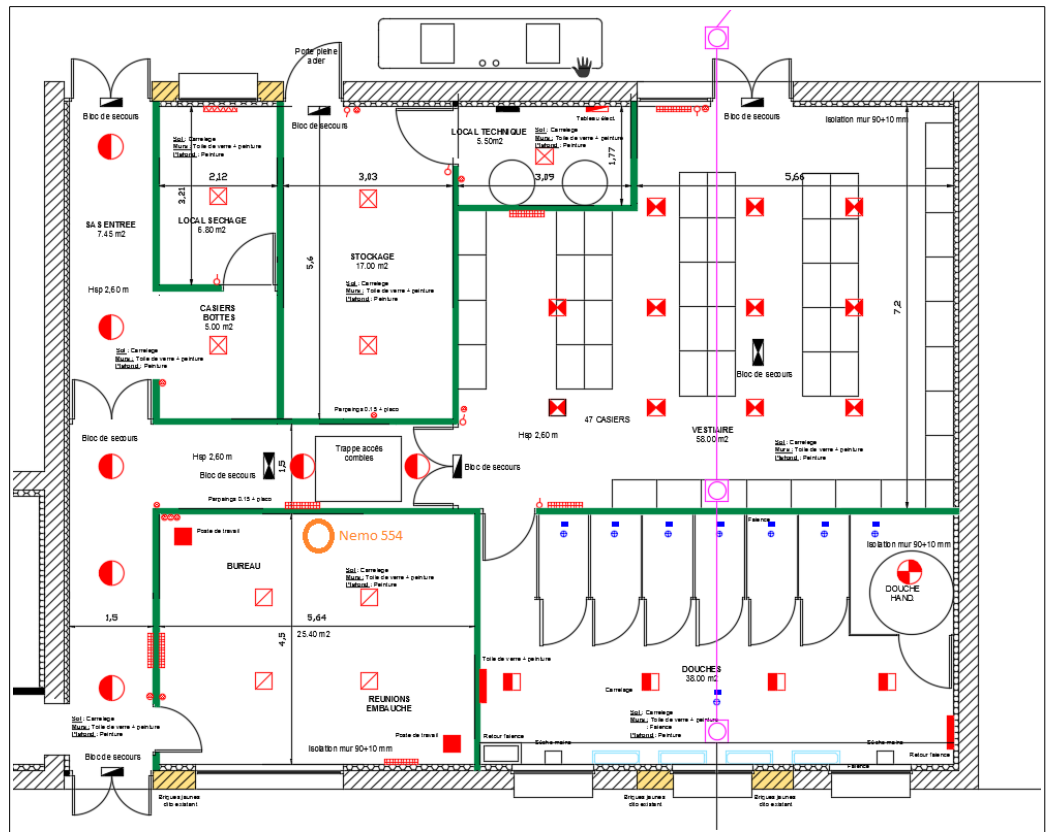


Illustration 140: Plan de situation du Nemo – Bureau Réunion – Bois des Forts. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie

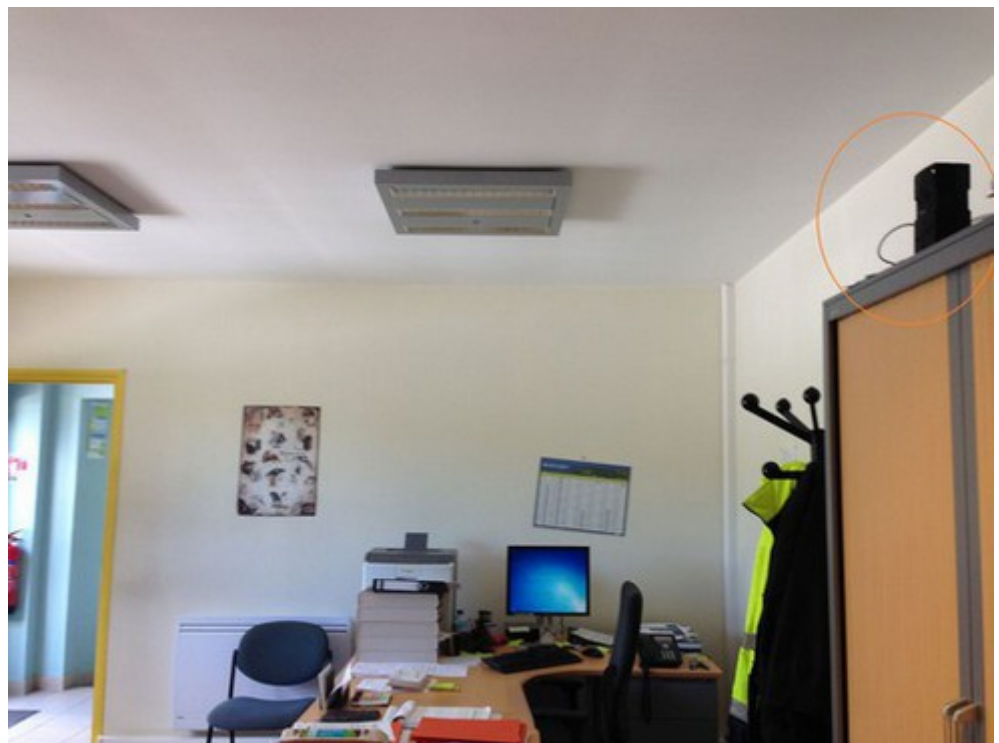


Illustration 141: Nemo – Bureau salle de réunion – Bois des Forts



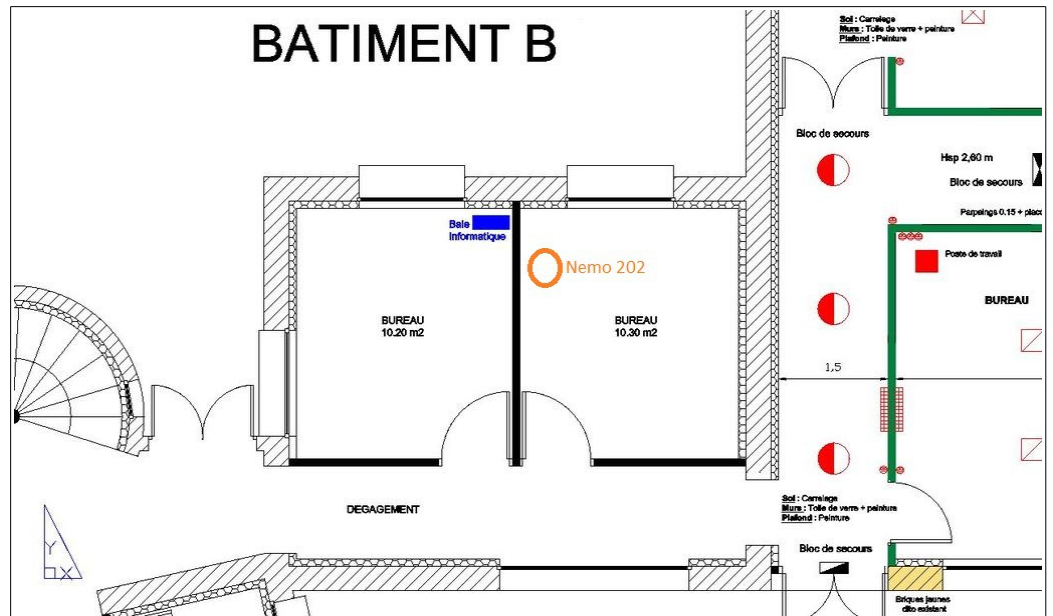


Illustration 142: Plan de situation du Nemo – Secrétariat – Bois des Forts. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie



Illustration 143: Nemo – Secrétariat – Bois des Forts

Suivi des paramètres de confort

Les résultats sont présentés au Tableau 41, Tableau 42, et de l'illustration 144 à l'illustration 147, en température et en humidité relative dans les locaux de la régie des espaces verts du Bois des Forts.

Concernant le secrétariat, les moyennes sont :
pour la période estivale de :



- 22,6 °C (minimum : 21 °C ; maximum : 25 °C) pour la température,
 - 57,1 % (minimum : 51 % ; maximum : 64 %) pour l'humidité relative,
- pour la période hivernale de :
- 18,5 °C (minimum : 15,5 °C ; maximum : 27,5 °C) pour la température,
 - 52,8 % (minimum : 28 % ; maximum : 70 %) pour l'humidité relative.
- pour la période totale de 12 jours de :
- 20,6 °C pour la température,
 - 55,0 % pour l'humidité relative.

Les mesures en température et en humidité relative sont **comprises, en moyenne, dans la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22°C et une humidité relative comprise entre 40 et 70 %).

Secrétariat	HR en %			T en °C		
	Période estivale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
05/07/16	57,0	64,0	59,6	21,5	23,0	22,0
06/07/16	51,0	58,0	54,7	21,0	23,0	22,0
07/07/16	51,0	58,0	54,2	21,0	23,5	22,3
08/07/16	53,0	60,0	56,2	21,5	23,5	22,5
09/07/16	57,0	62,0	58,7	22,0	24,5	23,1
10/07/16	57,0	63,0	59,2	22,5	25,0	23,6
Période hivernale						
Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	
15/11/16	54,0	68,0	59,3	16,5	23,0	19,2
16/11/16	56,0	70,0	60,7	18,0	22,5	19,9
17/11/16	38,0	60,0	54,4	18,0	26,0	19,5
18/11/16	28,0	56,0	43,5	17,0	27,5	20,4
19/11/16	45,0	48,0	46,5	15,5	17,0	16,1
20/11/16	48,0	55,0	52,3	15,5	16,5	15,6

Tableau 41 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans le secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution de la température - Bois des Forts - Secrétariat

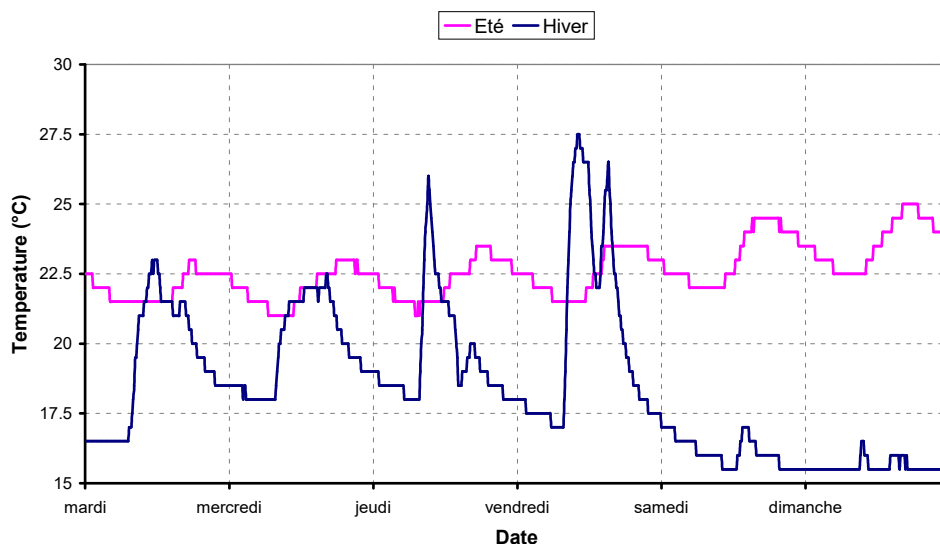


Illustration 144: Evolution de la température dans le secrétariat pendant les campagnes de mesures dans la régie des espaces verts du Bois des Forts

Evolution de l'humidité relative - Bois des Forts - Secrétariat



Illustration 145: Evolution de l'humidité relative dans le secrétariat pendant les campagnes de mesures dans la régie des espaces verts du Bois des Forts

Concernant le bureau réunion, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 22,5 °C (minimum : 21 °C ; maximum : 24 °C) pour la température,
- 58,7 % (minimum : 51 % ; maximum : 64 %) pour l'humidité relative,

pour la période hivernale de :

- 20,7 °C (minimum : 19,5 °C ; maximum : 25,5 °C) pour la température,
- 48,4 % (minimum : 34 % ; maximum : 63 %) pour l'humidité relative.

pour la période totale de 12 jours de :

- 21,6 °C pour la température,
- 53,6 % pour l'humidité relative.

Les mesures en température et en humidité relative sont **comprises, en moyenne, dans la zone optimale de confort de l'OQAI pour la période échantillonnée** (la zone optimale correspond à une température comprise entre 18 et 22°C et une humidité relative comprise entre 40 et 70 %). La différence entre les périodes de mesures pour l'humidité relative est liée au chauffage qui assèche l'air en période hivernale.

Bureau Réunion	HR en %			T en °C		
	Période estivale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
05/07/16	58,0	64,0	61,0	22,0	23,0	22,3
06/07/16	51,0	62,0	56,3	21,0	22,5	22,0
07/07/16	51,0	58,0	55,0	21,0	24,0	22,3
08/07/16	54,0	60,0	57,0	21,5	24,0	22,5
09/07/16	60,0	62,0	60,6	22,0	23,5	22,6
10/07/16	61,0	63,0	62,0	22,0	24,0	23,0
	Période hivernale					
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	46,0	60,0	53,3	20,5	22,0	21,1
16/11/16	49,0	63,0	55,2	20,5	25,5	21,7
17/11/16	46,0	54,0	51,6	20,0	21,5	20,7
18/11/16	34,0	52,0	44,0	19,5	22,5	20,5
19/11/16	42,0	43,0	42,5	20,0	20,0	20,0
20/11/16	40,0	45,0	43,7	20,0	21,5	20,1

Tableau 42 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans le bureau réunion de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution de la température - Bois des Forts - Bureau Réunion

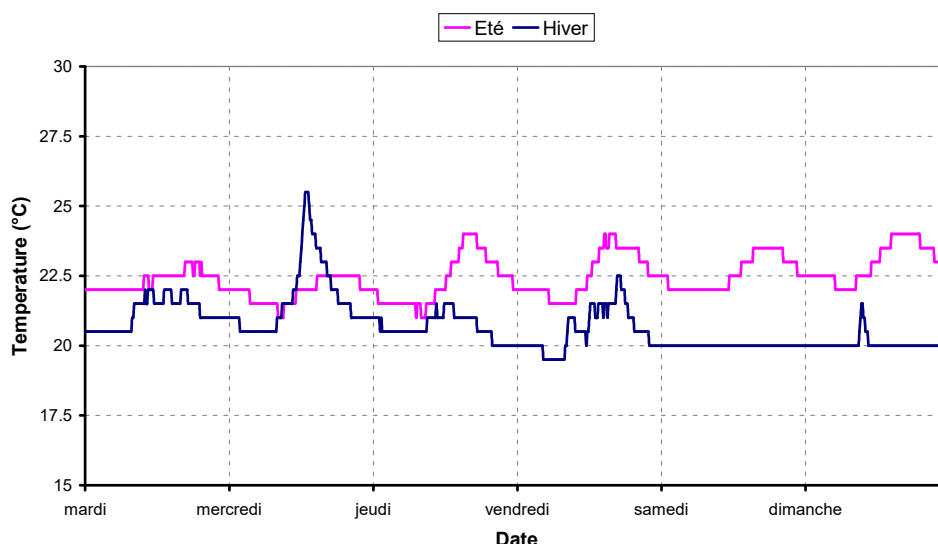


Illustration 146: Evolution de la température dans le bureau réunion pendant les campagnes de mesures dans la régie des espaces verts du Bois des Forts

Evolution de l'humidité relative - Bois des Forts - Bureau Réunion

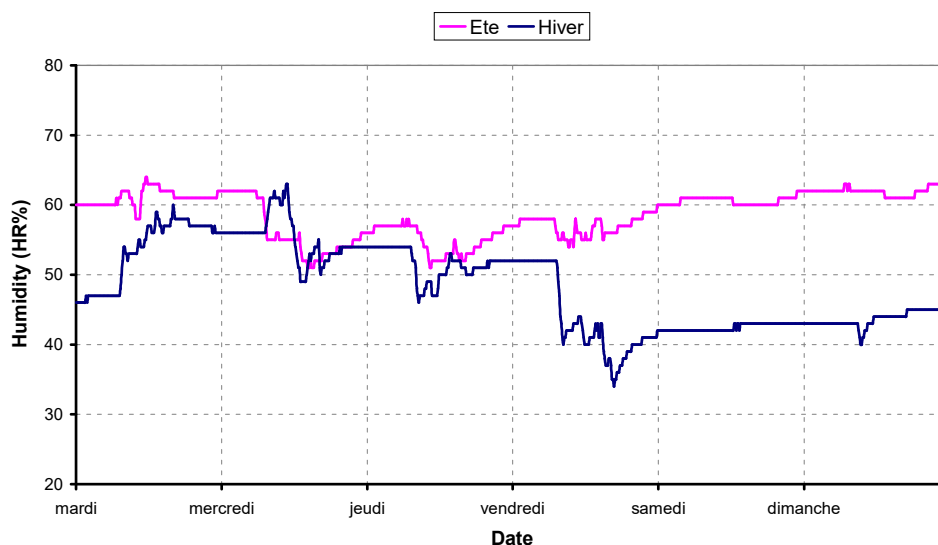


Illustration 147: Evolution de l'humidité relative dans le bureau réunion pendant les campagnes de mesures dans la régie des espaces verts du Bois des Forts

Suivi des paramètres de confinement

Les résultats des mesures de CO₂ (Tableau 43, Tableau 44, Illustration 148 et Illustration 149) sont exprimés en ppm (part per million), soit en nombre de molécules de CO₂ par million de molécules d'air. Ces résultats montrent qu'**aucune moyenne journalière** sur la période d'occupation des bureaux n'a de valeur supérieure à 1000 ppm (seuils 1000 et 1300 ppm).

Concernant le dioxyde de carbone dans le secrétariat, les moyennes sont :
pour la période estivale de :

- 643,4 ppm (minimum : 504 ppm ; maximum : 1071 ppm),



pour la période hivernale de :

- 741,2 ppm (minimum : 516 ppm ; maximum : 1353 ppm).

Soit sur la période totale de 12 jours de 692,3 ppm.

Sur l'illustration 148, des valeurs ponctuelles supérieures à 1000 ppm sont observées dans le secrétariat pour les campagnes estivale et hivernale. Elles traduisent une occupation particulière et momentanée de ce bureau selon les relevés réalisés par les agents.

CO₂ en ppm			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
Secrétariat			
05/07/16	542,0	1071,0	642,1
06/07/16	518,0	930,0	631,1
07/07/16	504,0	921,0	663,8
08/07/16	514,0	890,0	623,8
09/07/16	547,0	936,0	658,5
10/07/16	554,0	870,0	641
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	548,0	1283,0	770,1
16/11/16	665,0	1353,0	812,5
17/11/16	516,0	1262,0	789,2
18/11/16	575,0	1002,0	728,6
19/11/16	639,0	736,0	686,0
20/11/16	523,0	821,0	660,6

Tableau 43 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans le secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution du taux de CO₂ - Bois des Forts - Secrétariat

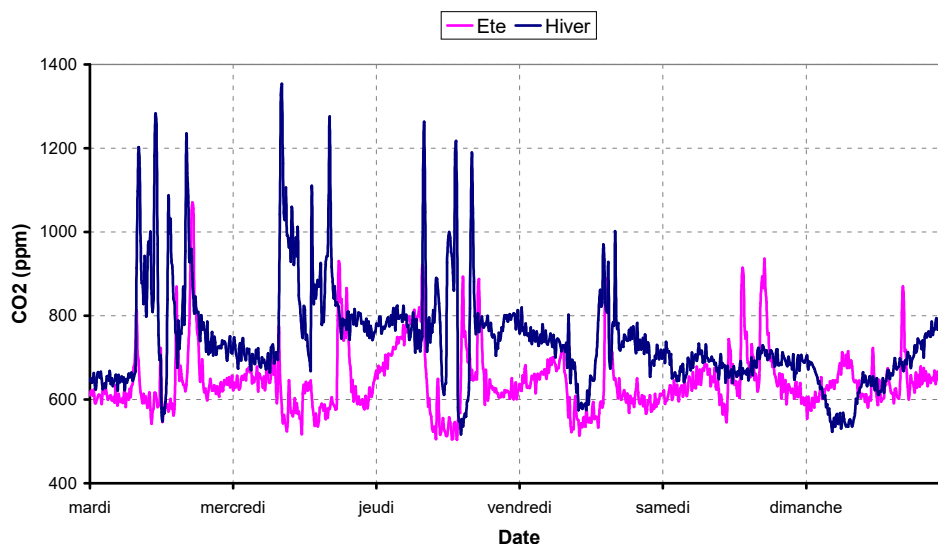


Illustration 148: Evolution de la concentration en CO₂ dans le secrétariat dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures

Concernant le dioxyde de carbone dans le bureau réunion, les moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 599,7 ppm (minimum : 458 ppm ; maximum : 1009 ppm),

pour la période hivernale de :

- 583,9 ppm (minimum : 468 ppm ; maximum : 1276 ppm).

