

SANTÉ
ENVIRONNEMENT

DÉCEMBRE 2018

ÉTUDES ET ENQUÊTES

SYNDROME COLLECTIF INEXPLIQUÉ
CHEZ LES SALARIÉS D'UNE
ADMINISTRATION TERRITORIALE
PUBLIQUE DE NOUVELLE AQUITAINE

Rapport d'investigation, mars 2017

RÉGION
NOUVELLE AQUITAINE

En partenariat avec :



Résumé

Syndrome collectif inexpliqué chez les salariés d'une administration territoriale publique de Nouvelle Aquitaine

Rapport d'investigation, mars 2017

Début 2017, la Cellule régionale de Santé publique France est sollicitée pour un syndrome collectif inexpliqué avec survenue de symptômes récurrents touchant les salariés d'une administration. Ces symptômes sont apparus après l'intégration d'un bâtiment entièrement rénové et l'instauration d'une nouvelle organisation de travail. Des investigations ont été menées avec un groupe d'expertise multidisciplinaire.

L'environnement, le contexte épidémiologique et le contexte psychosocial ont été explorés. Des expertises ont été menées sur la qualité de l'air intérieur, la ventilation, l'acoustique et l'éclairage. Une cohorte rétrospective a été mise en place auprès des salariés pour caractériser les événements sanitaires et les conditions de travail. Enfin, une évaluation du contexte psychosocial a été réalisée (entretiens, chronogramme des événements).

Une ventilation défaillante a été identifiée ainsi qu'un inconfort thermique et acoustique et des problèmes au niveau des éclairages. Au total, 78 % des salariés ont été symptomatiques en l'espace de six mois, avec un taux d'attaque plus élevé chez les femmes (85 % vs 68 %, $p=0,009$) et 89 % de personnes avec des épisodes récurrents. Les personnes ont présenté majoritairement des céphalées (58 %), de l'asthénie (56 %) ou des picotements oculaires (42 %). Pour plus de 70 %, les symptômes disparaissaient à la sortie du bâtiment. Au total, 71 % des personnes étaient insatisfaites du travail en open space. Au niveau psychosocial, le bouleversement de l'organisation du travail ou un environnement de travail subi et impersonnel ont pu favoriser le phénomène épidémique.

Les caractéristiques épidémiologiques de cet épisode, la présence de nombreux facteurs environnementaux et la nouvelle organisation de travail en open space ont permis de caractériser ces événements en Syndrome du bâtiment malsain. Des recommandations portant sur des points techniques et sur les conditions de travail ont été élaborées en concertation avec la direction.

MOTS CLÉS : SYNDROME COLLECTIF INEXPLIQUÉ, SYNDROME DU BÂTIMENT MALSAIN, ÉTUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE, SANTÉ AU TRAVAIL, BÂTIMENT ADMINISTRATIF

Citation suggérée : Castor C, Chemin F, Jouanthoua F, Raffalovich G, Querre M, Verdun-Esquer C, Goulard H. Syndrome collectif inexpliqué chez les salariés d'une administration territoriale publique de Nouvelle Aquitaine. Rapport d'investigation, mars 2017. Saint-Maurice : Santé publique France, 2018. 63 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr

ISBN-NET : 979-10-289-0494-4 - RÉALISÉ PAR LA DIRECTION DE LA COMMUNICATION, SANTÉ PUBLIQUE FRANCE —
DÉPÔT LÉGAL : DÉCEMBRE 2018

Abstract

Investigation of an unexplained collective syndrome among employees of a public territorial administration of Nouvelle Aquitaine, March 2017

In early 2017, the Regional Unit of the national public health agency (Santé publique France) was commissioned for a mass psychogenic illnesses with recurring symptoms affecting employees of an administration office. These symptoms had emerged with the relocation in a new building completely renovated and cumulative new working conditions. Surveys were conducted by a multidisciplinary expert group.

The environmental, epidemiological, and psychosocial contexts were investigated. Expertises were conducted on indoor air quality, ventilation, acoustics and lighting. A retrospective cohort survey was set up among the employees to characterize health events and working conditions. Finally, an assessment of the psychosocial context was carried out (interviews, chronogram of events).