Soit sur la période totale de 12 jours de 591,8 ppm.

Sur l'illustration 149, des valeurs ponctuelles supérieures à 1000 ppm sont observées dans l'accueil pour les campagnes estivale et hivernale. Elles traduisent une occupation particulière et momentanée de ce bureau selon les relevés réalisés par les agents.



Bureau Réunion

CO ₂ en ppm			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
05/07/16	517,0	683,0	577,1
06/07/16	535,0	729,0	583,7
07/07/16	555,0	1009,0	683,2
08/07/16	523,0	889,0	652,5
09/07/16	520,0	639,0	571,5
10/07/16	458,0	595,0	529,5
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	493,0	1141,0	615,4
16/11/16	468,0	1165,0	656,9
17/11/16	470,0	1064,0	607,4
18/11/16	476,0	1276,0	596
19/11/16	483,0	570,0	519,3
20/11/16	473,0	540,0	508,4

Tableau 44 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO₂ (ppm) dans le bureau réunion de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de CO₂ - Bois des Forts - Bureau Réunion

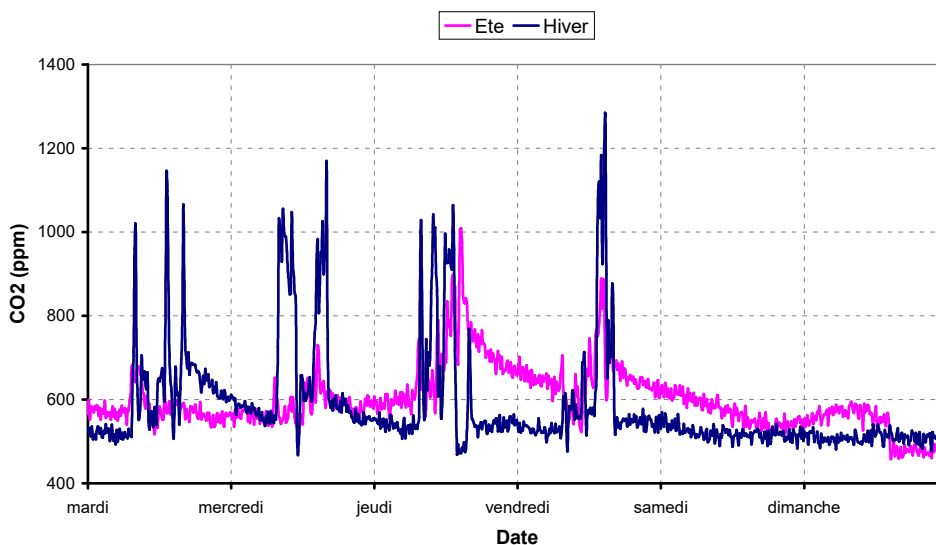


Illustration 149: Evolution de la concentration en CO₂ dans le bureau réunion dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures



Suivi des concentrations en formaldéhyde

Concernant le formaldéhyde dans le secrétariat, les teneurs moyennes sont :
 pour la période estivale de :
 • 11,5 µg/m³ (minimum : 3,7 µg/m³ ; maximum : 20,9 µg/m³),
 pour la période hivernale de :
 • 10,8 µg/m³ (minimum : 4,3 µg/m³ ; maximum : 25,8 µg/m³).
 Soit pour la période totale de 12 jours de 11,2 µg/m³.

Secrétariat

Formaldéhyde (en µg/m³)			
Période estivale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
05/07/16	5,3	9,5	6,7
06/07/16	4,6	9,4	7,1
07/07/16	5,1	14,0	10,3
08/07/16	3,7	16,2	11,8
09/07/16	10,0	17,8	15,1
10/07/16	12,6	20,9	16,4
Période hivernale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
15/11/16	5,1	11,0	7,7
16/11/16	5,8	8,7	7,2
17/11/16	4,3	14,3	9,8
18/11/16	10,3	25,8	17
19/11/16	6,5	21,0	12
20/11/16	5,3	18,3	11,3

Tableau 45: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en µg/m³) dans le secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine)



Evolution du taux de Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Bois des Forts - Secrétariat

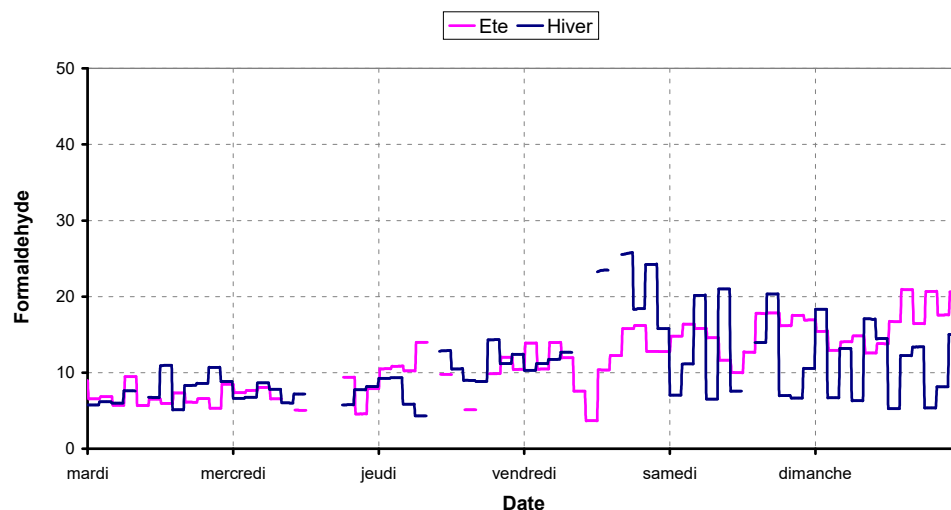


Illustration 150: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le secrétariat dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures (pas de mesure de 2h)

Concernant le formaldéhyde dans le bureau réunion, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- $25,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum : $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum : $45,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$),

pour la période hivernale de :

- $19,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (minimum : $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$; maximum : $32,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Soit pour la période totale de 12 jours de $22,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bureau Réunion

Formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Période estivale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
05/07/16	7,8	20,2	15,6
06/07/16	4,3	27,5	16,8
07/07/16	7,4	30,8	21,5
08/07/16	5,2	32,0	21,8
09/07/16	29,7	39,0	33,2
10/07/16	34,0	45,8	39,2
Période hivernale			
	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)
15/11/16	6,4	21,7	14,9
16/11/16	7,1	21,3	16,2
17/11/16	7,4	22,6	16,5
18/11/16	12,4	24,3	20,3
19/11/16	15,6	27,9	23,4
20/11/16	18,8	32,8	25,6

Tableau 46: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dans le bureau réunion de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine)

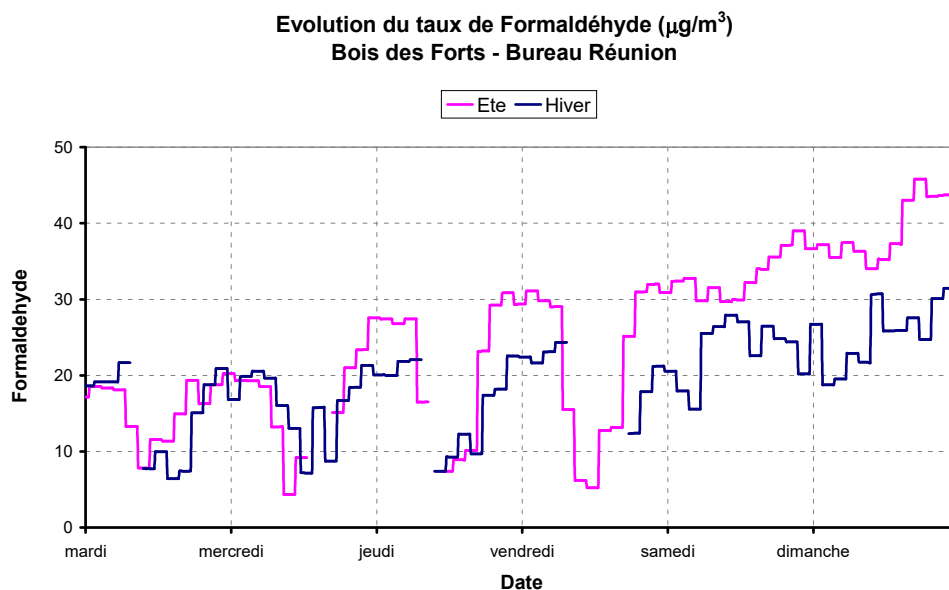


Illustration 151: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le bureau réunion dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures (pas de mesure de 2h)



Les niveaux moyens obtenus en formaldéhyde sont **supérieurs** à la valeur guide fixée par le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 (Tableau 47). En effet, la valeur pour les ERP sera de **10 µg/m³** pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2023 (actuellement de 30 µg/m³). Ces valeurs guides sont un exemple et sont données à titre de comparaison, les ateliers n'étant pas des ERP.

Les niveaux moyens annuels de formaldéhyde sont :

- supérieurs à la valeur guide long terme de l'air intérieur de l'ANSES (10 µg/m³).
- Très légèrement inférieurs à la valeur repère de qualité de l'air de l'HCSP (30 µg/m³, comme valeur repère en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée).
- Inférieurs à la valeur guide court terme de l'air intérieur de l'ANSES (50 µg/m³).

VG (OMS)		VGAI (ANSES)		Valeurs de gestion (HCSP)				Résultats étude			
Valeur	Durée	Long terme ¹³	Court terme ¹⁴	Valeur cible	Valeur repère	Valeur information et recommandation	Valeur action rapide	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)	
100	30 min	10	50	10	30	50	100	3,7	20,9	11,5	Secrétariat Été
								4,3	25,8	10,8	Secrétariat Hiver
								Secrétariat Moyenne (12 jours)			11,2
								4,3	45,8	25	Bureau réunion Été
								6,4	32,8	19,5	Bureau réunion Hiver
								Bureau Moyenne (12 jours)			22,3

Tableau 47 : Comparaison des résultats (en µg/m³) en formaldéhyde dans la régie des espaces verts du Bois des Forts avec des valeurs guides

Les concentrations en formaldéhyde mesurées dans les locaux de la régie des espaces verts du Bois des Forts (Tableau 48) se révèlent inférieures aux niveaux médians obtenus en air intérieur lors de la campagne OQAI Logement pour le secrétariat et légèrement supérieures pour le bureau réunion.

¹³Pour une exposition supérieure à 1 an

¹⁴Pour une exposition de 2 heures



Polluants	Campagne OQAI Logement Intérieur		Résultats étude				
	Médiane ¹⁵	95e percentile ¹⁶	Minimum (2h)	Maximum (2h)	Moyenne (jour)		
Formaldéhyde	19,6	46,6	3,7	20,9	11,5	Secrétariat Eté	
			4,3	25,8	10,8	Secrétariat Hiver	
			Secrétariat Moyenne (12 jours)				11,2
			4,3	45,8	25	Bureau réunion Eté	
			6,4	32,8	19,5	Bureau réunion Hiver	
			Bureau Moyenne (12 jours)				22,3

Tableau 48 : Comparaison des résultats (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en aldéhydes dans la régie des espaces verts du Bois des Forts avec des valeurs de la campagne logement de l'OQAI

Suivi des COVTL Les résultats (Tableau 49, Tableau 50 et Illustration 152, Illustration 153) montrent des teneurs moyennes en ppb (part per billion), soit en nombre de molécules de COVTL par milliard de molécules d'air.

Concernant les COVTL dans le secrétariat, les teneurs moyennes sont :
pour la période estivale de :

- 19,1 ppb (minimum : 6,5 ppb ; maximum : 78 ppb),

pour la période hivernale de :

- 24,5 ppb (minimum : 5,0 ppb ; maximum : 226,3 ppb).

Soit pour la période totale de 21,8 ppb.

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.

¹⁵Médiane : 50 % des logements ont des teneurs inférieures ou supérieures à cette valeur

¹⁶95e percentile : 95 % des logements ont des teneurs inférieures à cette valeur



Secrétariat

COVTL (en ppb)			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
05/07/16	13,5	56	21,4
06/07/16	7,5	21,0	15,1
07/07/16	6,5	57,5	18,2
08/07/16	8,8	29,5	16,9
09/07/16	10,0	28,3	19,7
10/07/16	11,5	78,0	23,1
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	12,0	226,3	39,9
16/11/16	17,5	85,5	35,7
17/11/16	9,8	152,3	29,6
18/11/16	7,5	79,3	21,8
19/11/16	5,0	12,8	9,2
20/11/16	7,0	15,8	11,0

Tableau 49: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de COV Totaux Légers - Bois des Forts - Secrétariat

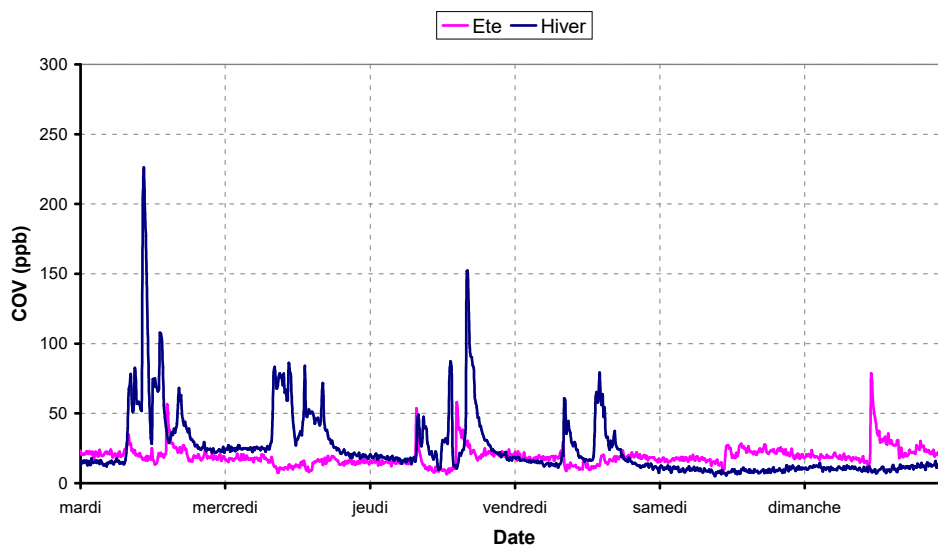


Illustration 152: Evolution de la concentration en COVTL dans le secrétariat dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures

Concernant les COVTL dans le bureau réunion, les teneurs moyennes sont :

pour la période estivale de :

- 28,9 ppb (minimum : 0,5 ppb ; maximum : 64,5 ppb),

pour la période hivernale de :

- 32,7 ppb (minimum : 7,0 ppb ; maximum : 276,5 ppb).



Soit pour la période totale de 30,8 ppb.

Il n'existe pas de valeurs de comparaison pour cette catégorie de polluants.

Bureau Réunion

COVTL (en ppb)			
Période estivale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
05/07/16	3,5	45,5	24,4
06/07/16	1,3	43,5	22,6
07/07/16	1,8	64,5	25,3
08/07/16	0,5	49,0	24
09/07/16	19,5	56,0	35,3
10/07/16	28,8	59,8	41,9
Période hivernale			
	Minimum (10min)	Maximum (10min)	Moyenne (journée)
15/11/16	10,0	276,5	31,2
16/11/16	10,0	254,0	35,9
17/11/16	7,0	104,3	32,2
18/11/16	8,8	140,5	39,7
19/11/16	16,0	45,8	33,2
20/11/16	9,5	41,5	23,7

Tableau 50: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine)

Evolution du taux de COV Totaux Légers
Bois des Forts - Bureau Réunion

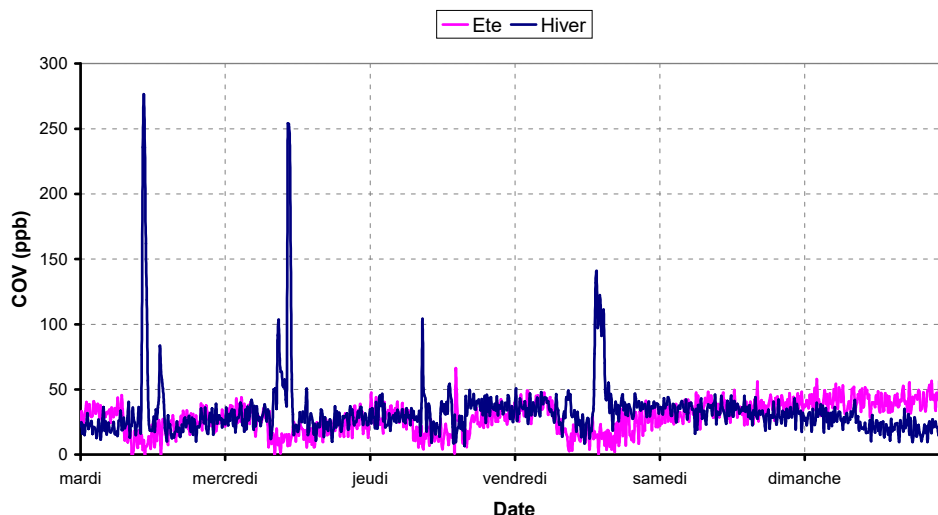


Illustration 153: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau réunion dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures



Analyse des pratiques (phase 2)

Enquête auprès des occupants

Une version complétée

Ce deuxième livrable (2a) contient la version complète de l'analyse des pratiques, initiée pour le premier livrable.

Contenu de l'enquête

L'enquête a été préparée en amont des visites et la même version a été distribuée sur les 4 sites afin de pouvoir les exploiter ensemble. Pour cela, une version papier de cette enquête a été distribuée sur place et l'enquêteur du Cerema s'est tenu à disposition des agents sollicités pour y répondre, pour apporter des précisions en cas de problème de compréhension des questions. Néanmoins, afin de ne pas influencer le jugement des enquêtés, l'enquêteur du Cerema les a volontairement laissés remplir le questionnaire de manière autonome. Il leur a été proposé d'y répondre de manière anonyme, de sorte qu'ils puissent le faire en toute franchise et de manière spontanée.

Le questionnaire de l'enquête est disponible en annexe 3.

Réalisation de l'enquête sur les 4 sites

Nombre d'enquêtes par site réalisées

Sur l'ensemble des 4 sites, 25 enquêtes ont été remplies :

- 7 à l'atelier du Lac ;
- 8 au parc zoologique ;
- 9 au Palais de l'Univers et des Sciences ;
- 1 à l'atelier du Bois-des-Forts.

Enquête sur le site de l'Atelier du Lac à Armbouts-Cappel

L'enquête a été réalisée sur le site de l'atelier du Lac à Armbouts-Cappel le 13/06/16 en parallèle du diagnostic bâtiment.

Celle-ci a été présentée aux 3 agents présents sur site et 4 exemplaires ont été laissés (et récupérés la semaine suivante) afin d'interroger d'autres personnes. Voici le profil des personnes interrogées :

- le responsable des 2 régions des espaces verts ;
- un employé de bureau ;
- la secrétaire du site ;
- 3 mécaniciens (travaillant dans les ateliers) ;
- l'agent responsable de l'entretien et du nettoyage du site.



Enquête sur le site du parc zoologique de Fort-Mardyck L'enquête a été réalisée sur le site de l'atelier du parc zoologique de Fort-Mardyck le 20/06/16 en parallèle du diagnostic bâtiment. Celle-ci a été présentée aux 8 agents ayant accepté de participer. Ces personnes ont rempli l'enquête sur place. Voici le profil des personnes interrogées :

- 3 agents de l'accueil, dont une personne en CDD récemment arrivée ;
- 4 soigneurs ;
- 1 secrétaire.

Enquête sur le site du Palais de l'Univers et des Sciences de Cappelle-la-Grande L'enquête a été envoyée au responsable du site du Palais de l'Univers et des Sciences à Cappelle-la-Grande en amont de la visite du 27/06/16, afin d'optimiser le temps à passer sur site. Une présentation a également été préparée afin de présenter la démarche aux agents sollicités et se trouve en Annexe 5. Les enquêtes ont été récupérées le 27/06 et la semaine suivante, le 04/07. Ces enquêtes ont été accompagnées de la grille à destination des occupants : ainsi, certains agents l'ont également remplie. Au total, 9 personnes ont complété l'enquête.

Enquête sur le site de l'Atelier du Bois des Forts à Coudekerque-Branche L'enquête a été réalisée sur le site de l'atelier du Bois-des-Forts à Coudekerque-Branche le 04/07/16 en parallèle du diagnostic bâtiment. Celle-ci a été présentée aux 2 agents présents sur site. L'un d'entre eux ne travaillant pas en permanence sur place, il n'a pas souhaité répondre. Voici le profil de la personne interrogée :

- le responsable de la régie des espaces verts du Bois-des-Forts.

Résultats

Voici les résultats illustrés de l'enquête

Traitement des données Les questionnaires ont été remplis par les agents sur des versions papier du questionnaire. Ces données ont été intégralement saisies dans un tableau afin d'être exploitées et présentées sous forme de graphiques.

Informations générales – Votre perception de la QAI

Sources de pollution de l'air intérieur

Sur les 25 enquêtés, seule 1 personne estime que la pollution de l'air intérieur provient de l'intérieur exclusivement (matériaux, mobilier, activité, etc.). Les 24 autres enquêtés estiment que la pollution provient soit exclusivement de l'air extérieur (8 d'entre eux) ou des deux (16 d'entre eux).



Q1. Selon vous, quelles sont les sources de pollution de l'air intérieur?

Une seule réponse possible

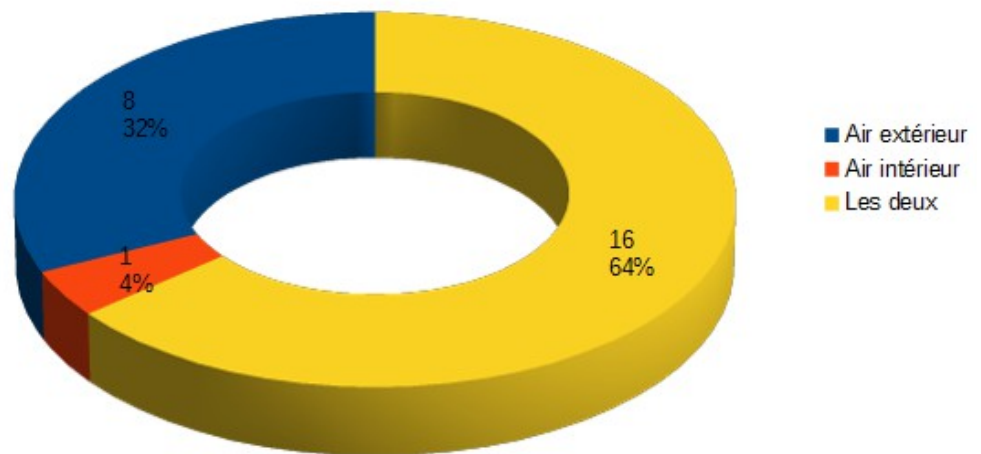


Illustration 154: Diagramme question 1 de l'enquête

Acteurs de la qualité de l'air intérieur

15 enquêtés estiment qu'ils peuvent agir sur la qualité de l'air intérieur. Cela signifie que 10 d'entre eux estiment qu'ils ne sont pas acteurs de cette question. Sur les 25 enquêtés, 18 estiment que les agents de maintenance et d'entretien peuvent agir sur la qualité de l'air intérieur. Ce sont les acteurs les plus fréquemment choisis. Les industriels et la Communauté Urbaine de Dunkerque sont choisis par 15 enquêtés. Dans la catégorie « Autre », les agriculteurs ont été cités.

Q2. Qui, selon vous, peut agir sur la qualité de l'air intérieur ?

Plusieurs réponses possibles

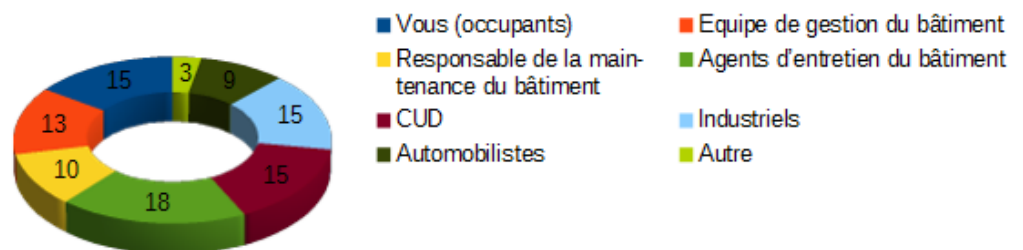


Illustration 155: Diagramme question 2 de l'enquête

L'étude QAI réalisée par la CUD est-elle justifiée ?

Sur les 25 personnes enquêtées, seule 1 personne n'estime pas cette étude justifiée (aucune justification donnée). Les 24 autres agents enquêtés estiment cette étude justifiée.



Q3. Trouvez-vous justifié que la CUD fasse une étude sur la QAI de ce bâtiment ?

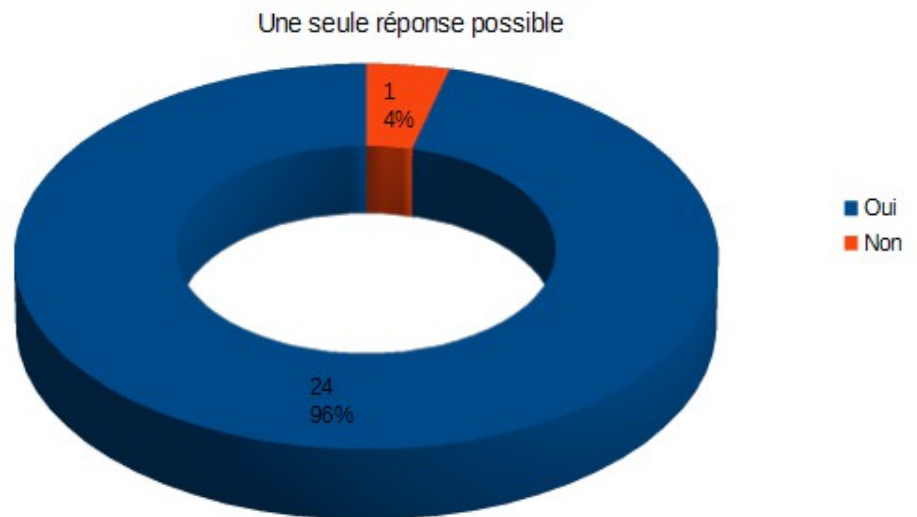


Illustration 156: Diagramme question 3 de l'enquête

Informations générales Bureau / poste de travail
– lieu de travail

18 des agents enquêtés déclarent travailler au rez-de-chaussée, ce qui représente la majorité des enquêtés. A noter que 3 agents ont donné plusieurs réponses car ils sont amenés à changer de zone de travail (pas de poste de travail fixe).

Les 25 agents enquêtés travaillent majoritairement dans un bureau individuel fermé (27%) ou un open-space sans cloison (31%). 23 % d'entre eux déclarent ne pas travailler dans un bureau (mécaniciens ou agents de maintenance). A noter qu'un agent a déclaré travailler à la fois dans un bureau fermé mais également dans un atelier, contrairement à ses collègues qui ont privilégié l'une ou l'autre des réponses.

Il y a de fortes disparités de surfaces ou de nombre de personnes travaillant ensemble entre les bureaux / postes de travail sur les 21 réponses collectées, ce qui s'explique par les open space (accueil pour le public ou bureaux en open-space). Les soigneurs ont considéré leur réfectoire et vestiaire comme étant leur poste de travail pour répondre au questionnaire. Le trop petit espace à disposition des 8 soigneurs a été relevé par la totalité des soigneurs ayant été enquêtés. Ceci semble créer un mal-être au travail comme ce sera précisé dans les dernières questions.



Q4. A quel étage travaillez-vous ?

Une seule réponse possible

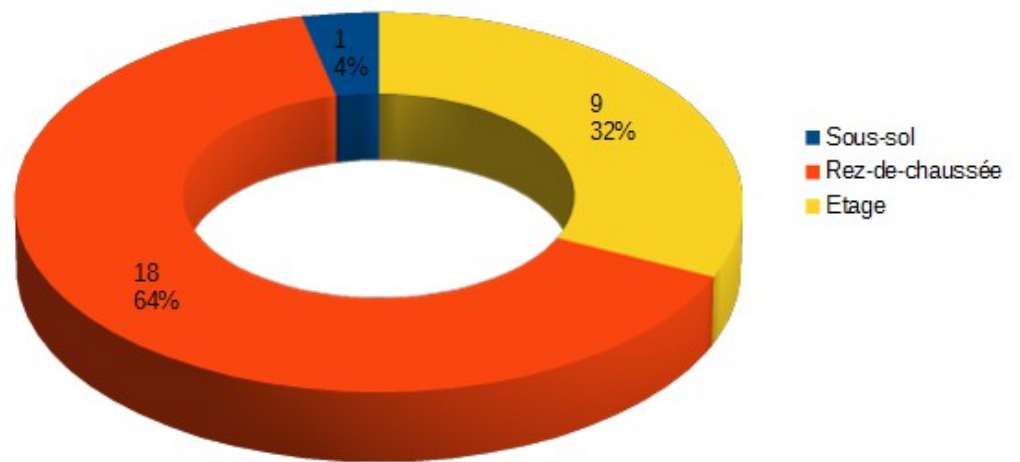


Illustration 157: Diagramme question 4 de l'enquête

Q5. Dans quel type de bureau ?

Une seule réponse possible

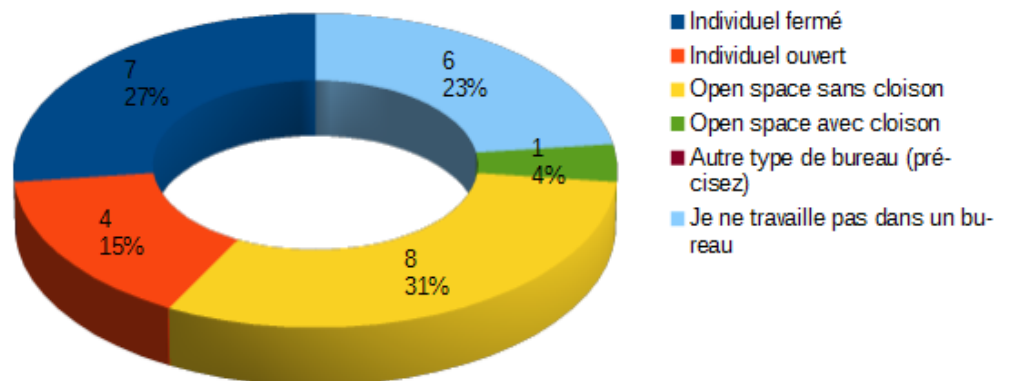


Illustration 158: Diagramme question 5 de l'enquête



Q6. Quelle est la surface approximative de votre bureau / poste de travail ?

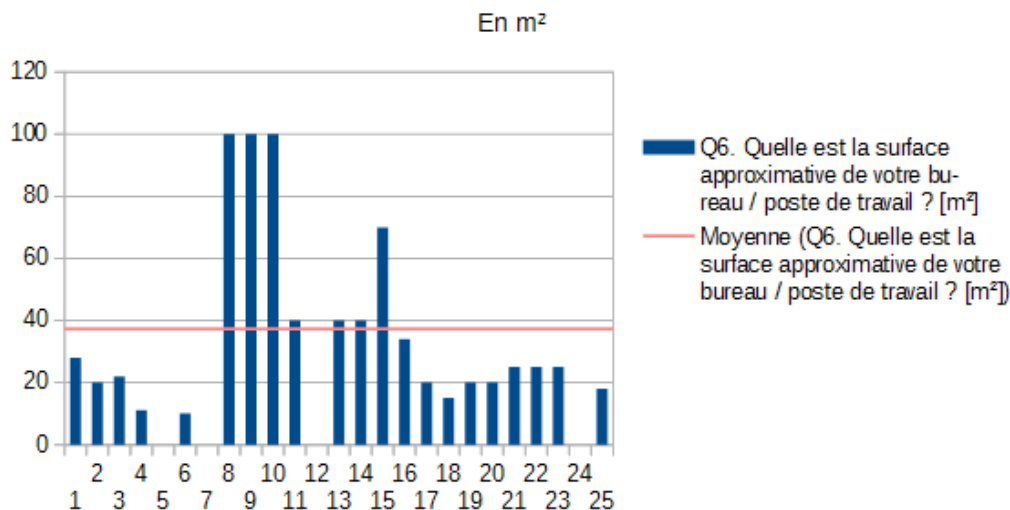


Illustration 159: Diagramme question 6 de l'enquête

Q7. Combien de personnes travaillent habituellement dans cette pièce, vous inclus ?

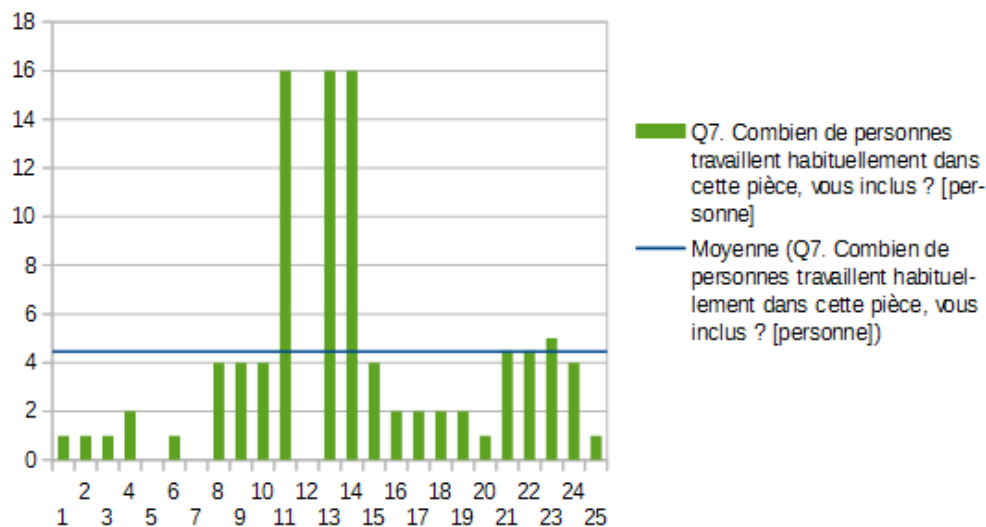


Illustration 160: Diagramme question 7 de l'enquête

Fenêtres

Seuls 3 des agents ayant été interrogés ne pouvaient pas ouvrir leur fenêtre (atelier du Lac) à cause de l'encombrement devant celles-ci (fenêtres trop basses : mauvaise conception). Les 22 autres agents pouvaient ouvrir leur fenêtre. Aucun agent a déclaré ne pas avoir accès à une fenêtre.

Pour les 21 agents ayant répondu à cette question, la fenêtre la plus proche serait située à 1,7m en moyenne. Cette valeur reste un ordre de grandeur car cette notion est très variable d'une personne à l'autre pour une même pièce. Néanmoins, cela confirme que les agents ont accès à une fenêtre pour aérer à proximité de leur poste de travail (attention aux risques de courants d'air froids), à l'exception des agents de l'atelier du Lac qui utilisent la porte de l'atelier et la grande porte du garage pour renouveler l'air.



Q8. Pouvez-vous ouvrir les fenêtres de votre bureau ?

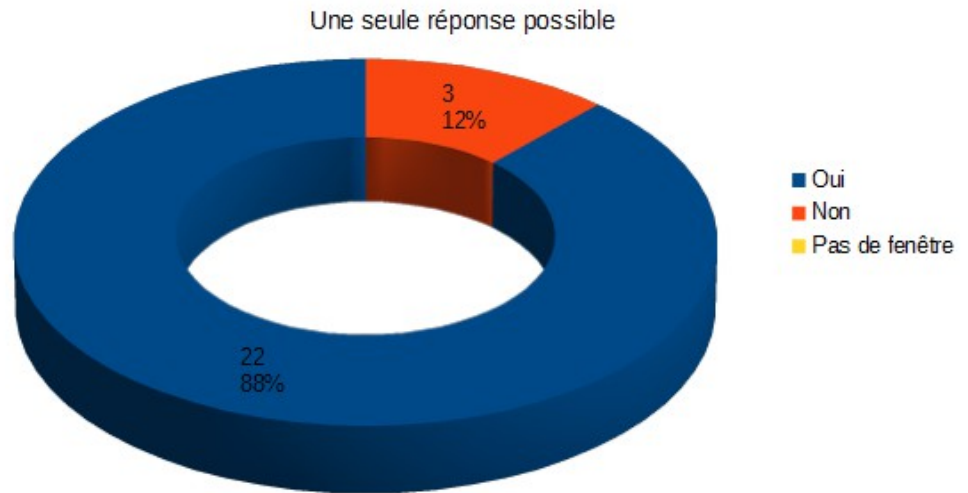


Illustration 161: Diagramme question 8 de l'enquête

Q9. A quelle distance approximative êtes-vous de la fenêtre la plus proche ?

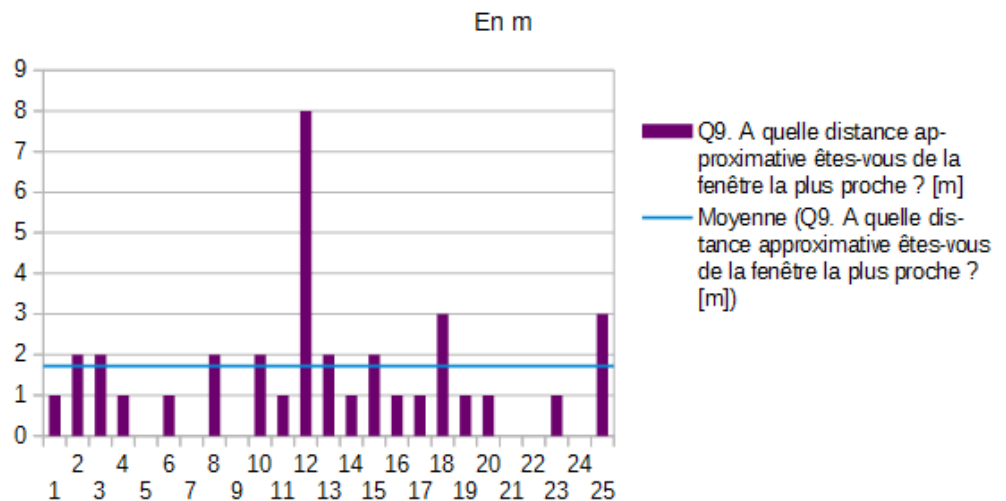


Illustration 162: Diagramme question 9 de l'enquête

Ancienneté dans l'entreprise

En moyenne, les agents interrogés ont plus de 13 années d'ancienneté dans la Communauté Urbaine de Dunkerque (un agent n'avait que quelques mois d'ancienneté au moment de l'enquête et il y avait une vacataire) et plus de 6,5 années d'ancienneté dans ce bureau / à ce poste de travail.



Q10. Depuis combien de temps travaillez-vous dans cette entreprise ?

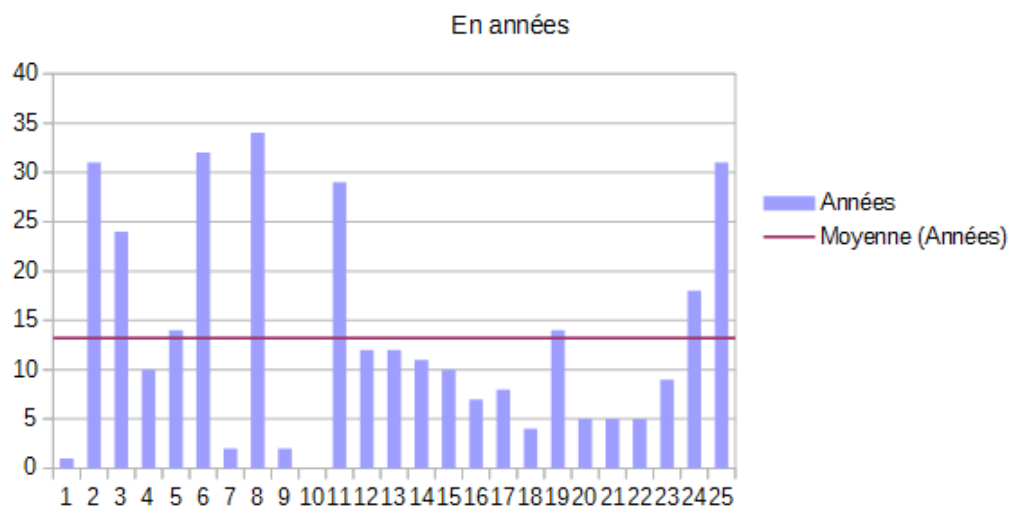


Illustration 163: Diagramme question 10 de l'enquête

Q11. Depuis combien de temps travaillez-vous dans ce bureau ?