The environmental expertise revealed a poor ventilation system, insufficient thermal comfort, acoustic discomfort and lighting problems. As a result, 78% of employees were symptomatic within 6 months, with a higher attack rate among women (85% vs. 68%, $p = 0.009$) and 89% of people with multiple episodes. Individuals presented a variety of symptoms with a higher incidence of headache (58%), asthenia (56%) and eye stinging (42%). For more than 70% of them, the symptoms disappeared when they left the building. In total, 71% of people were dissatisfied with the work in open space. At the psychosocial level, the disruption of the organization of work or a damaged and impersonal work environment could have favored the epidemic component.

The epidemiological characteristics of this episode, the presence of many environmental factors, and the new organization of work in open space led to characterizing these events as sick building syndrome. Recommendations on technical points and working conditions were developed in consultation with the management.

KEY WORDS: MASS PSYCHOGENIC ILLNESS, SICK BUILDING SYNDROME, EPIDEMIOLOGICAL STUDY, OCCUPATIONAL HEALTH, OFFICE BUILDING

Ont participé à ce rapport

Auteurs

Christine Castor

Direction des régions, Cire Nouvelle Aquitaine, Santé publique France

Frédérique Chemin, Fabienne Jouanthoua

Agence régionale de santé Nouvelle Aquitaine

Géraldine Raffalovich

Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi Nouvelle Aquitaine

Madina Querre

Centre de recherche et études sur les vulnérabilités sociales et la santé publique

Catherine Verdun-Esquer

Consultations des pathologies professionnelles du CHU de Bordeaux

Hélène Goulard

Direction santé travail, Santé publique France

Relecteurs

Stéphanie Vandentorren

Direction des régions, Cire Nouvelle Aquitaine, Santé publique France

Florence Kermarec

Direction des régions, Cire Île-de-France, Santé publique France

Franck Golliot

Direction des régions, Santé publique France

Pascal Empereur-Bissonet

Direction santé travail, Santé publique France

Remerciements

Aux équipes de l'Apave Sudeurope SAS et du Centre technique et scientifique du bâtiment pour leurs expertises environnementales.

Abréviations

ANFR	Agence nationale des fréquences
ARS	Agence régionale de santé
ATP-NA	Administration territoriale publique de Nouvelle Aquitaine
Basias	Base de données des anciens sites industriels et activités de service
Basol	Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
BBC	Bâtiment basse consommation
CEM	Champs électromagnétiques
CHSCT	Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail
Cire	Cellule d'intervention en région de Santé publique France
Cnil	Commission nationale informatique et libertés
CPP	Consultation des pathologies professionnelles (CHU de Bordeaux)
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
COV	Composés organiques volatils
CO₂	Dioxyde de carbone
CO	Monoxyde de carbone
CTA	Centrale de traitement de l'air
Direccte	Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi
DOE	Dossier des ouvrages existants
ERP	Établissement recevant du public
GABO	Gênes acoustiques en bureau ouvert
Gast	Groupe alerte santé travail
HCSP	Haut Conseil de santé publique
HQE	Haute qualité environnementale
LED	Électrodes électroluminescentes
REVeSS	Centre de recherche et études sur les vulnérabilités sociales et la santé publique
TA	Taux d'attaque
VAR	Valeur d'action rapide
VGAI	Valeur guide de l'air intérieur

Sommaire

Abréviations	4
1. CONTEXTE	6
1.1 Définitions	6
1.2 Signalement et chronologie des événements	6
1.3 Présentation de l'ATP-NA et des salariés du bâtiment X	7
1.4 Objectifs des investigations	8
2. MÉTHODES	9
2.1 Mise en place de la coordination des investigations	9
2.2 Investigations environnementales	9
2.3 Investigations épidémiologique et sanitaire	9
2.4 Investigations sur le contexte psychosocial	10
3. RÉSULTATS	11
3.1 Investigations environnementales	11
3.1.1 Présentation du bâtiment	11
3.1.2 Sources exogènes	11
3.1.3 Qualité de l'air intérieur	11
3.1.4 Système d'aération et ventilation générale des locaux	14
3.1.5 Confort thermique	16
3.1.6 Acoustique	16
3.1.7 Luminosité et éclairage	17
3.1.8 Champs électromagnétiques (CEM)	18
3.1.9 Synthèse du diagnostic environnemental	19
3.2 Investigations épidémiologiques	20
3.2.1 Premières investigations	20
3.2.2 Enquête épidémiologique (cohorte rétrospective)	20
3.2.3 Synthèse des résultats des investigations épidémiologiques	27
3.3 Investigations du contexte psychosocial : démarche socio-anthropologique	28
3.3.1 Participation aux entretiens et compléments qualitatifs à l'enquête épidémiologique	28
3.3.2 Caractérisation de l'environnement psycho-social et institutionnel	29
3.3.3 Des propositions de recommandations des agents	31
3.3.4 Chronologie des événements	31
4. COMMUNICATION	31
5. DISCUSSION - CONCLUSION	32
6. PROPOSITIONS D' ACTIONS	34
6.1 Propositions d'actions techniques	34
6.2 Propositions d'actions sur les conditions de travail	35
6.3 Autres propositions d'actions	36
ANNEXES	37
Annexe 1. Questionnaire d'investigation épidémiologique	37
Annexe 2. Rapport d'expertise du CSTB sur le système de ventilation du bâtiment	44
Annexe 3. Extrait du rapport de l'Apave sur le contrôle réglementaire des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail	48
Annexe 4. Rapport d'expertise du CSTB sur l'acoustique du bâtiment	50
Annexe 5. Rapport d'expertise du CSTB sur l'éclairage du bâtiment	55
Annexe 6. Fil info 1 et 2 pour informer les salariés quant à l'avancée des investigations du Gast	62

1. CONTEXTE

1.1 Définitions

L'appellation « syndrome collectif inexpliqué » regroupe l'ensemble des épidémies de symptômes non spécifiques, essentiellement de type neurologique (malaises, céphalées), dermatologique (prurit, éruptions cutanées), oto-rhino-laryngé (irritations, inflammations) ou digestif (douleurs abdominales, nausées), qui surviennent collectivement et dont l'origine n'est pas établie, les causes infectieuses et toxiques majeures ayant été écartées¹.

Les syndromes collectifs sont souvent générateurs de crise tant qu'ils demeurent inexplicés ou qu'aucune explication sur leur cause ne fait consensus au sein de la collectivité dans laquelle ils surviennent. Lorsqu'une cause environnementale est suspectée (altération de la qualité de l'air intérieur, ventilation inadaptée, pollution sonore ou lumineuse dans les locaux, etc.), ces épidémies sont appelées « syndromes des bâtiments malsains ». Ce terme a été introduit dans les années 1970 et validé par l'Organisation mondiale de la santé en 1983. Ces syndromes collectifs surviennent habituellement dans un contexte social tendu comme les conflits entre salariés et la direction, des incertitudes sur l'avenir, un déménagement ou une réorganisation. Les manifestations somatiques qu'ils génèrent, subjectives (fatigue, prurit, céphalées, malaises, irritations, etc.), non spécifiques et souvent bénignes, dépassent le « bruit de fond » observé habituellement chez les occupants du bâtiment. Ces symptômes peuvent être mal vécus et générer de l'anxiété, potentiellement alimentée par l'incertitude qui entoure les causes. Les mesures de gestion prises doivent veiller à ne pas alimenter ce climat d'anxiété. La littérature scientifique fait état de causes multifactorielles nécessitant une prise en charge multidisciplinaire.

1.2 Signalement et chronologie des événements

Fin octobre 2016, une partie du personnel (environ 400 personnes) d'une administration territoriale publique de Nouvelle Aquitaine (ATP-NA) a intégré un bâtiment (bâtiment X) entièrement rénové et situé en milieu urbain dans un quartier administratif. Au bout d'un mois, fin novembre (période de grand froid), plusieurs personnes ont commencé à se plaindre d'irritations (yeux, gorge) et de céphalées. Le 6 décembre, face à l'aggravation des symptômes et de la survenue de malaises, les pompiers interviennent et le bâtiment est entièrement évacué. Les premières analyses effectuées par les pompiers sont négatives et une intoxication au monoxyde de carbone (CO) est écartée. L'ATP-NA fait appel à un laboratoire pour réaliser d'autres mesures dans le bâtiment dès le 2 décembre (température, humidité relative, dioxyde de carbone (CO₂), composés organiques volatils (COV)). Des analyses des COV ont été réalisées en décembre et ont mis en évidence des taux de benzène supérieurs à la valeur d'action rapide de 10 µg/m³.