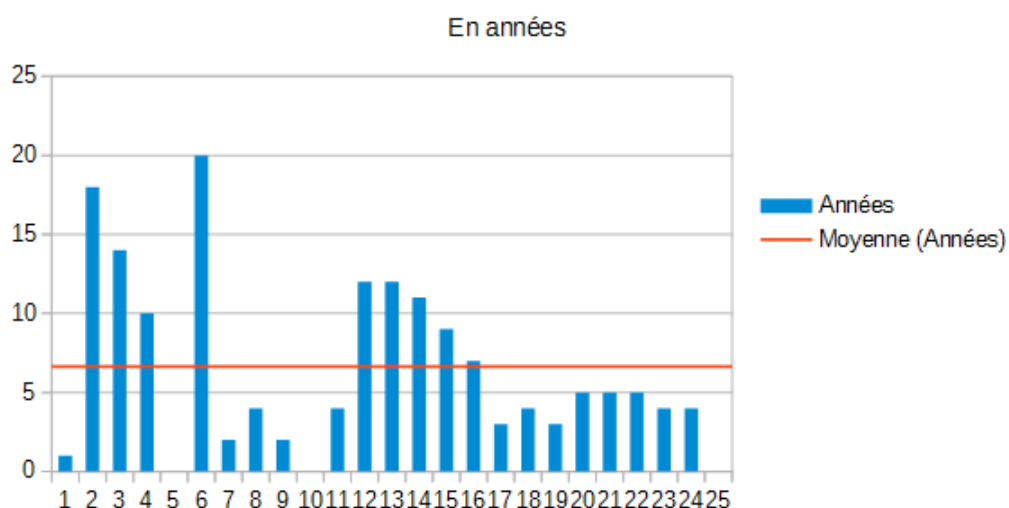


Illustration 164: Diagramme question 11 de l'enquête

Pratiques – chauffage (en hiver)

Sur les 24 agents ayant répondu à cette question, 1 agent ne régule pas la température de chauffage et 3 agents supplémentaires estiment ne pas avoir la possibilité de la réguler. Les 20 autres agents déclarent réguler la température de chauffage à leur niveau.

6 agents utilisent un chauffage d'appoint sur les 24 agents ayant répondu. Ces 6 agents déclarent utiliser un appoint électrique. A noter que les 3 agents ayant déclaré ne pas avoir la possibilité de réguler la température utilisent un chauffage d'appoint électrique (parc zoologique et PLUS) et font partie des 6 agents suscités. Les 3 autres agents estiment pouvoir réguler la température de chauffage mais utilisent un chauffage d'appoint électrique en complément (parc zoologique et PLUS).



Q12. Réglez-vous la température de chauffage de votre bureau / poste de travail ?

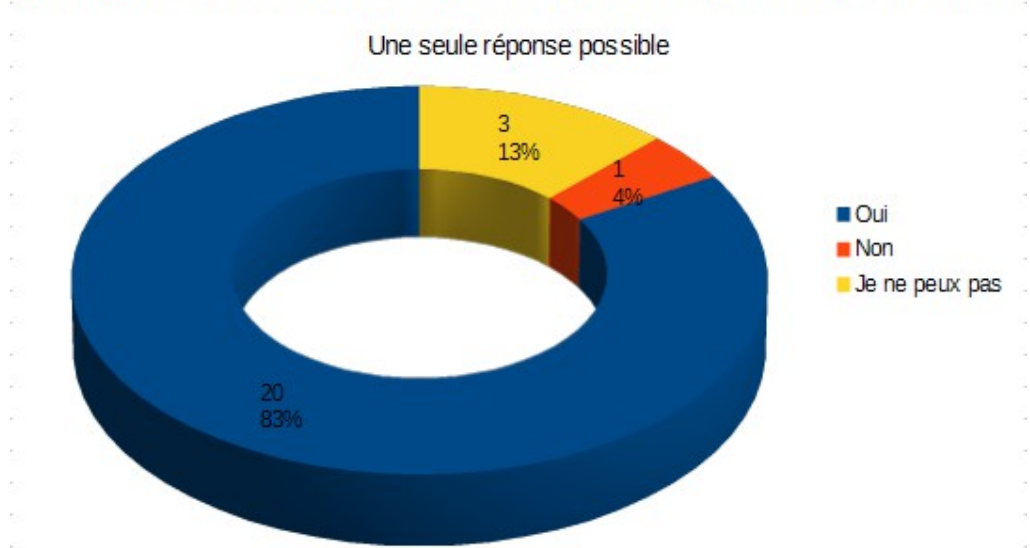


Illustration 165: Diagramme question 12 de l'enquête

Q13. Utilisez-vous un chauffage d'appoint ?

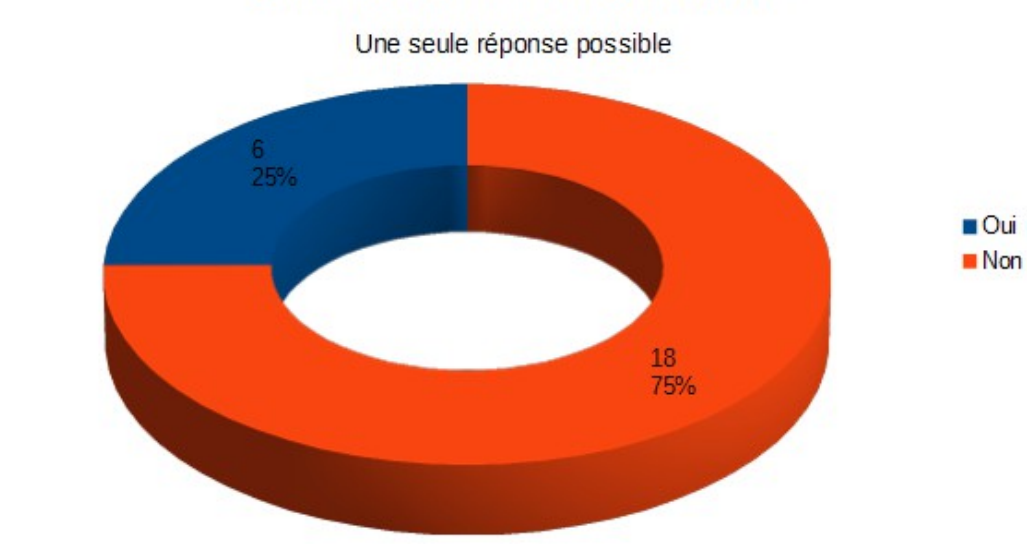


Illustration 166: Diagramme question 13 de l'enquête

Q14. Si oui, de quel type ?

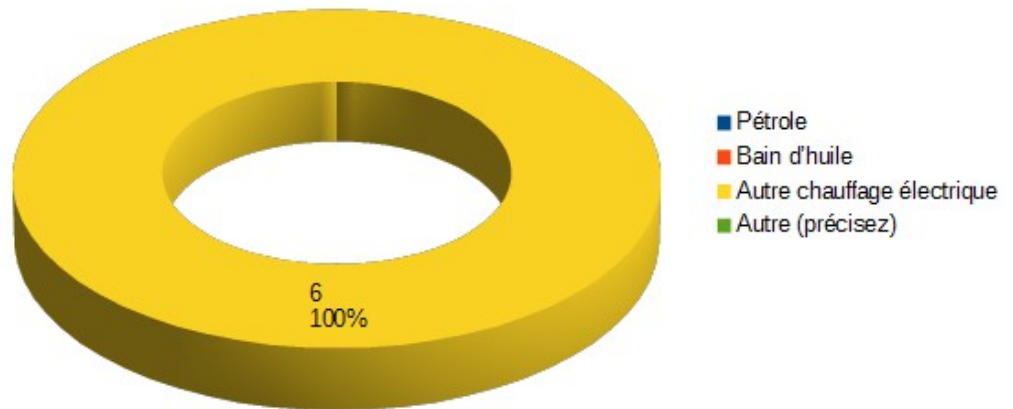


Illustration 167: Diagramme question 14 de l'enquête

Pratiques – climatisation (en été) Aucun agent interrogé déclare avoir une climatisation dans son bureau / espace de travail (donc aucune régulation associée à un système mécanique).

Pratiques – aération et ventilation Seuls 23 agents ont répondu en totalité à cette partie. 6 agents déclarent ne jamais aérer l'hiver car ils n'y pensent pas (2), cela crée des courants d'air (4), il fait trop froid (3), ou encore l'air extérieur est trop pollué (2). 1 de ces agents déclare également boucher les entrées d'air car cela crée des courants d'air. 12 agents aèrent 10 minutes ou plus par jour l'hiver et 22 agents l'été, 5 agents aèrent 5 minutes par jour l'hiver et 2 agents l'été. Parmi celles et ceux qui se restreignent dans l'aération de leur espace de travail, les raisons évoquées (plusieurs réponses possibles) sont « je n'y pense pas » (4), « l'air extérieur est trop pollué » (4), « les bruits extérieurs me gênent » (5), « les mauvaises odeurs extérieures me gênent » (4), « il fait trop froid dans le bureau » (8), « cela crée des courants d'air » (11) « faire des économies d'énergie » (1), « mes collègues ne veulent pas aérer » (1). 3 des 23 agents estiment aérer suffisamment. De bonnes pratiques sont déjà observées mais une sensibilisation serait nécessaire afin d'échanger avec les agents sur la pollution de l'air extérieur (un air extérieur pollué n'exempte pas d'aérer : il faut choisir les bonnes périodes de la journée) et sur la nécessité d'aérer 2 fois par jour minimum, pendant 5 à 10 minutes minimum.

Q17. En hiver, à quelle fréquence aérez-vous ?

Une seule réponse possible

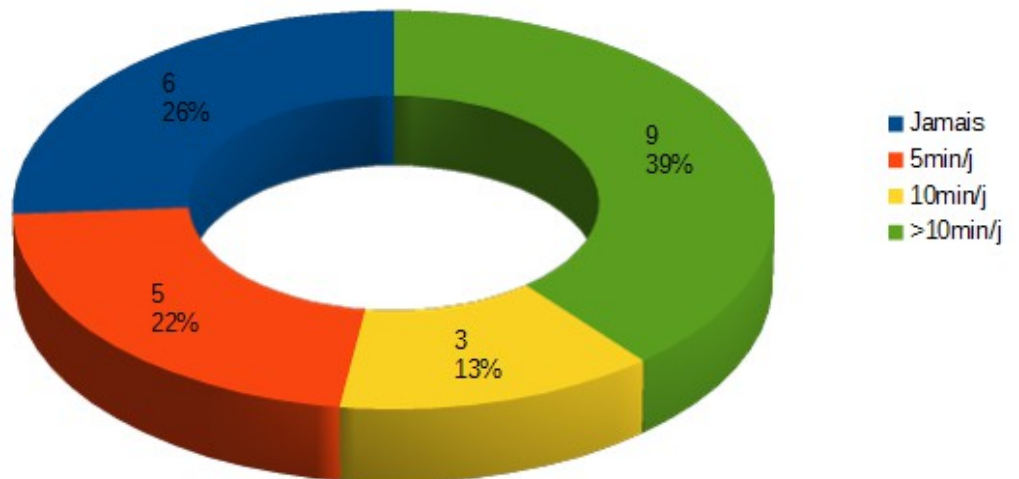


Illustration 168: Diagramme question 17 de l'enquête

Q18. En été, à quelle fréquence aérez-vous ?

Une seule réponse possible

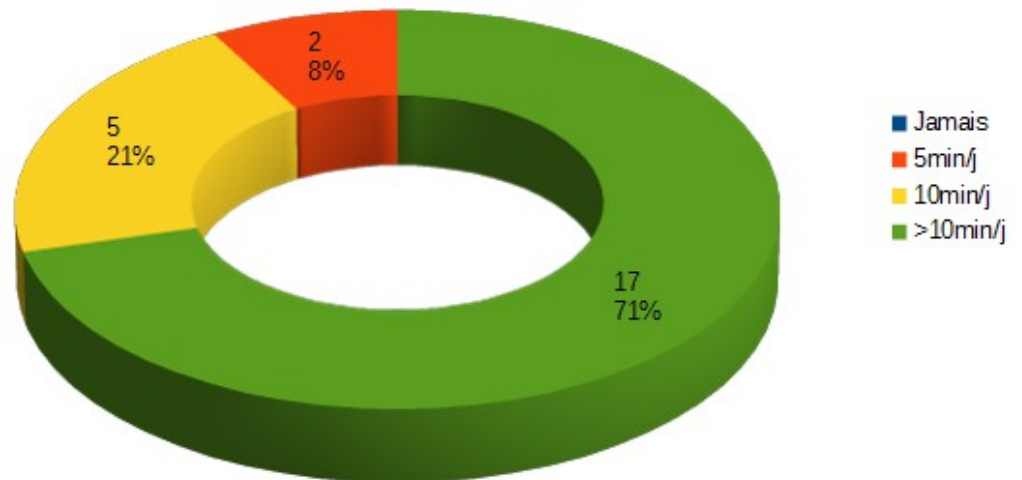


Illustration 169: Diagramme question 18 de l'enquête



Q19. Pourquoi n'aérez-vous pas davantage ?

Plusieurs réponses possibles

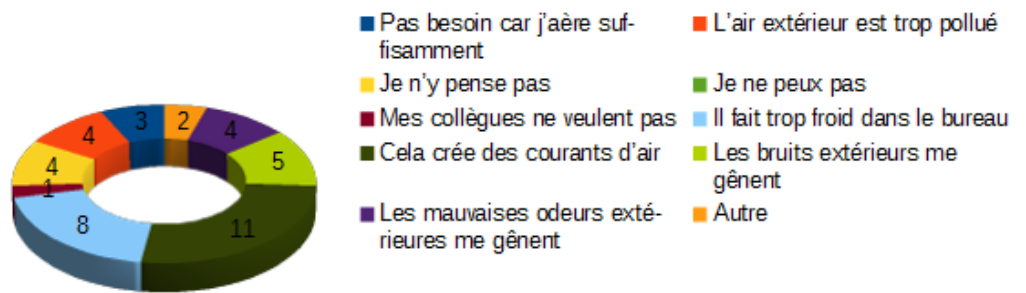


Illustration 170: Diagramme question 19 de l'enquête

Q20. Vous arrive-t-il de boucher une ou plusieurs entrée(s) d'air volontairement ?

Une seule réponse possible

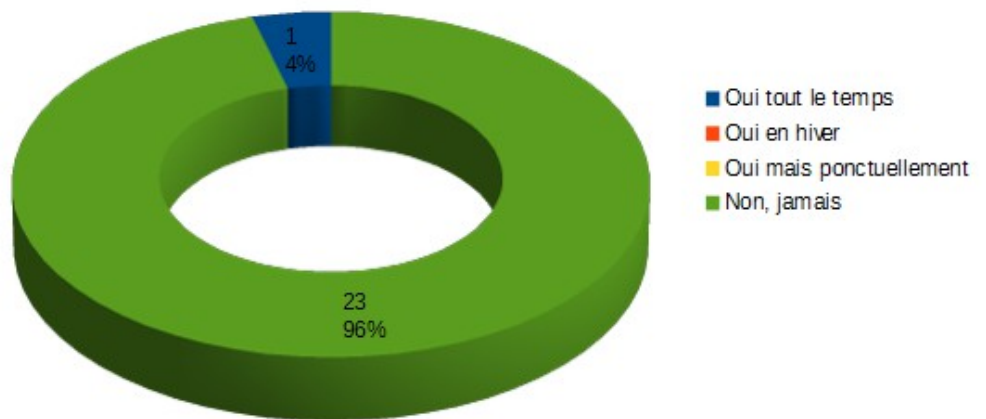


Illustration 171: Diagramme question 20 de l'enquête



Pratiques - produits chimiques

14 agents ne sont pas amenés à utiliser des produits chimiques sur leur lieu de travail.

11 agents utilisent des produits chimiques et sont concernés par les questions suivantes. Parmi eux, 6 les utilisent quotidiennement, 1 plusieurs fois par semaine, 1 plusieurs fois par mois et 3 occasionnellement. Ces produits sont utilisés principalement pour l'entretien et le nettoyage.

Toujours parmi eux, 8 agents respectent le port de protections individuelles (gants, masque et lunettes principalement, certains ajoutent une blouse, notamment au PLUS), 6 agents respectent l'aération après avoir utilisé les produits, et les 11 agents, le stockage dans la zone dédiée des produits. 5 de ces agents affirment que la zone dédiée est ventilée en permanence (incohérence entre certaines réponses venant de collègues travaillant au même poste de travail). A noter qu'un agent a répondu à la fois que la zone était ventilée et qu'elle ne l'était pas : ceci est probablement dû au fait qu'il existe plusieurs lieux de stockage sur un même site et que certains sont ventilés et d'autres non.

Une sensibilisation complémentaire des agents est recommandée afin d'insister sur le port de protections adaptées à leur poste de travail (collectives et individuelles) et à l'aération pendant et après l'utilisation de produits chimiques.



Illustration 172: Diagramme question 23 de l'enquête



Illustration 173: Diagramme question 24 de l'enquête

Q25. Utilisez-vous ces produits dans :

Plusieurs réponses possibles

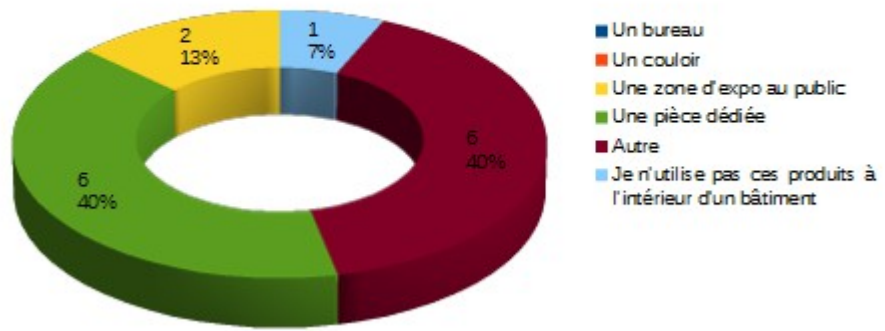


Illustration 174: Diagramme question 25 de l'enquête

Q26. Utilisez-vous des protections lorsque vous les utilisez ?

Une seule réponse possible

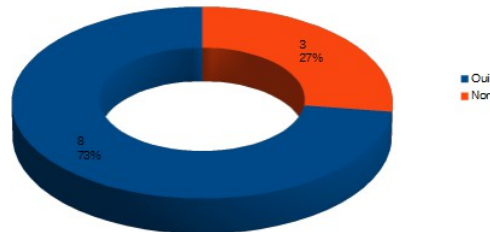


Illustration 175: Diagramme question 26 de l'enquête

Q27. Aérez-vous après les avoir utilisés ?

Une seule réponse possible

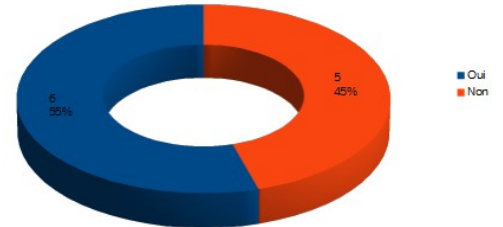


Illustration 176: Diagramme question 27 de l'enquête

Q28. Les stockez-vous dans une zone dédiée ?

Une seule réponse possible

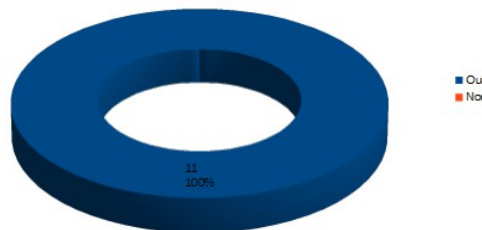


Illustration 177: Diagramme question 28 de l'enquête

Q29. Si oui, cette zone est-elle ventilée en permanence ?

Une seule réponse possible

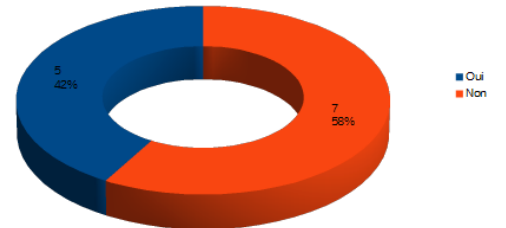


Illustration 178: Diagramme question 29 de l'enquête



Confort 14 agents sur 24 estiment leur confort global en hiver insatisfaisant et 6 agents estiment leur confort d'été insatisfaisant.

Parmi les sources d'inconfort des agents (sur les 24 agents ayant répondu), sont choisies : la température intérieure, qui est estimée trop froide en hiver par 11 agents, trop chaude en été par 10 agents, l'humidité relative, qui est estimée élevée par 7 agents et pas assez élevée par 4 agents en hiver, et élevée par 4 agents et pas assez élevée par 4 autres agents en été, l'air, qui n'est pas assez renouvelé pour 16 agents en hiver et 6 agents en été, le bruit extérieur (5), le bruit intérieur (5), les courants d'air (10), pas assez d'éclairage (5), la gêne visuelle (4), les mauvaises odeurs (8), peu ou pas d'intimité (4) et bureau/espace de travail ou de change trop petit (8).

L'exposition au tabac n'a été relevée par aucun des agents interrogés.

Ces sources d'inconfort amènent 1 agent à estimer que son efficacité au travail est réduite en permanence et 6 agents à estimer que la leur est réduite quelquefois.

Ces notions restent subjectives mais permettent de comprendre les grandes tendances du confort dans les sites visités. Par exemple, les mauvaises odeurs sont relevées principalement par les agents soigneurs du parc zoologique tandis que le bruit extérieur et les courants d'air sont cités de manière répétée par les agents du PLUS. Les autres relevées ne semblent pas être reliées à un site en particulier.

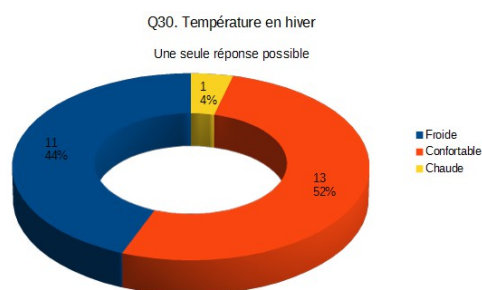


Illustration 179: Diagramme question 30 de l'enquête

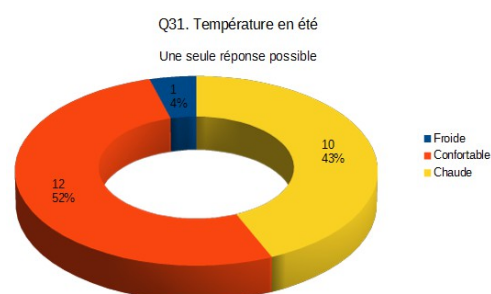


Illustration 180: Diagramme question 31 de l'enquête

Comment décririez-vous votre confort dans votre bureau?

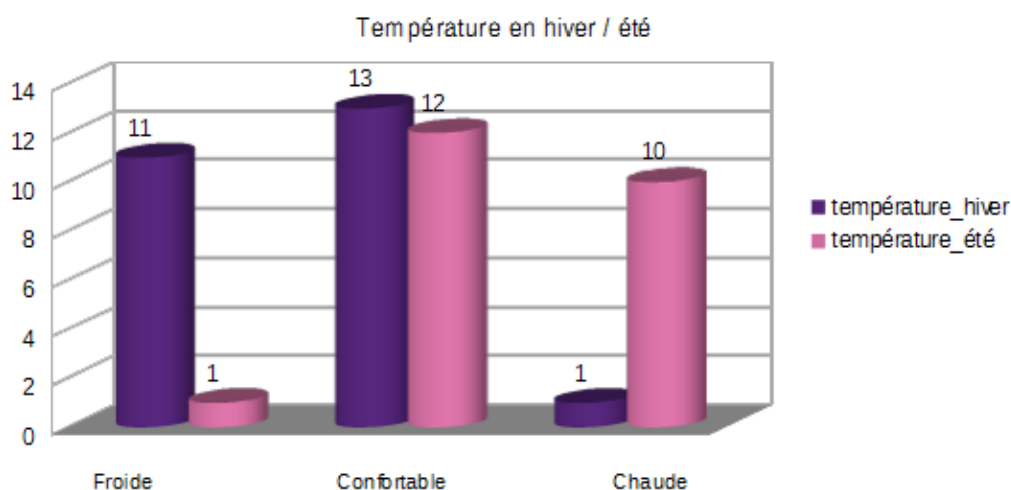


Illustration 181: Diagramme croisement des questions 30 & 31 de l'enquête





Illustration 182: Diagramme question 32 de l'enquête



Illustration 183: Diagramme question 33 de l'enquête

Comment décririez-vous votre confort dans votre bureau?

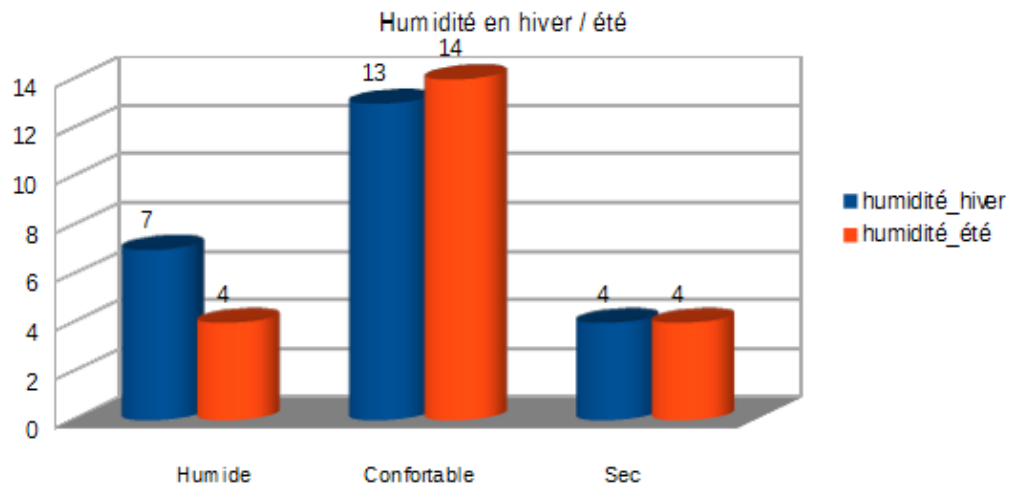


Illustration 184: Diagramme croisement des questions 32 & 33 de l'enquête



Illustration 185: Diagramme question 34 de l'enquête



Illustration 186: Diagramme question 35 de l'enquête



Comment décririez-vous votre confort dans votre bureau?

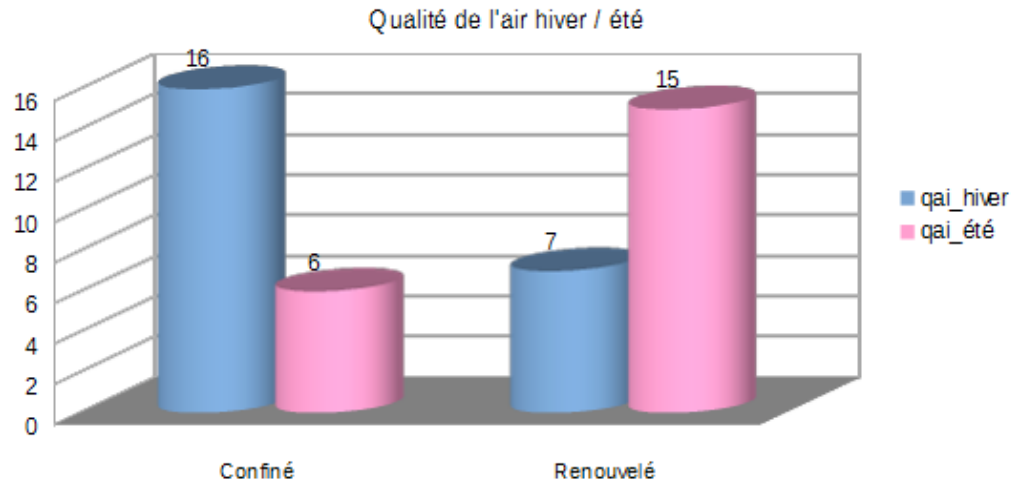


Illustration 187: Diagramme croisement des questions 34 & 35 de l'enquête

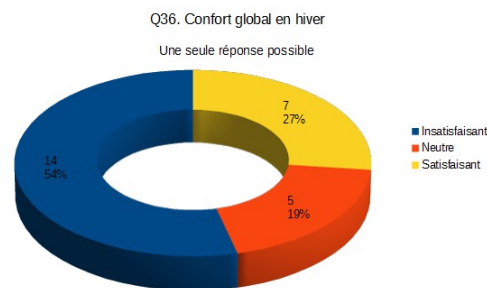


Illustration 188: Diagramme question 36 de l'enquête

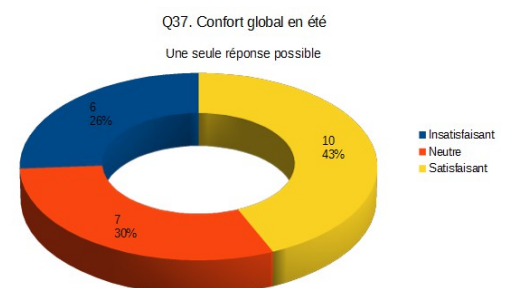


Illustration 189: Diagramme question 37 de l'enquête

Comment décririez-vous votre confort dans votre bureau?

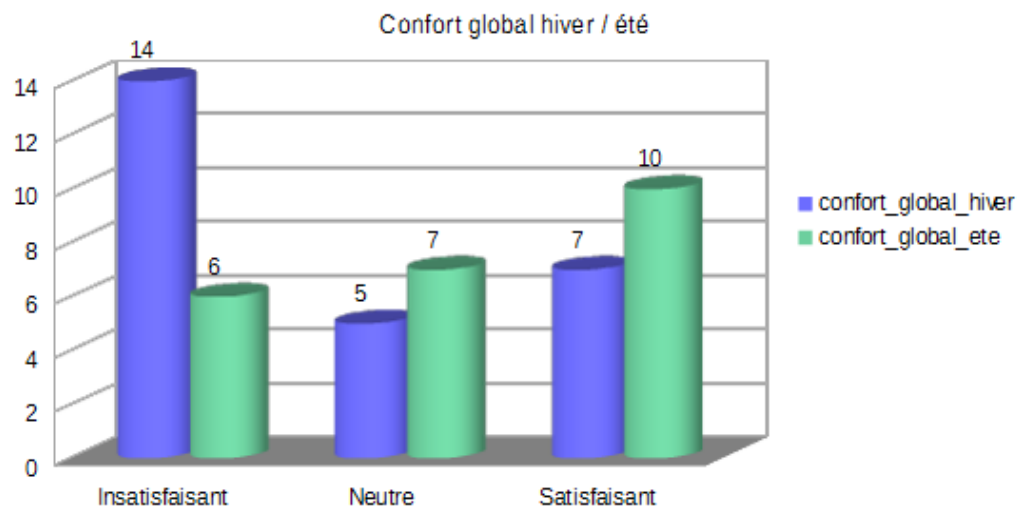


Illustration 190: Diagramme croisement des questions 36 & 37 de l'enquête



Q38. Y a-t-il d'autres sources d'inconfort ?

Plusieurs réponses possibles



Illustration 191: Diagramme question 38 de l'enquête

Q40. Ces éléments réduisent-ils votre efficacité ?

Une seule réponse possible

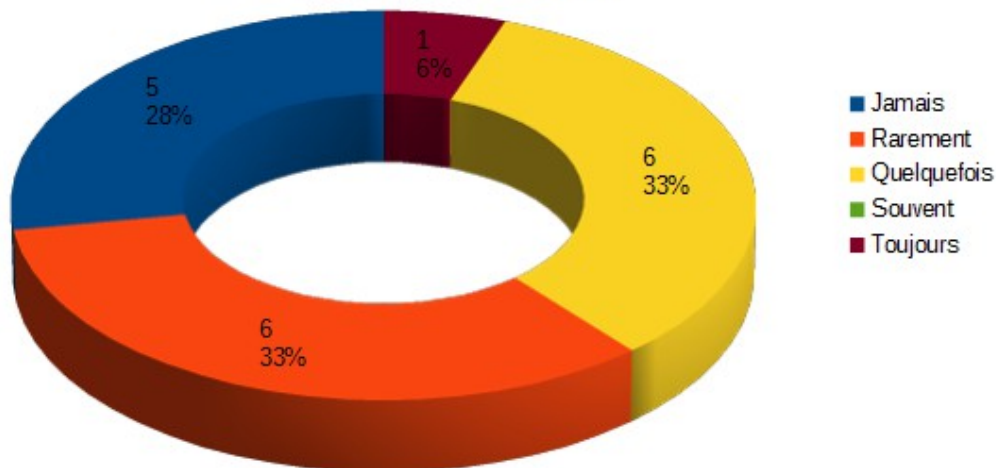


Illustration 192: Diagramme question 40 de l'enquête

Bien-être – possibilité d'agir sur les paramètres de confort

5 agents déclarent ne pas se sentir bien sur leur lieu de travail par manque d'intimité dans les vestiaires, à cause des mauvaises odeurs ou à cause de la température (trop chaude en été et/ou trop froide en hiver).

11 des 25 agents estiment ne pas pouvoir agir sur la température en hiver. 14 d'entre eux estiment ne pas pouvoir agir sur la température en été.

Concernant l'humidité, 21 d'entre eux estiment ne pas pouvoir agir en hiver et 19 en été.

17 agents estiment pouvoir agir sur l'aération ou la ventilation mais 7 estiment ne pas pouvoir.

15 agents estiment pouvoir agir sur l'éclairage mais 9 non.

7 agents seulement estiment pouvoir agir sur le bruit et 17 estiment ne pas pouvoir.

7 agents estiment que leur bureau est poussiéreux mais 14 estiment qu'il est propre.



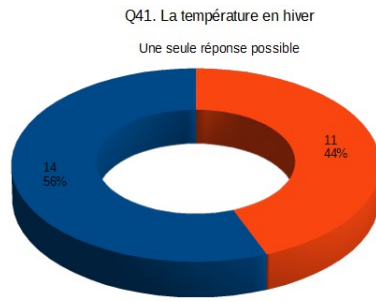


Illustration 193: Diagramme question 41 de l'enquête

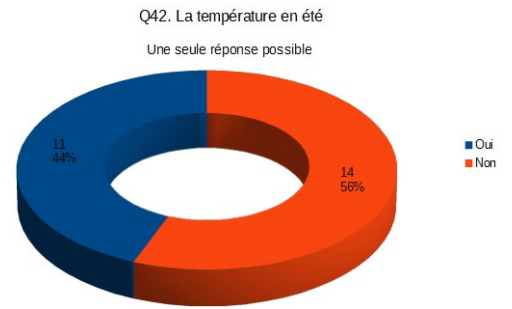


Illustration 194: Diagramme question 42 de l'enquête

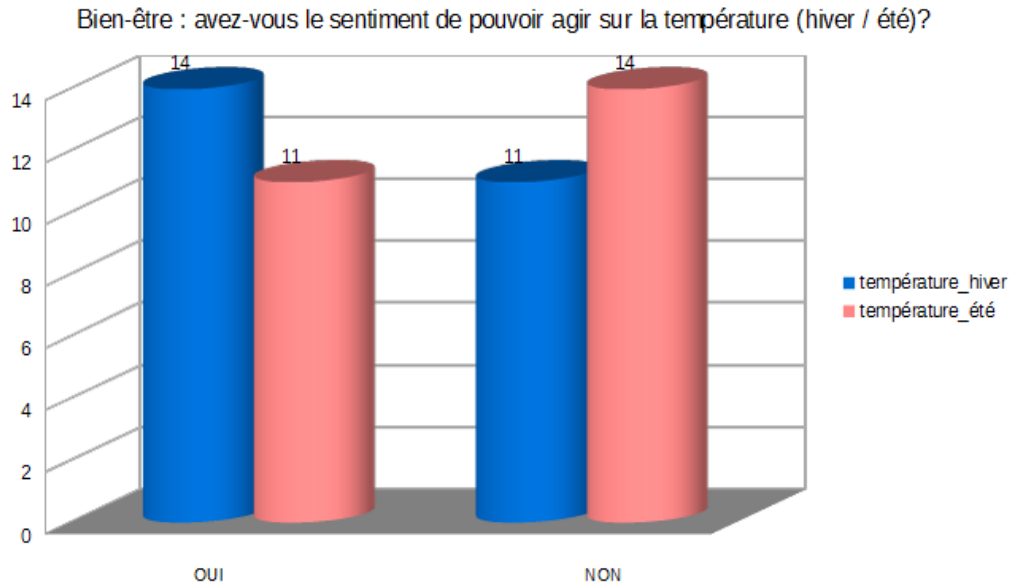


Illustration 195: Diagramme croisement des questions 41 & 42 de l'enquête

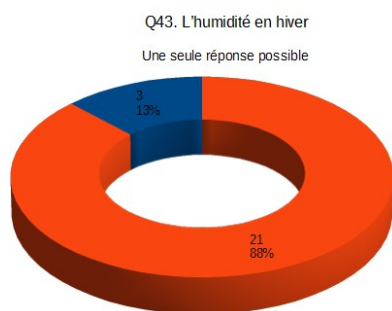


Illustration 196: Diagramme question 43 de l'enquête



Illustration 197: Diagramme question 44 de l'enquête



Bien-être: avez-vous le sentiment de pouvoir agir sur l'humidité (hiver / été)?

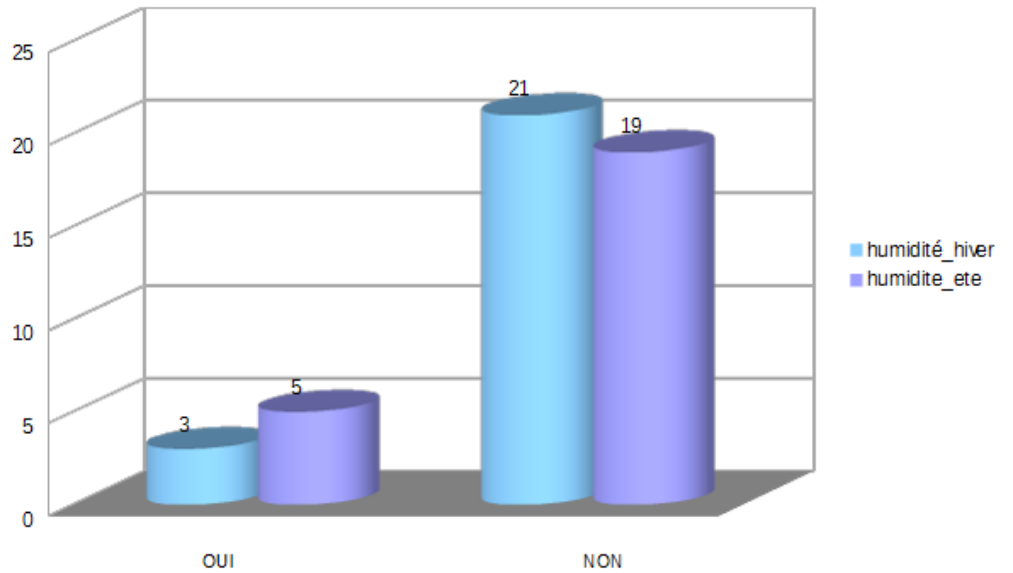


Illustration 198: Diagramme croisement des questions 43 & 44 de l'enquête

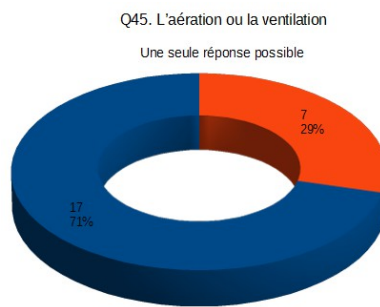


Illustration 199: Diagramme question 45 de l'enquête

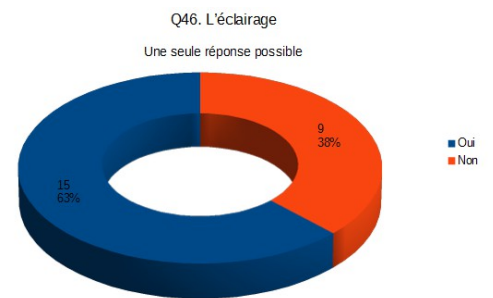


Illustration 200: Diagramme question 46 de l'enquête

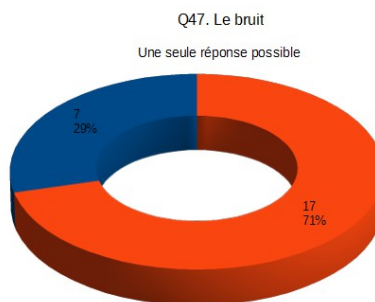


Illustration 201: Diagramme question 47 de l'enquête



Illustration 202: Diagramme question 48 de l'enquête



Q49. Vous sentez-vous vous bien sur votre lieu de travail ?

Une seule réponse possible

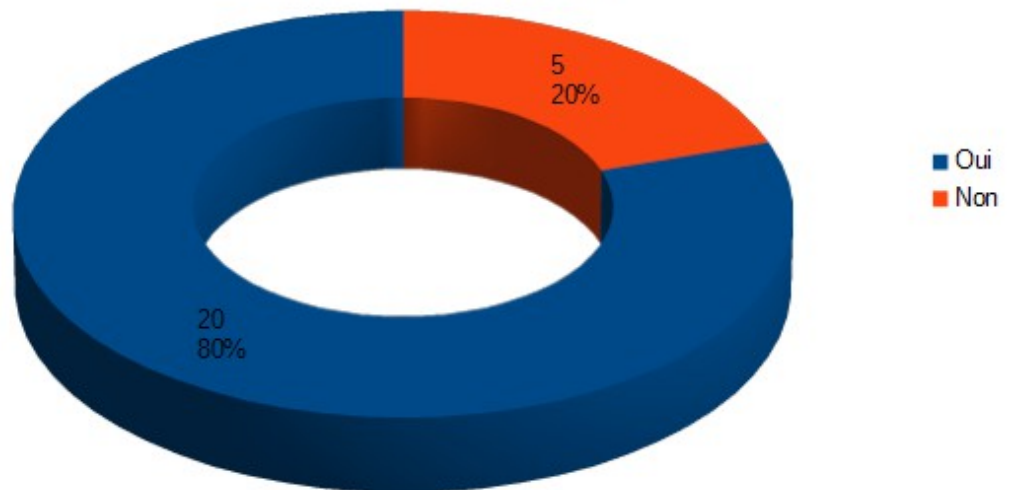


Illustration 203: Diagramme question 49 de l'enquête

Conclusion sur l'enquête

Les éléments apportés ci-dessus restent subjectifs car donnés par chacun des agents, de manière individuelle. Seuls 25 agents ont répondu à l'enquête et certains d'entre eux y ont répondu partiellement. Cette enquête ne peut donc pas être statistiquement robuste, mais elle permet de dégager de grandes tendances et de confirmer certaines gênes voire certains mal-être au travail.