Dans ce contexte, les responsables décident de reloger temporairement les personnels dans d'autres bâtiments et de mettre en place des mesures de gestion. Au cours des mois de décembre 2016 et janvier 2017, différentes analyses de l'air intérieur sont réalisées (COV, empoussièrément, acariens, moisissures, pollens, température, hygrométrie...) ainsi qu'un contrôle du système de ventilation. Au cours de cette période, des mesures sont mises en place pour éliminer la pollution de l'air intérieur (chauffage important du bâtiment et aération des locaux). Une campagne de mesure dans l'air intérieur, réalisée en janvier 2017 (semaine 02), montre une amélioration de la qualité de l'air (notamment pour les teneurs en benzène et COV). Les responsables décident la réintégration progressive par les salariés du bâtiment au cours des 15 premiers jours de février 2017. Le personnel est régulièrement informé des résultats d'analyses de l'air (capteur dans un bureau du 4^{ème} étage) et des mesures mises en place. Une cellule d'accompagnement est également proposée pour les salariés (médecin du travail, conseiller de prévention). Malgré la mise en place de ces mesures, des malaises et des syndromes irritatifs réapparaissent dès les premiers jours, en février 2017. Ces symptômes auraient tendance à disparaître quand les fenêtres sont ouvertes et à la sortie du bâtiment.

¹ <http://invs.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Syndromes-collectifs-inexpliques/Point-sur-les-connaissances>

Le 10 mars, face à l'aggravation de la situation, le médecin du travail de l'ATP-NA sollicite l'Agence régionale de santé (ARS) qui saisit la Cellule d'intervention de Santé publique France en région Nouvelle Aquitaine (Cire NA). Le Groupe alerte santé travail (Gast)² est activé le 13 mars 2017 et une première réunion a lieu le 15 mars 2017 avec les services compétents de l'ATP-NA, la Cire et le service santé environnement territorial de l'ARS. Une visite du bâtiment est organisée le 21 mars par les différents membres du Gast : Cire NA, Consultation des pathologies professionnelles (CCP), Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (Direccte) et ARS. Rapidement, le Gast décide de mettre en place des investigations en suivant les recommandations de Santé publique France (ex Institut de veille sanitaire) concernant la prise en charge des syndromes collectifs inexplicables, dont la mise en place d'un volet psychosocial. En ce sens, une expertise socio-anthropologique est sollicitée par le Gast auprès du Centre de recherche et études sur les vulnérabilités sociales et la santé publique (REVeSS).

1.3 Présentation de l'ATP-NA et des salariés du bâtiment X

L'ATP-NA emploie environ 6 000 personnes réparties sur plusieurs communes. Le bâtiment X, ouvert en octobre 2016 après une rénovation complète, accueille environ 390 salariés rattachés à deux directions distinctes. Sur les 381 salariés pour qui l'information était disponible, 80 % sont des femmes (sexe ratio F/H = 306/75 = 4,1) et plus de 53 % ont plus de 44 ans (Tableau 1).

I TABLEAU 1 I

Répartition des personnels en fonction de l'âge, bâtiment X, ATP-NA, Mars 2017

Classe d'âge	nombre	%
< 30 ans	34	8,9
30-34 ans	40	10,5
35-39 ans	53	13,9
40-44 ans	51	13,4
45-49 ans	55	14,4
50-54 ans	52	13,6
55-59 ans	60	15,7
> 60 ans	36	9,4
Total	381	

Les fonctions des salariés sont majoritairement administratives et consistent pour la majorité d'entre elles à traiter des dossiers d'ordre social les mettant régulièrement en contact avec le public (Tableau 2). La majorité des salariés du bâtiment sont de catégories C (47,0 %) (Tableau 3).

I TABLEAU 2 I

Répartition du personnel selon la fonction exercée, bâtiment X, ATP-NA, Mars 2017

Fonction	nombre	%
Administrative	304	79,8
Médico-sociale	28	7,3
Sociale	24	47,0
Technique	21	6,3
Autres	4	1,3
Total	381	

² Le Gast est chargé d'organiser en région la réponse aux signalements d'événements sanitaires inhabituels en milieu professionnel. Il est composé de spécialistes des risques professionnels (Direccte, CPP, Santé publique France et s'articule avec les ARS).

I TABLEAU 3 I

Répartition des salariés en fonction de la catégorie professionnelle, bâtiment X, ATP-NA, Mars 2017

Catégorie professionnelle	nombre	%
A	116	30,4
B	81	21,3
C	179	47,0
H	5	1,3
Total	381	

1.4 Objectifs des investigations

Dans le cadre des investigations de syndromes collectifs inexpliqués, l'InVS (actuellement Santé publique France) a publié en 2010 un guide de diagnostic et de prise en charge³. Le guide préconise une approche multidisciplinaire (médicale, environnementale, épidémiologique, psychosociale). Les méthodes d'investigation utilisées dans le cadre de ce signalement suivent les recommandations et la méthodologie qui y sont préconisées. Dans cette étude, trois volets ont donc été explorés : l'environnement, le contexte sanitaire et épidémiologique et le contexte psychosocial. Si chaque volet a ses objectifs spécifiques, l'objectif final de la démarche est de prendre en compte l'ensemble de ces regards croisés pour valider une hypothèse de survenue des symptômes, généralement multifactorielle.

Les objectifs du volet environnemental sont :

- Examiner la plausibilité d'une origine environnementale ;
- Recenser les sources potentielles de pollutions intérieures et extérieures ;
- Déterminer les causes les plus plausibles et le cas échéant orienter la métrologie.

Les objectifs du volet sanitaire et épidémiologique sont :

- Identifier, valider et décrire les cas (temps, lieu, personne), leurs symptômes et leur sévérité ;
- Identifier des facteurs étiologiques (nuisances, odeurs, environnement de travail...) ;
- Identifier et suivre les cas ayant nécessité une prise en charge par la médecine du travail.

Les objectifs du volet psychosocial sont :

- Caractériser l'environnement psycho-social et institutionnel ;
- Décrire de manière détaillée le déroulement chronologique des événements en prenant en compte les perceptions des salariés d'une part et des gestionnaires d'autre part ;
- Identifier les événements d'ordre psychosocial ayant pu contribuer au phénomène épidémique ;
- Apporter une écoute auprès des salariés.

³ Kermarec F, Heyman C, Dor F. Guide pour le diagnostic et la prise en charge des syndromes collectifs inexpliqués. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, août 2010, 102 p. Disponible sur : http://invs.santepubliquefrance.fr/publications/2010/syndromes_collectifs_inexpliques/Guide_InVS.pdf

2. MÉTHODES

2.1 Mise en place de la coordination des investigations

Afin de coordonner les investigations avec les actions de gestion pouvant être mises en place et garantir une cohérence dans les actions de communication, une **cellule de coordination interdisciplinaire** a été mise en place. Celle-ci se composait des personnes en charge de la gestion des lieux et des personnes extérieures à l'entreprise et en charge de l'évaluation. La cellule était pilotée par le Directeur de l'ATP-NA. Les aspects évaluations et investigations ont été coordonnés par la Cire Nouvelle Aquitaine. La cellule de coordination pouvait faire appel à des expertises et appuis extérieurs (Centre antipoison, Apave, Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)).

2.2 Investigations environnementales

Celles-ci se sont déroulées en deux étapes. Dans un premier temps, une évaluation et une synthèse des premiers éléments disponibles (rapports diagnostics des laboratoires GREease et Terra, ATP-NA...) qui portaient sur la qualité de l'air intérieur, la ventilation, les champs électromagnétiques (CEM), l'environnement extérieur au bâtiment, l'acoustique et la luminosité ont été réalisées.

Dans un deuxième temps et compte tenu du premier état des lieux, des analyses et des expertises complémentaires ont été menées par l'Apave et le CSTB. Ces expertises portaient principalement sur les points suivants :

- Ventilation et qualité de l'air intérieur ;
- Acoustique ;
- Luminosité et éclairage.

2.3 Investigations épidémiologique et sanitaire

Un premier état des lieux des événements sanitaires survenus depuis l'intégration du bâtiment a été réalisé auprès du médecin du travail de l'entreprise qui a continué tout au long des investigations, à suivre et identifier les nouveaux signalements d'événements sanitaires. Il a également été proposé à la médecine du travail de prendre l'attache de la CPP pour les personnes le souhaitant et de leur proposer, le cas échéant, une consultation médicale. Des informations sur les déclarations d'accidents de travail dans le cadre de ces événements ont également été collectées.