Les éléments exposés ci-dessous peuvent donc permettre d'orienter les travaux d'aménagement des sites du PLUS et de les prioriser.

Il ressort également de cette enquête que des bonnes pratiques sont déjà intégrées par une majorité des agents (aération, protections vis-à-vis des produits chimiques) mais qu'une sensibilisation serait bienvenue pour partager et répandre les bonnes pratiques à l'ensemble des agents.



Proposition d'actions correctives (phase 3) - recommandations

Propositions de pistes d'amélioration

Déroulé

Cette partie a pour objectif de reprendre, de manière synthétique, les propositions d'amélioration pour chaque bâtiment qui ont été détectées grâce aux visites et aux enquêtes. Ce sont des pistes qui pourront être intégrées dans un planning d'amélioration des 4 sites. Un jeu de couleur est proposé afin de hiérarchiser les mesures :

- vert : facilement réalisable et/ou à faible coût ;
- bleu : nécessite un investissement ou des petits travaux ;
- rouge : nécessite un investissement plus important.



Bâtiments Bâtiment administratif :

- Sensibiliser les agents (y compris le personnel de ménage) sur l'entrée d'air des fenêtres de toit qui ne doivent pas être fermées totalement.
- Entretien annuel des extractions et des moteurs.
- Remise en service de l'extraction dans les WC femmes / handicapés.
- Stockage des produits d'entretien dans une zone éloignée du réfectoire et dans un local dédié, fermé et ventilé.
- Nettoyage du réseau de gaines de ventilation (à renouveler tous les 5 ans).
- Dans les douches : éloigner les entrées d'air de l'extraction pour favoriser le balayage de l'air.
- Ajout d'une extraction dans les WC des hommes et suppression des grilles d'entrée d'air.
- A termes, privilégier les extractions permanentes aux extractions à détection de présence.
- A termes, intégrer des entrées d'air dans les fenêtres des bureaux.

Bâtiment atelier :

- Dégagement d'une fenêtre (*a minima*) dans le bureau attenant à l'atelier, et d'une fenêtre (*a minima*) dans l'atelier, afin de permettre leur ouverture.
- Vérification du fonctionnement de la ventilation des armoires servant au stockage des produits chimiques et ajout d'une ventilation le cas échéant.
- Mesure des hydrocarbures dans l'atelier.
- Entretien annuel des extractions de l'atelier comprenant le nettoyage ou le changement des filtres (y compris les gros extracteurs ponctuels).
- Remplacement de l'extraction au mur du petit atelier par une extraction plus puissante placée au-dessus du plan de travail.
- Remplacement des extracteurs spécifiques à l'atelier.
- A termes, privilégier des extractions permanentes pour limiter l'accumulation de polluants.
- A termes, intégration d'entrée d'air dans les fenêtres de l'atelier.

De plus, sensibiliser les agents afin qu'ils utilisent de manière systématique des gants, masque et lunettes lors de l'utilisation de produits chimiques, en plus de l'extracteur dédié.

Entretien

- Privilégier un nettoyage sans détergent dans la journée.
- Continuer à limiter l'usage de détergents.
- Limiter l'usage de pulvérisateurs.
- Aérer pendant et au moins 10 minutes après le ménage.
- Utiliser, autant que possible, les détergents en fin de journée afin de permettre une évacuation des polluants durant la nuit.

Bâtiments Bâtiment 2 :

- Entretien annuel des bouches de ventilation et les réglettes d'entrée d'air et vérifier le bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- A termes, envisager une extension afin de proposer aux agents un espace plus grand pour se changer, avec vestiaire, WC et douches séparées, ainsi qu'une zone de stockage des vêtements mouillés distincte.

Bâtiment 4 :

- Entretien annuel des bouches de ventilation et vérification du bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- Remise en place des bouches d'extraction sur le plafond (vérifier la jonction avec la gaine d'extraction).
- Réparation des fuites des poteaux.
- Réparation et remise en service des extractions dans les WC.
- A termes, ajout d'entrées d'air dans les menuiseries du hall.

Bâtiment 5 :

- Vérification du fonctionnement de l'extraction du rez-de-chaussée et au besoin ajout d'une ventilation permanente.
- Ajout d'une extraction permanente au sous-sol (vision sous-marine).

Bâtiment 6 :

- Entretien annuel des bouches de ventilation et vérifier le bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- A termes, ajout d'entrées d'air dans les menuiseries de la pièce principale.

Bâtiment 7 :

- Entretien annuel des bouches de ventilation et vérifier le bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- Réparation de la fuite dans le sas.
- A termes, privilégier les extractions permanentes (WC notamment mais aussi dans les bureaux du 1^{er} étage).
- A termes, ajouter des entrées d'air dans les fenêtres des bureaux (rez-de-chaussée et étage) et inciter les agents à aérer quotidiennement.
- A termes, retirer les panneaux d'OSB qui semblent dégager du formaldéhyde (attention au choix des matériaux de substitution!).

Entretien

- Privilégier un nettoyage sans détergent dans la journée.
- Continuer à limiter l'usage de détergents.
- Limiter l'usage de pulvérisateurs.
- Aérer pendant et au moins 10 minutes après le ménage.
- Utiliser, autant que possible, les détergents en fin de journée afin de permettre une évacuation des polluants durant la nuit.

Bâtiment Partie administrative (rez-de-chaussée, entresol, R+1) :

- Entretien annuel des bouches de ventilation et vérifier le bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- Entretien régulier (idéal : tous les ans) des gaines de ventilation.
- Réparation des extracteurs hors services (sanitaires femmes et hommes, zone de détente).

Rez-de-chaussée (hors partie administrative) :

- Entretien annuel des bouches de ventilation et vérifier le bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- Surveiller le bon renouvellement de l'air dans l'exposition temporaire (beaucoup d'émissions de COV car les expositions sont renouvelées très régulièrement) et dans le centre de ressource. Autant que possible, augmenter les débits (soufflage et extraction) dans ces deux zones.
- Limiter (autant que possible) l'usage de colles pour le montage des expositions temporaires et privilégier la réutilisation de matériaux (limiter les sources de pollution).
- Entretien régulier (idéal : tous les ans) des gaines de ventilation.
- Ajout d'une extraction permanente dans les locaux de stockage des produits ménagers et des produits chimiques (de manière générale).

1^{er} étage (salle d'exposition permanente et épilogue) :

- Entretien pluriannuel du système de ventilation (y compris des bouches de ventilation) et vérifier le bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- Limiter le taux de recyclage de la CTA (plus le recyclage est faible, mieux sera la qualité de l'air intérieur) et envisager la pose d'un échangeur thermique afin de supprimer le recyclage.
- Entretien régulier (idéal : tous les ans) des gaines de ventilation.
- A termes, remplacer le sol en caoutchouc, bitumineux ou OSB par un sol moins émissif.
- A termes, remplacer les tissus tendus (murs) par des matériaux moins susceptibles de retenir la poussière et les polluants (attention aux risques de nuisances acoustiques lors du choix des nouveaux matériaux).

2^{ème} étage :

- Remise en service de l'extraction des sanitaires au fond de la salle des pas perdus.
- Ajout d'une ventilation dans les sanitaires proches du planétarium.
- Ajout d'une ventilation dans l'observatoire.
- A termes, remplacement des dalles de plafond (cassantes) pouvant émettre des poussières dans la salle des pas perdus.

Planétarium :

- Entretien pluriannuel du système de ventilation (y compris des bouches de ventilation) et vérifier le bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- Limiter le taux de recyclage de la CTA (plus le recyclage est faible, mieux sera la qualité de l'air intérieur) et envisager la pose d'un échangeur thermique afin de supprimer le recyclage.
- Entretien annuel de la coursive afin de limiter les poussières.
- Entretien régulier (idéal : tous les ans) des gaines de ventilation.
- Mesure d'empoussièrement dans le planétarium.

Entretien

- Privilégier un nettoyage sans détergent dans la journée.
- Continuer à limiter l'usage de détergents.
- Limiter l'usage de pulvérisateurs.
- Aérer pendant et au moins 10 minutes après le ménage.
- Utiliser, autant que possible, les détergents en fin de journée afin de permettre une évacuation des polluants durant la nuit.

L'atelier du Bois-des-Forts

Concernant l'atelier du Bois-des-Forts :

Bâtiment Bâtiment administratif :

- Entretien annuel des bouches de ventilation et vérifier le bon état de fonctionnement des moteurs d'extraction.
- Stockage des produits d'entretien dans une zone éloignée du réfectoire et dans un local dédié, fermé et ventilé.
- Nettoyage du réseau de gaines de ventilation (à renouveler tous les 5ans).
- Remise en service du moteur d'extraction du réfectoire.
- Augmenter le détalonnage des portes (1cm minimum).
- A termes, ajouter des entrées d'air dans les fenêtres des bureaux et les couloirs et supprimer les entrées d'air situées dans les sanitaires des hommes et des femmes, dans les vestiaires des femmes et le local technique.

Bâtiment atelier :

- Ajouter une ventilation dans le bureau du magasinier.
- A termes, déplacer le bureau dans une zone moins exposée aux pollutions.

Entretien

- Privilégier un nettoyage sans détergent dans la journée.
- Continuer à limiter l'usage de détergents.
- Limiter l'usage de pulvérisateurs.
- Aérer pendant et au moins 10 minutes après le ménage.
- Utiliser, autant que possible, les détergents en fin de journée afin de permettre une évacuation des polluants durant la nuit.



Chiffrages des actions

Chiffrage de la CUD

Les propositions d'amélioration précédentes ont été chiffrées par le service construction de la Communauté Urbaine de Dunkerque. Les paragraphes ci-dessous présentent leurs résultats.

Diagnostic étude Air intérieur						
N° Aspect Environnemental	Site	Local	Etablissement	Constat	Action corrective	
Filtere	Filtere	Filtere	Filtere	Filtere	Filtere	
AE1	PLUS	Rez de chaussée (hors partie administrative)	Présence de réglettes d'entrée d'air aux fenêtres des bureaux	Correct	pas de travaux	0,00 €
AE2	PLUS	Rez de chaussée (hors partie administrative)	Présence de bouches d'extraction mécanique dans WC femmes et hommes et coin cuisine	Controlés et correcte	pas de travaux	0,00 €
AE3	PLUS	Rez de chaussée (hors partie administrative)	Ventilation mécanique simple flux auto-réglable, moteur en toiture	Moteur HS	remplacement en Régie - 1000 €	1 000,00 €
AE4	PLUS	Rez de chaussée (hors partie administrative)	Présence d'extraction dans les sanitaires centraux et la zone de détente	Soufflage et non extraction	réglage moteur suite inversion phase - 1000€	1 000,00 €
AE5	PLUS	Rez de chaussée (hors partie administrative)	Présence de Bouches et tourelles	Non entretenues	entretien à définir - 200 €	200,00 €
AE6	PLUS	Rez de chaussée (hors partie administrative)	Ventilation assurée par la CTA principale + 2 tourelles VMC situées en toiture + 1 moteur (espace technique)	En fonctionnement	pas de travaux	0,00 €
AE7	PLUS	Rez de chaussée (hors partie administrative)	Salles de TP et espace pédagogique	Fort odeur dans le couloir	problème remonté odeur grille résolu	0,00 €
AE8	PLUS	1ère étage	Ventilation par double flux (CTA)	Pas de réglette d'entrée d'air	à étudier - 1000 €	1 000,00 €
AE9	PLUS	1ère étage	Présence de 5 bouches d'extraction et de 14 grilles de soufflage dans la zone d'exposition permanente	En surpression	dispositif réversible pour désenfumage donc pas de travaux	0,00 €
AE10	PLUS	1ère étage	Grilles de soufflage/extraction de l'épilogue proches		pas de travaux	0,00 €
AE11	PLUS	1ère étage	CTA vieillissante	Entretien à poursuivre	projet de couverture CTA expo et remplacement au titre EGR - 150 000 €	150 000,00 €
AE12	PLUS	1ère étage	Zones d'exposition	Attention aux matériaux utilisés	pas de travaux	0,00 €
AE13	PLUS	2ième étage	Sanitaires à proximité du planétarium	Aucune extraction ni fenêtre	sanitaires très peu utilisés et extraction difficile car seul attendant couloir évacuation donc pas de	0,00 €
AE14	PLUS	2ième étage	Sanitaires de la salle des Pas Perdus	Aucun débit aux 4 bouches, extraction HS	remplacement en Régie - 1000 €	1 000,00 €
AE15	PLUS	2ième étage	Dôme de l'observatoire	Aucune ventilation spécifique, Aucun entretien des extracteurs	ventilations spécifiques existantes (amenés d'air en périphérie et extractions Air/Désenfumage) donc pas de travaux	0,00 €
AE16	Lac Armbouts-Cappel	Bâtiment administratif	Mauvaise extraction WC hommes	Absence d'extraction mais 2 grilles d'entrée d'air	pose extracteur moteur Régie - 500€	500,00 €
AE17	Lac Armbouts-Cappel	Bâtiment administratif	Entrée d'air dans les douches	2 grilles d'entrée d'air à proximité des extracteurs risquant un court-circuit de l'air	fenêtre ouvrable + pas de problème constaté donc pas de travaux	0,00 €
AE18	Lac Armbouts-Cappel	Bâtiment administratif	Ventilation	Absence d'entretien	entretien à définir - 200 €	200,00 €
AE19	Lac Armbouts-Cappel	Atelier	Aération des fenêtres	Fenêtres posées trop bas, ouverture condamnée	à étudier en lien avec Réaménagement Atelier - 100 000 € ?	100 000,00 €
AE20	Lac Armbouts-Cappel	Atelier	Aération des fenêtres	Absence de réglette d'entrée d'air	à étudier en lien avec Réaménagement Atelier - 100 000 € ?	0,00 €
AE21	Lac Armbouts-Cappel	Atelier	Extracteurs ateliers	Vieillisants (débits insuffisants) et à entretenir	mesure de débit à réaliser - 500€ + entretien charge atelier	500,00 €
AE22	Lac Armbouts-Cappel	Atelier	Bureau atelier	Bureau sans moyen d'aération en dehors de la porte donnant sur l'atelier	à étudier en lien avec Réaménagement Atelier - 100 000 € ?	0,00 €
AE23	Lac Armbouts-Cappel	Atelier	Atelier	Absence d'extracteur sur l'établi à l'entrée de l'atelier	utiliser l'extracteur mobile + à étudier en lien avec Réaménagement Atelier - 100 000 € ?	0,00 €
AE24	Lac Armbouts-Cappel	Atelier	Atelier du fond	Extracteur posé au mur au lieu d'être au-dessus du plan de travail et asservi à la lumière, débit faible	à étudier - pertinence, ou extracteur mobile ?	0,00 €
AE25	Lac Armbouts-Cappel	Atelier	Atelier du fond	Aucune fenêtre dans le petit atelier du fond	à étudier - pertinence	0,00 €

Tableau 51: Chiffrage des actions à mener – partie 1/2. Source : service bâtiment de la CUD



Diagnostic étude Air intérieur

N°	Aspect Environnemental	Site	Local	Etablissement	Constat	Action corrective
AE	BOIS des FORTS	Bâtiment administratif	Général	Absence d'entretien de la ventilation	entretien à définir - 200 €	200,00 €
AE27	BOIS des FORTS	Bâtiment administratif	Général	Dans certains locaux, présence de réglottes d'entrée d'air et d'extraction à proximité (risque de court-circuit de l'air)	à étudier - pertinence	0,00 €
AE28	BOIS des FORTS	Bâtiment administratif	Zone de stockage	Pas d'entrée ou extraction d'air à côté du séchage des hommes	à étudier - pertinence - 2000 €	2 000,00 €
AE29	BOIS des FORTS	Bâtiment administratif	Porte	Détailonnage (hauteur sous porte) < 1 cm	à programmer en régie - 200 €	200,00 €
AE30	BOIS des FORTS	Bâtiment administratif	Réfectoire	Le moteur d'extraction est HS	pose extracteur moteur Régie - 500€	500,00 €
AE31	BOIS des FORTS	Bâtiment administratif	Toiture	Fenêtre de toit à exploiter	pas de travaux	0,00 €
AE32	BOIS des FORTS	Hangar	Général	Aucun système de ventilation spécifique	étudier pertinence car 2 grandes portes	0,00 €
AE33	BOIS des FORTS	Hangar	Magasin	Bureau du magasin non ventilé, sans fenêtre et proche de l'atelier et des engins	création d'une ventilation haute et basse en régie - 500 €	500,00 €
AE34	ZOO	Bâtiment technique du personnel	Bâtiment	bouches d'extraction encrassées: nettoyage régulier à prévoir	entretien à définir - 200 €	200,00 €
AE35	ZOO	Bâtiment technique du personnel	Locaux petits	Stockage des vêtements (mouillés) à proximité du coin cuisine	pose extracteur moteur Régie - 500€	500,00 €
AE36	ZOO	Bâtiment technique du personnel	Locaux petits	Sanitaires et douches inclus dans le vestiaire (buée en hiver)	pose extracteur moteur Régie - 500€	500,00 €
AE37	ZOO	Accueil	Accueil	Bouches d'aération peu sales mais ventilation hors service	remplacement en Régie - 1000 €	1 000,00 €
AE38	ZOO	Accueil	Accueil	Fuite repérées sur les poteaux	à préciser	0,00 €
AE39	ZOO	Bâtiment portuaire	Bâtiment	2 grilles en hauteur encrassées	entretien à définir - 200 €	200,00 €
AE40	ZOO	Bâtiment portuaire	Bâtiment	Aucune ventilation prévue au sous-sol	VMC à mettre en place - 2500 €	2 500,00 €
AE41	ZOO	Espace pédagogique	Pièce principale	Absence de réglottes d'entrée d'air aux fenêtres de la pièce principale	à programmer en régie - 500 €	500,00 €
AE42	ZOO	Espace pédagogique	Général	Apport d'air insuffisant vis-à-vis de la capacité d'accueil et la salle	à étudier pertinence - 2500 €	2 500,00 €
AE43	ZOO	Bâtiment administratif	Général	Absence de réglottes d'entrée d'air aux fenêtres	à programmer en régie - 500 €	500,00 €
AE44	ZOO	Bâtiment administratif	WC et chauffe eau)	2 bouches d'extraction mécanique non permantes et encrassées	pose extracteur moteur Régie - 500€	500,00 €
AE45	ZOO	Bâtiment administratif	Panneaux OSB sur les murs pouvant continuer à émettre des COV	Murs intérieurs recouverts de toile de verre peinte	point à refaire sur réglementation et source émission - remplacement 10000 €	10 000,00 €
AE46	ZOO	Bâtiment administratif		Au plafond du sas donnant sur les escaliers de l'étage		0,00 €
TOTAL						277 700,00 €

Tableau 52: Chiffrage des actions à mener – partie 2/2. Source : service bâtiment de la CUD

Chiffrage de la CUD - suite

Les tableaux ci-dessus n'étant pas de qualité satisfaisante, ils sont regroupés dans l'annexe 8 de ce rapport.



Restitution des résultats et temps d'échange

Un échange en plusieurs temps

Plusieurs sessions d'échange ont été organisées afin de communiquer le plus possible sur les actions menées, mais aussi pour transmettre les observations réalisées sur site, les résultats des mesures et de l'enquête, et enfin, des éléments de sensibilisation sur la qualité de l'air intérieur.

Les restitutions sur chacun des 4 sites

La première phase d'échange a été réalisée avec les agents des sites étudiés. Ainsi, une session d'une demi-journée par site (à l'exception des 2 ateliers qui ont été regroupés) a été organisée. Cela a permis au Cerema de présenter les résultats des observations, mesure et de l'enquête du site concerné aux agents, mais également au service de maintenance du bâtiment. Cela a également permis de sensibiliser ces agents sur l'importance d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur, les erreurs à éviter et les moyens/réflexes à mettre en place pour y parvenir. Ces demi-journées ont eu lieu :

- 03 avril au par zoologique ;
- 04 avril (matin) aux ateliers ;
- 04 avril (après-midi) au PLUS.