Afin de compléter et de mieux documenter ces premiers éléments, une enquête épidémiologique a été mise en place auprès des salariés.

Type d'étude

Étude de cohorte rétrospective

Définition de cas

Un cas était défini comme toute personne travaillant ou ayant fréquenté le bâtiment depuis le mois d'octobre 2016 et ayant manifesté entre le 01/10/16 et le 30/04/17 au moins un des symptômes suivants : céphalées, toux, irritation cutanéomuqueuse, gêne respiratoire, malaise, asthénie, nausées et/ou vomissements, douleurs abdominales et attribué(s) par la personne à la fréquentation du bâtiment.

Population d'étude

Personnels travaillant ou fréquentant de manière régulière le bâtiment pour des motifs professionnels, dont les agents d'entretien et de maintenance.

Recueil des données et questionnaire

Des données sociodémographiques (sexe, âge, catégorie professionnelle...), sanitaires et sur les conditions de travail (éclairage, bruit, ventilation, open space...) ont été recueillies par le biais d'un

questionnaire standardisé et anonyme (annexe 1) pouvant être renseigné de manière sécurisée en ligne.

Analyse statistique

L'analyse, principalement descriptive (temps/lieux/personnes, comparaison des taux d'attaque selon différentes catégories à l'aide de test du Chi2 ou test exact de Fisher, comparaison de moyennes à l'aide de test de Student, seuil de significativité de 5 %), a été réalisée à l'aide du logiciel Stata 12.

Aspects éthiques et confidentialité des données

L'investigation épidémiologique a été menée conformément à l'autorisation n°341194V42 délivrée le 16 mai 2011 à Santé publique France par la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil) pour les traitements de données à caractère personnel dans le cadre des investigations urgentes.

2.4 Investigations sur le contexte psychosocial

Dans un premier temps, des informations ont été collectées auprès des personnes ressources au niveau de l'ATP-NA (responsable prévention, médecin du travail...) afin d'obtenir des premiers éléments de compréhension du contexte psychosocial. Rapidement, une évaluation de ce contexte a été mise en œuvre par une socio-anthropologue du REVeSS.

L'évaluation de ce contexte reposait sur la méthodologie suivante :

- Mise en place d'entretiens individuels ou en petits groupes du 10 avril au 23 mai 2017 (présence sur site 3 semaines complètes puis visites sur journée entière ou demi-journée) ;
- Recueil du vécu des agents pour la période allant du 1^{er} octobre 2016 au 23 mai 2017 (état des lieux qualitatif) à l'occasion d'entretiens ouverts, permettant à chacun d'évoquer ce qui lui paraissait essentiel ;
- Recueil des questionnements restés sans réponses et des propositions de recommandations émises par les salariés ;
- Élaboration d'un chronogramme ;
- Restitution d'un état des lieux exhaustif auprès des salariés.

3. RÉSULTATS

3.1 Investigations environnementales

3.1.1 Présentation du bâtiment

Le bâtiment X est situé en centre urbain dans un quartier administratif. Ce bâtiment a été entièrement rénové et agrandi (travaux débuté en 2011) et ouvert aux salariés en octobre 2016. Il est composé de 12 niveaux :

- 1 sous-sol (parking, système de chauffage, surpresseurs pour l'alimentation en eau du bâtiment, centrale de traitement de l'air (CTA) Atrium et CTA salle des commissions, caissons d'extraction de l'air 1 et 2)
- 1 rez-de-rue (accueil, salle des commissions, consultation médicale)
- 1 entresol ou mezzanine (salles de réunion, accueil téléphonique)
- 1 rez-de-dalle (bureau en open space, salle des scanners)
- 7 étages (bureaux en open space)
- 1 dernier étage (CTA Bureaux, caisson d'extraction de l'air 3) dont l'accès est limité.

Il s'agit d'un bâtiment à basse consommation énergétique (BBC). L'immeuble dans son ensemble constitue, au sens du règlement de sécurité pour les Établissements recevant du public (ERP), un groupement d'établissements de 5^e catégorie (classement du 13/12/2016). Seul l'effectif du public est pris en compte en 5^e catégorie, l'effectif du personnel n'intervient pas pour la détermination de la catégorie.

3.1.2 Sources exogènes

À proximité de l'emplacement du bâtiment est localisé un ancien site industriel sur le portail Géorisques (Basias) : il s'agit d'une ancienne teinturerie du cuir, le début de l'exploitation date d'août 1860. La date de fin d'exploitation n'est pas mentionnée. Aucun site ou sol pollué ou potentiellement pollué n'est recensé à l'adresse du bâtiment sur le site Basol.

3.1.3 Qualité de l'air intérieur

L'immeuble dans son ensemble étant un groupement d'établissements recevant du public de 5^e catégorie⁴, les valeurs de référence à utiliser pour évaluer la qualité de l'air intérieur sont celles s'appliquant aux ERP et non les valeurs de référence utilisées en milieu de travail, globalement moins contraignantes.

Concernant la recherche de polluants chimiques, trois campagnes d'analyses ont été réalisées fin 2016 et début 2017 (semaines 48-49-50, 51-52, semaine 2) par la société GREease.

• **Formaldéhyde et benzène**

Ces composés sont ceux habituellement préconisés comme devant être mesurés dans les campagnes d'analyse de la qualité de l'air intérieur dans les établissements accueillant des enfants.

Deux paramètres sont à prendre en compte : les valeurs d'action rapide (VAR) et les valeurs guides de l'air intérieur (VGAI).

⁴ Les ERP sont classés en types, selon la nature de leur exploitation (représenté par une lettre) et en catégories selon le nombre maximal de personnes susceptibles d'être présentes simultanément (représentée par un nombre de 1 à 5). La catégorie d'un ERP est obtenue d'après l'effectif du public et du personnel, à l'exception des établissements de 5^e catégorie pour lesquels seul l'effectif du public compte. Les catégories sont : 1^{re} catégorie : effectif > 1 500 personnes - 2^e catégorie : 700 < effectif ≤ 1 500 personnes - 3^e catégorie : 300 < effectif ≤ 700 personnes - 4^e catégorie : effectif ≤ 300 personnes, à l'exception des établissements de 5^e catégorie - 5^e catégorie : établissement dont l'effectif du public ne dépasse pas un seuil fixé réglementairement pour chaque type d'exploitation.

Le Haut Conseil de santé publique (HCSP) a en effet défini des VAR, ces actions correctives devant être mises en place de quelques semaines à quelques mois en cas de dépassement de la valeur de :

- 100 µg/m³ pour le formaldéhyde à compter du 1^{er} janvier 2015.
- 10 µg/m³ pour le benzène quelle que soit la concentration extérieure.

Par ailleurs, le décret n°2011-1727 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur, fixe pour une exposition longue durée :

- une valeur guide de 30 µg/m³ pour le formaldéhyde à compter du 1^{er} janvier 2015.
- une valeur guide de 2 µg/m³ pour le benzène à compter du 1^{er} janvier 2016 (cette valeur peut être remplacée par la valeur de la concentration en benzène à l'extérieur du bâtiment si celle-ci est supérieure à 2 µg/m³).

La valeur guide définit un niveau de concentration de polluants dans l'air intérieur fixé, pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, dans la mesure du possible, dans un délai donné.

Lors de la première campagne de mesures en décembre 2016, la VAR du benzène (10 µg/m³) a été dépassée et avait nécessité l'évacuation du bâtiment (Tableau 4). Au cours des campagnes suivantes, les VAR ont été respectées bien qu'à la limite du seuil, notamment en janvier 2017. S'agissant des teneurs en formaldéhyde, celles-ci étaient toujours conformes.

La représentativité des analyses en benzène est discutable. En effet, l'utilisation de la norme NF EN ISO 16017-2 doit induire une correction des concentrations en fonction de la température intérieure (point non précisé), les mesures en benzène du mois de janvier ont été réalisées en site inoccupé, pour les différentes campagnes, les méthodes analytiques étaient différentes. Par ailleurs, seule la campagne de mesure pendant les semaines 48 et 50 a permis de quantifier les concentrations en formaldéhyde.

Les valeurs guides ont été respectées dans le cadre de la 3^e campagne d'analyse et devront être vérifiées après mise en œuvre d'actions correctives au sein du bâtiment.