Ces demi-journées ont permis aux agents de s'exprimer sur leurs craintes vis-à-vis de la pollution extérieur et sur leurs pratiques, puis de poser des questions. Ces moments riches d'échange ont été appréciés.

La présentation réalisée au PLUS est jointe en annexe, les autres restitutions étant élaborées sur le même modèle.

La revue de direction

Afin d'intégrer au mieux ces résultats à la démarche qualité de la Communauté Urbaine de Dunkerque, le Cerema a été convié à la revue de direction qualité qui a eu lieu le 24 mai. Des représentants des 4 sites étaient également présents. Comme lors des restitutions, les différents résultats des 4 sites ont été résumés, ainsi que les principales propositions d'amélioration. Cela a permis aux différents acteurs d'échanger sur les actions à mettre en place à court, moyen et long terme.

Le compte-rendu de cette réunion est en annexe.

Une réunion avec le service Direction bâtiment maintenance

De plus, une réunion informelle a été organisée avec la Direction bâtiment maintenance et le Cerema afin d'échanger sur les suites de cette étude sur les 4 sites étudiés, les outils de suivi de la qualité de l'air intérieur à mettre en place et le suivi du parc immobilier de la Communauté Urbaine de Dunkerque.

Le séminaire à destination des élus et des agents techniques

Enfin, un séminaire d'une matinée sera organisé le 12 septembre afin de communiquer sur cette étude auprès des élus de la Communauté Urbaine de Dunkerque. Les agents techniques seront également conviés afin de les informer du protocole mis en place et de porter à leur connaissance les outils dont ils peuvent disposer. Ce séminaire a rassemblé une quarantaine de personnes (Vice-président de la CUD, maires, élus, directeur général des services, directeurs, techniciens). Au total 10 communes sur 17 étaient représentées. Voici son dérouler :

- Introduction, Monique Bonin, Vice-présidente de la CUD, à la santé.
- Présentation de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains ERP, Olivier Lemaître (adjoint au chef de groupe Bâtiment Durable Énergie Climat du CEREMA).
- Sensibilisation sur l'interaction air - santé - énergie, Cécile CAUDRON, CEREMA Nord-Picardie, Responsable innovation et chargée d'études en qualité sanitaire des bâtiments.
- Retour d'expérience sur l'étude ISO-AIR pilotée par la CUD et réalisée par le CEREMA, Cécile CAUDRON, CEREMA Nord-Picardie, Responsable innovation et chargée d'études en qualité sanitaire des bâtiments.

Conclusion de la matinée et clôture, Monique Bonin, Vice-président de la CUD.



Élaboration d'un protocole type

Un objectif de généralisation

L'objectif de cette étude était d'élaborer un protocole qui soit généralisable à l'ensemble des bâtiments de la Communauté Urbaine de Dunkerque.

Généralisation des 5 grilles

Pour cela, en accord avec la Communauté Urbaine de Dunkerque, le Cerema a proposé un protocole simple et le plus concis possible s'appuyant sur les 5 grilles réalisées lors de la phase 0 :

- grille à destination de l'équipe de gestion du bâtiment ;
- grille à destination des services techniques en charge de la maintenance ;
- grille à destination des occupants ;
- grille à destination de l'équipe en charge de l'entretien ;
- grille travaux.

Ces 5 grilles, initialement élaborées pour les 4 sites étudiés, ont ainsi été modifiées afin de pouvoir être mises en application sur un bâtiment, quel que soit son usage (sa destination).

Le protocole rédigé

Le protocole rédigé est donc un document d'ensemble fixant les grands principes du plan d'actions à mener sur chacun des sites de la Communauté Urbaine de Dunkerque afin d'améliorer l'air intérieur, par 9 actions à mener sur un bâtiment. Les actions simples et peu coûteuses sont prioritaires. Pour cela, l'utilisateur du protocole pourra s'appuyer sur les 5 grilles selon son rôle dans le bâtiment. Enfin, ce processus est à réitérer sur chaque site régulièrement, si possible annuellement. Le protocole ainsi que les 5 grilles généralisées sont en annexe.

Répliquabilité du protocole

Ce protocole a été rédigé afin d'être applicable sur tout type de bâtiment. Il est donc applicable sur les autres sites de la Communauté Urbaine de Dunkerque.



Adaptation du système qualité de la Communauté Urbaine de Dunkerque

Le choix de la simplicité

Le Cerema a été mis en contact avec le responsable qualité pour la Communauté Urbaine de Dunkerque.

L'objectif de ce travail était de mettre en cohérence le protocole à venir d'amélioration de la qualité de l'air intérieur avec le système déjà existant de management de la qualité ISO 14 001. En effet, la Communauté Urbaine de Dunkerque a obtenu la certification ISO 14 001 sur le parc zoologique, le Palais de l'Univers et des Sciences en 2013, et les deux régies des espaces verts en juin 2016.

Un travail a été réalisé sur 2 tableurs :

- le programme de management pour l'ensemble des bâtiments de la CUD ISO 14 001 ;
- l'analyse environnementale, spécifique à chaque bâtiment.

Choix du tableur sur lequel travailler

Le tableur d'analyse environnemental est un ensemble de tableaux très précis dont le principal d'entre eux est l'analyse environnementale, qui récapitule le détail des activités exercées dans le bâtiment, l'aspect environnemental concerné (consommation d'eau, qualité de l'air intérieur, par exemple) et son impact environnemental. Ainsi, pour chaque activité, la fréquence, la gravité et la sensibilité permettent d'aboutir à une cotation qui est pondérée par une notion de maîtrise de l'activité et des impacts. Des actions correctives sont alors décidées. Ce tableau est imposant et complexe. En voici un extrait :



Adaptation du système qualité de la Communauté Urbaine de Dunkerque (suite)

Le choix de la simplicité (suite)

DENV_05 Analyse Environnementale - PLUS
Version 1 - 22/01/2016

Analyse Environnementale - Palais de l'Univers et des Sciences													
N° Aspect Environnemental	Lieux	Activités	Aspect environnemental (AE)	Risque de non-conformité (N° mat. Degr adé, Aspect)	Impact Environnemental (IE)	Fréquence	Gravité	Sensibilité	Cotation brute	Maîtrise opérationnelle en place	Cotation de la maîtrise	Hier archisat/or AE	Action corrective
Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre	Filtre
AE1	Accueil du public	accueil groupe et accompagnement	Déchets papiers (Ticket/Manuel de visite/Programme)	N	Production de DB (Déchets Banals)	10	4	4	160	présence de poubelles	4	640	corrective: installer des poubelles à la sortie + papier plus biodégradable
AE2		arrivée des véhicules	Bruit (Véhicules)	N	Nuisances Sonores	10	4	6	240	PLUS accessible par les transports en commun	2	480	
AE3			Rejets d'échappements	N	Pollution de l'air	10	4	4	160	PLUS accessible par les transports en commun	2	320	
AE4			Fuite (Huile/ Carburant)	A	Pollution de l'air / Pollution de l'eau / Pollution du sol	4	4	4	64	parking en macadam	4	256	
AE5		arrivée et sortie du public	Déchets papiers sur la voierie	N	Production de DB (Déchets Banals)	10	4	4	160		4	640	corrective: installer des poubelles à la sortie + papier plus biodégradable
AE6			Bruit (Jour/Nuit)	N	Nuisances Sonores	4	4	6	96		2	192	
AE7		restauration des groupes et espace détente	Intoxication (Non-respect)	A	Dommages	4	6	4	96	contrôle régulier	4	384	Protocole sanitaire avec le fournisseur
AE8			Consommation d'eau	N	Epuisement de ressources naturelles	8	2	4	64	robinet presto économique	4	256	
AE9			Odeur	N	Nuisances Olfactives	6	4	6	144	entretien régulier	4	576	
AE10			Déchets alimentaire et emballage	N	Production de DB (Déchets Banals)	8	4	4	128	présence de poubelles adaptées	4	512	
AE11													

Illustration 204: Extrait du tableau d'analyse environnementale du PLUS. Tableau établi par Philippe LAPLACE de la CUD

En revanche, le tableau recensant le programme de management concerne l'ensemble du parc et est basé sur la roue de Deming (amélioration continue). Il recense l'orientation d'une politique (par exemple la consommation d'énergie électrique), et détaille ses objectifs, les bâtiments concernés, les indicateurs de résultats, l'action à mettre en place, le responsable de cette action, les moyens mis à disposition et le délai accordé. En fait, le tableau d'évaluation environnementale est une déclinaison de ce tableau de programme de management.

Or, les politiques de la Communauté Urbaine de Dunkerque sont diverses et ne concernent pas uniquement l'amélioration de la qualité de l'air intérieur. Il n'était donc pas question de multiplier les objectifs et les indicateurs, sans quoi cela aurait surchargé le système qualité en place en le déséquilibrant au profit de la qualité de l'air intérieur, ce qui n'était pas le but ici.



Il a donc été choisi de travailler dans un premier temps sur le programme de management, en se limitant à 3-4 indicateurs maximum applicables aux quatre bâtiments étudiés. Dans un second temps, la grille de cotation sur la qualité de l'air intérieur sera revue ainsi que le tableau d'évaluation environnementale.

Le résultat obtenu Le Cerema a donc fait une proposition de complétion du tableau "Programme de management" pour le volet QAI en créant les lignes 38 à 46.

Les indicateurs proposés restent donc généraux et cohérents avec les objectifs globaux de l'étude menée ici. Ils permettent d'englober le travail réalisé précédemment sur les grilles (en phase 0) qui seront à mettre à jour annuellement pour chaque site.

Les pourcentages proposés en cible sont des suggestions, à affiner selon les objectifs que la CUD souhaitera se fixer. Les pourcentages indiqués pourront évoluer d'année en année, en fonction des résultats obtenus les années précédentes.

Deux autres suggestions ont été faites sur ce tableau, à savoir :

- mettre le volet qualité de l'air intérieur à la suite de celui sur la pollution atmosphérique car les deux volets sont liés et concernent l'air ;
- regrouper les deux volets sur la pollution sonore.

Les 3 indicateurs et actions proposés par le Cerema sont donc les suivants :

Orientations de la Politique	Objectif	Fonctions / niveaux concernés	Cible	Indicateur de résultats	Action	Responsable	Moyens	Délai	Budget 2015(N+2)		Budget 2016(N+3)		Avancement		
									Fonct.	Invest.	Fonct.	Invest.			
Anticiper les risques et réduire les nuisances	Qualité de l'air intérieur	EN	En fonction du résultat des mesures	Seuil pour chaque polluant à comparer au seuil limite recommandé	Sensibilisation. En fonction des points noir identifiés, mise en oeuvre d'actions simples de remédiation et/ou de travaux	Anne LECOEUICHE	Bureau d'étude : mise en place d'un protocole type de surveillance de la qualité de l'air intérieur	2016			4 000,00 €			Act	
		Zoo						2016						Act	
		PLUS						2016						Act	
		EN	60%	% des agents ayant assisté au séminaire	Sensibiliser les agents à la qualité de l'air intérieur	Anne LECOEUICHE	Bureau d'étude : organisation d'un séminaire de sensibilisation	2017							Plan
		Zoo						2017						Plan	
		PLUS						2017						Plan	
		EN	100%	% de bâtiments diagnostiqués à l'aide des grilles d'auto-diagnostic ayant entraîné des actions simples et/ou des travaux de remédiation	Réaliser un auto-diagnostic annuel de la qualité de l'air intérieur à l'aide des grilles élaborées par le Cerema et réaliser des actions d'amélioration (actions simples et/ou travaux)	Anne LECOEUICHE	5 grilles disponibles (gestion/entretien/maintenance/travaux/agents)	à partir de 2017							Plan
		Zoo						à partir de 2017						Plan	
		PLUS						à partir de 2017						Plan	

Illustration 205: Extrait du tableau de programme de management proposé par le Cerema
Tableau établi par Philippe LAPLACE de la CUD avec des apports du Cerema



Conclusion, perspectives

Ce troisième et dernier livrable reprend l'ensemble des éléments réalisés lors de la phase 0 – adaptation de la méthodologie, lors de la phase 1 – évaluation des moyens d'aération et de traitement d'air, lors de la phase 2 – analyse des pratiques, depuis le début de cette étude, ainsi que la phase 3 contenant, entre autres, le protocole d'action et la généralisation des grilles réalisées en phase 0 ainsi que les actions de communication et les dernières mises à jours jusqu'en juillet 2017.

La méthodologie générale appliquée dans cette étude s'appuie à la fois sur le guide de l'INERIS adapté dans un premier temps aux quatre bâtiments sélectionnés par la Communauté Urbaine de Dunkerque, mais également sur une série de mesures simplifiées permettant d'avoir un aperçu de la qualité de l'air intérieur réel des bâtiments étudiés.

Ainsi, la méthodologie appliquée sur les 4 sites de la CUD est complète puisqu'elle comprend à la fois un diagnostic du site et des systèmes de chauffage et de ventilation (avec des mesures ponctuelles sur la ventilation), mais également une série de mesures de la qualité de l'air intérieur (non exhaustives) à l'aide du NEMo (Ethera) sur une semaine en été puis en hiver.

Cette méthodologie permet de réaliser un diagnostic complet des sites étudiés. Afin de réaliser un suivi régulier et une amélioration continue de la qualité de l'air intérieur sur l'ensemble des bâtiments du parc de la Communauté Urbaine de Dunkerque, un protocole simplifié de suivi a été établi lors de cette étude : il fixe 9 actions d'amélioration de la qualité de l'air intérieur. Ce protocole est volontairement concis puisqu'il se base sur 5 grilles d'évaluation établies pour chacun des acteurs du bâtiment.

Le travail réalisé lors de cette étude est dense, long, et n'est raisonnablement pas applicable sur l'ensemble des sites de la CUD car cela serait très coûteux. En revanche, ce travail a permis d'élaborer un protocole simplifié applicable à moindre coût sur l'ensemble du parc et permettant un suivi régulier et continu des bâtiments.

Le protocole ainsi établi est applicable sur l'ensemble du parc de la Communauté Urbaine de Dunkerque et appropriable par n'importe quelle autre collectivité.



Références bibliographiques

Ouvrages, rapports, études

Guide pratique pour une meilleure qualité de l'air dans les lieux accueillant des enfants, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie & INERIS, 2015, 15p

Textes législatifs, réglementaires et normatifs

Code Du Travail – Livre II: dispositions applicables aux lieux de travail – Titre Ier: obligations du maître d'ouvrage pour la conception des lieux de travail – Chapitre II: aération et assainissement – articles R4212-1 à R4222-21

Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT)

Norme ISO 14 001

Articles L.120-1, L.221-8 et R.221-30 et suivants du code de l'environnement

Décret n°2015-1926 du 30 décembre 2015 modifiant le 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

Arrêté du 1^{er} juin 2016 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public

Arrêté du 1^{er} juin 2016 relatif aux modalités de présentation du rapport d'évaluation des moyens d'aération

Sites internet

Atmo Nord-Pas-de-Calais : <http://www.atmo-npdc.fr/>

Parc zoologique de Fort-Mardyck : <http://www.parc-zoologique.fr/>

Palais de l'Univers et des Sciences : <http://www.parc-zoologique.fr/>



Index des tableaux et des illustrations

Index des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques techniques de l'appareil de mesure utilisé pour l'étude.....	22
Tableau 2 : Statistiques lors des campagnes de mesure en température (T°C) et en humidité relative (%HR) à Arbouts-Cappel dans le bureau (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	47
Tableau 3 : Statistiques lors des campagnes de mesure en température (T°C) et en humidité relative (%HR) à Arbouts-Cappel dans l'atelier (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	49
Tableau 4 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Arbouts-Cappel en CO2 en ppm, dans le bureau (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	51
Tableau 5 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Arbouts-Cappel en CO2 en ppm, dans l'atelier (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	52
Tableau 6 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Arbouts-Cappel en formaldéhyde (µg/m3), dans le bureau (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	54
Tableau 7 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Arbouts-Cappel en formaldéhyde (µg/m3), dans l'atelier (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	55
Tableau 8 : Comparaison des résultats (en µg/m3) en formaldéhyde dans les locaux d'Arbouts-Cappel avec des valeurs guides.....	56
Tableau 9 : Comparaison des résultats (en µg/m3) en formaldéhyde dans les locaux d'Arbouts-Cappel avec des valeurs de la campagne logement de l'OQAI.....	56
Tableau 10 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Arbouts-Cappel de COVTL en ppb, dans le bureau (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	57
Tableau 11 : Statistiques lors des campagnes de mesure à Arbouts-Cappel de COVTL en ppb, dans l'atelier (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	59
Tableau 12 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans l'accueil au parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	92
Tableau 13 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans le bureau au 1er étage du bâtiment administratif, au parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	94
Tableau 14 : Statistiques lors de la campagne hivernale de mesures en température et en humidité relative dans le bureau au RdC du bâtiment administratif, au parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	96
Tableau 15 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans l'accueil du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	98
Tableau 16: Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans le bureau au 1er étage du bâtiment administratif du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	99
Tableau 17 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans le bureau au RdC du bâtiment administratif du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	100
Tableau 18: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en µg/m3) dans l'accueil du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	102
Tableau 19: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en µg/m3) dans le bureau du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	103
Tableau 20 : Comparaison des résultats (en µg/m3) en formaldéhyde dans les locaux du parc zoologique avec des valeurs guides.....	104
Tableau 21 : Comparaison des résultats (en µg/m3) en formaldéhyde dans les locaux du parc zoologique (en µg/m3) avec des valeurs de la campagne logement de l'OQAI.....	105
Tableau 22: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans l'accueil du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	106
Tableau 23: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau au 1er étage du bâtiment administratif du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	107
Tableau 24: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau au RdC du bâtiment administratif du parc zoologique (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	108
Tableau 25 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	147
Tableau 26 : Statistiques lors de la campagne de mesure estivale en température et en humidité relative dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la	



semaine).....	149
Tableau 27 : Statistiques lors de la campagne de mesure estivale en température et en humidité relative dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	151
Tableau 28 : Statistiques lors de la campagne de mesure estivale en température et en humidité relative dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	152
Tableau 29 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	154
Tableau 30 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	156
Tableau 31 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	157
Tableau 32 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	158
Tableau 33: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en µg/m3) dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	159
Tableau 34: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en µg/m3) dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	160
Tableau 35 : Comparaison des résultats (en µg/m3) en formaldéhyde dans les locaux du Palais de l'Univers et des Sciences avec des valeurs guides.....	162
Tableau 36 : Comparaison des résultats (en µg/m3) en formaldéhyde dans les locaux du Palais de l'Univers et des Sciences avec des valeurs de la campagne logement de l'OQAI.....	162
Tableau 37: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	163
Tableau 38: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	165
Tableau 39: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	166
Tableau 40: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	167
Tableau 41 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans le secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	192
Tableau 42 : Statistiques lors des campagnes de mesures en température et en humidité relative dans le bureau réunion de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	194
Tableau 43 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans le secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	196
Tableau 44 : Statistiques lors des campagnes de mesure en CO2 (ppm) dans le bureau réunion de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	198
Tableau 45: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en µg/m3) dans le secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	199
Tableau 46: Statistiques lors des campagnes de mesure en formaldéhyde (en µg/m3) dans le bureau réunion de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine).201	201
Tableau 47 : Comparaison des résultats (en µg/m3) en formaldéhyde dans la régie des espaces verts du Bois des Forts avec des valeurs guides.....	202
Tableau 48 : Comparaison des résultats (en µg/m3) en aldéhydes dans la régie des espaces verts du Bois des Forts avec des valeurs de la campagne logement de l'OQAI.....	203
Tableau 49: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	204
Tableau 50: Statistiques lors des campagnes de mesure en COVTL (ppb) dans le bureau secrétariat de la régie des espaces verts du Bois des Forts (en gras les valeurs des jours de la semaine).....	205
Tableau 51: Chiffrage des actions à mener – partie 1/2. Source : service bâtiment de la CUD.....	232
Tableau 52: Chiffrage des actions à mener – partie 2/2. Source : service bâtiment de la CUD.....	233



Index des illustrations

Illustration 1: Plage de confort de température – humidité. Source : extrait de l'article de R. Fauconnier L'action de l'humidité de l'air sur la santé dans les bâtiments tertiaires paru dans le numéro 10/1992 de la revue Chauffage Ventilation Conditionnement.....	21
Illustration 2: Bâtiment administratif de l'Atelier du Lac.....	28
Illustration 3: Garage de l'Atelier du Lac.....	29
Illustration 4: Atelier principal des régies des espaces verts de la CUD.....	29
Illustration 5: Ventilation des douches.....	31
Illustration 6: Ventilation des sanitaires des hommes.....	32
Illustration 7: Ventilation des sanitaires des femmes / handicapés.....	33
Illustration 8: Hotte située dans le réfectoire.....	34
Illustration 9: Réfectoire au 1er étage, sans ventilation spécifique.....	34
Illustration 10: Extracteur ponctuel principal du poste de soudure.....	36
Illustration 11: Second extracteur ponctuel du poste de soudure.....	37
Illustration 12: Petit atelier ou remise, avec une ventilation mécanique murale asservie à l'éclairage.....	38
Illustration 13: Garage aéré par l'ouverture des portes et servant de zone de stockage de produits à base d'hydrocarbure et de matériel.....	39
Illustration 14: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du lac, bâtiment administratif, rez-de-chaussée. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	43
Illustration 15: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du lac, bâtiment administratif, 1er étage. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	44
Illustration 16: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du lac, bâtiment ateliers, rez-de-chaussée. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	44
Illustration 17: Plan de situation du Nemo – Bureau du site d'Armbouts-Cappel. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	45
Illustration 18: Plan de situation du Nemo – Atelier du site d'Armbouts-Cappel. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	46
Illustration 19: Nemo 554 – Bureau de l'atelier – Armbouts-Cappel.....	46
Illustration 20: Evolution de la température dans le bureau à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures.....	48
Illustration 21: Evolution de l'humidité relative dans le bureau à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures.....	48
Illustration 22: Evolution de la température dans l'atelier à Armbouts-Cappel pendant la campagne de mesures.....	50
Illustration 23: Evolution de l'humidité relative dans l'atelier à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures.....	50
Illustration 24: Evolution de la concentration en CO2 dans le bureau à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures.....	51
Illustration 25: Evolution de la concentration en CO2 dans l'atelier à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures.....	53
Illustration 26: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le bureau à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures (pas de temps de mesure de 2h).....	54
Illustration 27: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans l'atelier à Armbouts-Cappel pendant les campagnes de mesures (pas de temps de mesure de 2h).....	55
Illustration 28: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau pendant les campagnes de mesures.....	58
Illustration 29: Evolution de la concentration en COVTL dans l'atelier pendant les campagnes de mesures.....	59
Illustration 30: Plan masse du site du parc zoologique. Plan fourni par la CUD.....	62
Illustration 31: Bâtiment technique du personnel B2.....	63
Illustration 32: Plafond du bâtiment B2 détérioré suite à une fuite d'eau.....	64
Illustration 33: Entrée du bâtiment B4 d'accueil.....	65
Illustration 34: Bâtiment B4, banque d'accueil / boutique.....	66
Illustration 35: Bâtiment B4, zone d'accueil, fuites au niveau des 4 poteaux intérieurs.....	66
Illustration 36: Bâtiment portuaire B5.....	67
Illustration 37: Bâtiment pédagogique B6.....	68



Illustration 38: Traces au plafond du bâtiment B6 issues d'une ancienne fuite d'eau.....	69
Illustration 39: Bâtiment administratif B7.....	70
Illustration 40: Open space du 1er étage du bâtiment B7.....	71
Illustration 41: Bouche de ventilation encrassée des vestiaires du bâtiment B2.....	73
Illustration 42: Stockage des bottes et autres affaires à proximité de la zone de repas dans le bâtiment B2	74
Illustration 43: Bouche d'extraction décollée dans un des sanitaires hommes du bâtiment B4.....	76
Illustration 44: Bouche de ventilation du bâtiment B5, semblant être à l'arrêt.....	77
Illustration 45: Bouche d'extraction dans les sanitaires du bâtiment B6.....	79
Illustration 46: Bouche d'extraction non permanente dans le bâtiment B7.....	80
Illustration 47: Détérioration du plafond du bâtiment B7 suite à une fuite d'eau.....	81
Illustration 48: Gaze utilisée pour balayer et nettoyer le sol.....	82
Illustration 49: Produits d'entretien utilisés au parc zoologique. De gauche à droite et de haut en bas : pulvérisateur pour vitrages / détergent pour le sol / nettoyant pour tâches tenaces sur sol (pulvérisateur) / détergent du mobilier (pulvérisateur) / produit WC (pulvérisateur).....	84
Illustration 50: Traitement contre les rongeurs dans le bâtiment B7.....	85
Illustration 51: Usine à proximité du parc zoologique.....	86
Illustration 52: Panneaux OSB en contact direct avec l'air intérieur dans le bâtiment B7.....	87
Illustration 53: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le parc zoologique, bâtiment B2 – bâtiment technique du personnel. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	88
Illustration 54: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le parc zoologique, bâtiment B4 – accueil, et bâtiment B5 – bâtiment portuaire. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	89
Illustration 55: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le parc zoologique, bâtiment B6 – bâtiment pédagogique, et bâtiment B7 – bâtiment administratif. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	90
Illustration 56: Némoto dans le hall d'accueil (B4) du parc zoologique.....	90
Illustration 57: Némoto dans l'open space du 1er étage du bâtiment B7.....	91
Illustration 58: Evolution de la température dans l'accueil du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	92
Illustration 59: Evolution de l'humidité relative dans l'accueil du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	93
Illustration 60: Evolution de la température dans le bureau au 1er étage du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	94
Illustration 61: Evolution de l'humidité relative dans le bureau au 1er étage du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	95
Illustration 62: Evolution de la température dans le bureau au RdC du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	96
Illustration 63: Evolution de l'humidité relative dans le bureau au RdC du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	97
Illustration 64: Evolution de la concentration en CO2 dans l'accueil du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	98
Illustration 65: Evolution de la concentration en CO2 dans le bureau au 1er étage du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	100
Illustration 66: Evolution de la concentration en CO2 dans le bureau au RdC du bâtiment administratif du parc zoologique pendant les campagnes de mesures.....	101
Illustration 67: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans l'accueil du parc zoologique pendant les campagnes de mesures (pas de mesure de 2h).....	102
Illustration 68: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le bureau du parc zoologique pendant les campagnes de mesures (pas de mesure de 2h).....	103
Illustration 69: Evolution de la concentration en COVTL dans l'accueil du parc zoologique pendant la campagne de mesures.....	106
Illustration 70: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau au 1er étage administratif du parc zoologique pendant la campagne de mesures.....	107
Illustration 71: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau au RdC administratif du parc zoologique pendant la campagne de mesures.....	108
Illustration 72: Plan masse du PLUS. Plan fourni par la CUD.....	110
Illustration 73: Plan 3D du PLUS. Plan issu du site internet du PLUS.....	111
Illustration 74: Différents matériaux présents dans les salles d'exposition (matériaux bitumineux, tissus,	



plastiques, fibres compressées, etc.).....	112
Illustration 75: Différents types de sol dans le PLUS (moquette, linoléum plastifié, carrelage, OSB, panneaux bitumineux, bois stratifié, etc.).....	113
Illustration 76: Différents types de plafonds dans le PLUS (panneaux de tissus, faux plafonds en polystyrène ou en laine de verre compressée ou en paille compressée, flocage, etc.).....	114
Illustration 77: Fenêtre d'un bureau avec entrée d'air.....	117
Illustration 78: Bouche d'extraction très légèrement sale des sanitaires de l'entresol.....	117
Illustration 79: Renouvellement d'air en salle de travaux pratiques (grilles des ventilo-convecteurs à gauche et bouche d'extraction à droite).....	119
Illustration 80: Moteurs d'extraction reliés aux salles du rez-de-chaussée (gauche : salles de travaux pratiques/salles pédagogiques et droite : sanitaires centraux).....	120
Illustration 81: Renouvellement d'air dans le local technique (au fond) du rez-de-chaussée (bouches de ventilation dans la douche et dans la salle des aquariums, puis porte arrière).....	121
Illustration 82: Local entretien du rez-de-chaussée où sont stockés les matériels.....	121
Illustration 83: Salle d'exposition temporaire.....	122
Illustration 84: Centre de ressource au rez-de-chaussée.....	123
Illustration 85: Bouches (extraction/soufflage) dans les zones d'exposition permanente.....	125
Illustration 86: Sol de la régie en OSB.....	126
Illustration 87: Bouches de soufflage et d'extraction très proches dans la zone « Épilogue ».....	127
Illustration 88: CTA principale.....	128
Illustration 89: Fuite dans la salle des pas perdus ayant entraîné une dégradation du mur.....	129
Illustration 90: Grilles d'extraction dans le planétarium.....	130
Illustration 91: CTA du planétarium.....	131
Illustration 92: Gaze utilisée pour balayer et nettoyer le PLUS.....	134
Illustration 93: Produits d'entretien utilisés (de gauche à droite et de haut en bas : produit WC et surfaces / crème inox et robinetterie – pulvérisateur / produit pour vitrages – pulvérisateur / détergent pour tâches tenaces sur sols et surfaces – pulvérisateur / cubes pour urinoirs / désodorisant / crème pour les mains).....	136
Illustration 94: Pictogrammes de danger affichés dans le local de ménage au rez-de-chaussée.....	137
Illustration 95: Fuite d'eau ayant dégradé un plafond (matériaux enlevés et laissé à l'air libre pour séchage).....	139
Illustration 96: Photocopieur pouvant émettre de l'ozone, installé dans une pièce spécifique.....	140
Illustration 97: Salle de travaux pratiques ou espace pédagogique.....	141
Illustration 98: Salle de travaux pratiques.....	141
Illustration 99: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le PLUS, rez-de-chaussée. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	142
Illustration 100: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le PLUS, entresol. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	143
Illustration 101: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le PLUS, 1er étage. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	144
Illustration 102: Repérage sur plan des points noirs relevés pour le PLUS, 2ème étage. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	145
Illustration 103: Plan de situation du Nemo – Planétarium. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	146
Illustration 104: Nemo – Planétarium.....	146
Illustration 105: Evolution de la température dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures.....	148
Illustration 106: Evolution de l'humidité relative dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures.....	148
Illustration 107: Evolution de la température dans le bureau du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures.....	150
Illustration 108: Evolution de l'humidité relative dans le bureau du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures.....	150
Illustration 109: Evolution de la température dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures.....	151
Illustration 110: Evolution de l'humidité relative dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures.....	152
Illustration 111: Evolution de la température dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences	



pendant les campagnes de mesures.....	153
Illustration 112: Evolution de l'humidité relative dans la salle de TP du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures.....	153
Illustration 113: Evolution de la concentration en CO2 dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures.....	155
Illustration 114: Evolution de la concentration en CO2 dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures.....	156
Illustration 115: Evolution de la concentration en CO2 dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures.....	157
Illustration 116: Evolution de la concentration en CO2 dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures.....	158
Illustration 117: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures (pas de mesure de 2h).....	159
Illustration 118: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences pendant la campagne de mesures (pas de mesure de 2h).....	160
Illustration 119: Evolution de la concentration en COVTL dans le planétarium du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures.....	164
Illustration 120: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau des moniteurs du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures.....	165
Illustration 121: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau des réservations du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures.....	166
Illustration 122: Evolution de la concentration en COVTL dans la salle de TP1 du Palais de l'Univers et des Sciences pendant les campagnes de mesures.....	167
Illustration 123: Site de l'Atelier du Bois des Forts.....	170
Illustration 124: Hangar de l'Atelier du Bois des Forts.....	170
Illustration 125: Sanitaires des femmes et moteur d'extraction n°1.....	174
Illustration 126: Bouches d'extraction dans les sanitaires des hommes.....	174
Illustration 127: Réglette d'entrée d'air dans les sanitaires des hommes.....	175
Illustration 128: Bouche d'extraction dans les sanitaires des femmes/handicapés.....	176
Illustration 129: Bouches d'extraction dans les vestiaires (et douches) des femmes.....	177
Illustration 130: Bouche d'extraction et moteur d'extraction n°2.....	178
Illustration 131: Bouche de ventilation du réfectoire et fenêtre de toit pour aérer.....	178
Illustration 132: Bouche de ventilation dans la pièce de séchage des hommes.....	179
Illustration 133: Bouche de ventilation dans les vestiaires des hommes.....	180
Illustration 134: Bouches de ventilation dans les douches des hommes.....	181
Illustration 135: Pompe à gazoil pour alimenter les machines des jardiniers.....	185
Illustration 136: Matériel et produits chimiques stockés dans le bâtiment administratif.....	186
Illustration 137: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du Bois des Forts, bâtiment administratif A, rez-de-chaussée. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	187
Illustration 138: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du Bois des Forts, bâtiment administratif A, 1er étage. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	188
Illustration 139: Repérage sur plan des points noirs relevés pour l'atelier du Bois des Forts, bâtiments administratifs B et C. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	189
Illustration 140: Plan de situation du Nemo – Bureau Réunion – Bois des Forts. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	190
Illustration 141: Nemo – Bureau salle de réunion – Bois des Forts.....	190
Illustration 142: Plan de situation du Nemo – Secrétariat – Bois des Forts. Plan fourni par la CUD et annoté par le Cerema Nord-Picardie.....	191
Illustration 143: Nemo – Secrétariat – Bois des Forts.....	191
Illustration 144: Evolution de la température dans le secrétariat pendant les campagnes de mesures dans la régie des espaces verts du Bois des Forts.....	193
Illustration 145: Evolution de l'humidité relative dans le secrétariat pendant les campagnes de mesures dans la régie des espaces verts du Bois des Forts.....	193
Illustration 146: Evolution de la température dans le bureau réunion pendant les campagnes de mesures dans la régie des espaces verts du Bois des Forts.....	195
Illustration 147: Evolution de l'humidité relative dans le bureau réunion pendant les campagnes de mesures dans la régie des espaces verts du Bois des Forts.....	195
Illustration 148: Evolution de la concentration en CO2 dans le secrétariat dans la régie des espaces verts	



du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures.....	197
Illustration 149: Evolution de la concentration en CO2 dans le bureau réunion dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures.....	198
Illustration 150: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le secrétariat dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures (pas de mesure de 2h).....	200
Illustration 151: Evolution de la concentration en formaldéhyde dans le bureau réunion dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures (pas de mesure de 2h).....	201
Illustration 152: Evolution de la concentration en COVTL dans le secrétariat dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures.....	204
Illustration 153: Evolution de la concentration en COVTL dans le bureau réunion dans la régie des espaces verts du Bois des Forts pendant les campagnes de mesures.....	205
Illustration 154: Diagramme question 1 de l'enquête.....	208
Illustration 155: Diagramme question 2 de l'enquête.....	208
Illustration 156: Diagramme question 3 de l'enquête.....	209
Illustration 157: Diagramme question 4 de l'enquête.....	210
Illustration 158: Diagramme question 5 de l'enquête.....	210
Illustration 159: Diagramme question 6 de l'enquête.....	211
Illustration 160: Diagramme question 7 de l'enquête.....	211
Illustration 161: Diagramme question 8 de l'enquête.....	212
Illustration 162: Diagramme question 9 de l'enquête.....	212
Illustration 163: Diagramme question 10 de l'enquête.....	213
Illustration 164: Diagramme question 11 de l'enquête.....	213
Illustration 165: Diagramme question 12 de l'enquête.....	214
Illustration 166: Diagramme question 13 de l'enquête.....	214
Illustration 167: Diagramme question 14 de l'enquête.....	215
Illustration 168: Diagramme question 17 de l'enquête.....	216
Illustration 169: Diagramme question 18 de l'enquête.....	216
Illustration 170: Diagramme question 19 de l'enquête.....	217
Illustration 171: Diagramme question 20 de l'enquête.....	217
Illustration 172: Diagramme question 23 de l'enquête.....	218
Illustration 173: Diagramme question 24 de l'enquête.....	218
Illustration 174: Diagramme question 25 de l'enquête.....	219
Illustration 175: Diagramme question 26 de l'enquête.....	219
Illustration 176: Diagramme question 27 de l'enquête.....	219
Illustration 177: Diagramme question 28 de l'enquête.....	219
Illustration 178: Diagramme question 29 de l'enquête.....	219
Illustration 179: Diagramme question 30 de l'enquête.....	220
Illustration 180: Diagramme question 31 de l'enquête.....	220
Illustration 181: Diagramme croisement des questions 30 & 31 de l'enquête.....	220
Illustration 182: Diagramme question 32 de l'enquête.....	221
Illustration 183: Diagramme question 33 de l'enquête.....	221
Illustration 184: Diagramme croisement des questions 32 & 33 de l'enquête.....	221
Illustration 185: Diagramme question 34 de l'enquête.....	221
Illustration 186: Diagramme question 35 de l'enquête.....	221
Illustration 187: Diagramme croisement des questions 34 & 35 de l'enquête.....	222
Illustration 188: Diagramme question 36 de l'enquête.....	222
Illustration 189: Diagramme question 37 de l'enquête.....	222
Illustration 190: Diagramme croisement des questions 36 & 37 de l'enquête.....	222
Illustration 191: Diagramme question 38 de l'enquête.....	223
Illustration 192: Diagramme question 40 de l'enquête.....	223
Illustration 193: Diagramme question 41 de l'enquête.....	224
Illustration 194: Diagramme question 42 de l'enquête.....	224
Illustration 195: Diagramme croisement des questions 41 & 42 de l'enquête.....	224
Illustration 196: Diagramme question 43 de l'enquête.....	224
Illustration 197: Diagramme question 44 de l'enquête.....	224
Illustration 198: Diagramme croisement des questions 43 & 44 de l'enquête.....	225
Illustration 199: Diagramme question 45 de l'enquête.....	225
Illustration 200: Diagramme question 46 de l'enquête.....	225



Illustration 201: Diagramme question 47 de l'enquête.....	225
Illustration 202: Diagramme question 48 de l'enquête.....	225
Illustration 203: Diagramme question 49 de l'enquête.....	226
Illustration 204: Extrait du tableau d'analyse environnementale du PLUS. Tableau établi par Philippe LAPLACE de la CUD.....	237
Illustration 205: Extrait du tableau de programme de management proposé par le Cerema Tableau établi par Philippe LAPLACE de la CUD avec des apports du Cerema.....	238



Sigles et acronymes

Sigle / acronymes	Signification
ERP	Établissement Recevant du Public
Cerema Nord-Picardie	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement – direction territoriale Nord-Picardie
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
COV	Composés Organiques Volatils
CTA	Centrale de Traitement de l'Air
CUD	Communauté Urbaine de Dunkerque
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des risques
MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (remplacé par le MEEM)
MEEM	Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer
OSB	« Oriented Strand Board » : panneaux de bois aggloméré
QAI	Qualité de l'Air Intérieur
RSDT	Règlement Sanitaire Départemental Type
R+1	1 ^{er} étage
R+2	2 ^{ème} étage
SHON	Surface Hors Œuvre Nette
TP	Travaux Pratiques



Annexes

Annexe 1 : Comptes-rendus des réunions du 02 mai 2016, du 30 septembre 2016 et du 25 mai 2017

Annexe 2 : Grilles d'évaluation de la qualité de l'air intérieur

Annexe 3 : Questionnaire d'enquête

Annexe 4 : Bilan de la qualité de l'air extérieur d'Atmo Nord-Pas-de-Calais

Annexe 5 : Présentation de la démarche QAI pour les agents du PLUS

Annexe 6 : Restitution sur le site du PLUS le 4 avril 2017

Annexe 7 : Protocole et ses 5 grilles d'évaluation de la qualité de l'air intérieur généralisés

Annexe 8 : Chiffrage des actions à mener sur les 4 sites



Éléments mis à jour : mai 2017

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Écologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.





ISO-AIR:

ÉVALUATION DES PRATIQUES ET MISE EN ŒUVRE D'ACTIONS D'AMÉLIORATION POUR UN AIR INTÉRIEUR PLUS SAIN DANS LES SERVICES COMMUNAUTAIRES CERTIFIÉS ISO 14 001

Résumé

L'étude a consisté à élaborer une démarche d'amélioration continue de la qualité de l'air intérieur pour l'ensemble des bâtiments de la Communauté Urbaine de Dunkerque, en cohérence avec leur démarche qualité ISO 14 001.

Pour cela, un protocole simplifié et généralisé a été élaboré sur la base de 5 grilles d'évaluation. Ces grilles recensent les points à vérifier et à améliorer pour les différents acteurs du bâtiment, à savoir l'équipe de gestion du bâtiment, la personne chargée de la maintenance, la personne chargée de l'entretien et bien sûr, les occupants. Une grille travaux est également proposée. Ce protocole a été établi suite à une enquête auprès des occupants et à une phase expérimentale menée sur 4 sites de la Communauté Urbaine de Dunkerque, qui consistait en un diagnostic des bâtiments assortis de mesures ponctuelles de ventilation, ainsi que d'une campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur, réalisée en été et en hiver.

Essentiel à retenir

Création d'un protocole généralisé et simplifié permettant d'évaluer la qualité de l'air intérieur des bâtiments de la Communauté Urbaine de Dunkerque, à partir d'un diagnostic approfondi de 4 de leurs sites.