• **Indice de confinement**

L'indice de confinement, basé sur les concentrations en CO₂, est un indicateur de la qualité de l'air intérieur. L'indice de confinement mesuré le 2 décembre 2016 était particulièrement élevé, notamment au niveau de la mezzanine et du standard (supérieure à 1000 ppm). Celui-ci devra être réévalué après intervention sur le système de ventilation en suivant les préconisations émises par le CSTB.

• **Particules fines**

La concentration en particules fines (PM10 et PM 2,5) a également été étudiée. Elle n'appelle pas de commentaire particulier au regard des actions de gestion mises en œuvre (dépoussiérage).

• **Autres polluants**

En considérant le référentiel Haute qualité environnementale (HQE), les teneurs en CO, les COV totaux, le dioxyde d'azote et l'ozone ont également été mesurées. Les rapports d'analyse des COV totaux n'ont pas été fournis.

Les concentrations en ozone ont été mesurées le 19/12/2016, en site inoccupé, elles ne représentaient donc pas les émissions des photocopieurs et scanners en conditions normales. Les résultats étaient inférieurs à la limite de quantification (estimée à 177 µg/m³). Ces concentrations devront être réévaluées après intervention sur le système de ventilation en suivant les préconisations émises par le CSTB.

I TABLEAU 4 I

Synthèse des résultats des mesures en formaldéhyde et benzène au cours des différentes campagnes et méthodes analytiques utilisées au sein du bâtiment X, novembre 2016-janvier 2017

	Formaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	min	max	min	max
1 ^{re} campagne de mesure (semaine 48 à 50) – 6-7/12/2016 13 points de prélèvement	8,78	21,75	4,4	20,3
2 ^e campagne de mesure (semaine 50 à 52) – 22/12/2016 10 points de prélèvement dont 2 à l'extérieur	Non mesuré		1,81 (salle de réunion test) Points extérieurs : 3,04 et 4,85	8,16 (4 ^e étage)
3 ^e campagne de mesure (semaine 2) – 12/01/2017	Non mesuré		3,46 (niveau 6) Air neuf terrasse : inférieur à la limite de quantification (LQ = $5,56\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur ce point)	9,19 (niveau 2) (incertitude de mesure de 30 %)
3 ^e campagne de mesure (semaine 3) – 19-20/01/2017	Non mesuré		1,15 (terrasse, 8 ^e étage)	1,99 (1 ^{er} étage) (incertitude de mesure 30 %)
Méthode analytique				
	Formaldéhyde		Benzène	
1 ^{re} campagne de mesure (semaine 48 à 50)- 6-7/12/2016 - 13 points de prélèvement	Tube DNPH S10L, NF-X 43- 264 /metropol 001/ISO 16000-3		Tube GAS, NF EN ISO 16017-1	
2 ^e campagne de mesure (semaine 50 à 52) – 22/12/2016 10 points de prélèvement dont 2 à l'extérieur	-		Tube TTA NF ISO 16000-6	
3 ^e campagne de mesure (semaine 2) - 12/01/2017	-		Tube Gas NF EN ISO 16017-1	
3 ^e campagne de mesure (semaine 3) - 19-20/01/2017	-		Radiello code 145, NF EN ISO 16017-2	

Pour faire suite à ces premiers éléments d'analyses, une expertise complémentaire a été demandée par le Gast au CSTB afin que celui-ci définisse les paramètres d'intérêt à retenir ainsi que la stratégie d'échantillonnage dans le cadre d'une nouvelle campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur.

Le CSTB a proposé de mettre en œuvre des campagnes de la qualité de l'air une fois la mise en place de mesures correctives sur le système de ventilation. Il recommande de prendre en compte les paramètres d'ambiance (température, humidité relative, CO_2), les COV et les aldéhydes. Il est indispensable de retenir le benzène et le formaldéhyde.

Par ailleurs, il recommande de mesurer l'ensemble des COV dont les concentrations ont été quantifiées lors de la campagne menée par TERA (rapport 16-IC-7319) avec la même méthode d'analyse. Concernant les aldéhydes (en plus du formaldéhyde), il convient de mesurer l'acétaldéhyde et l'acroléine (les autres COV mesurés en décembre 2016 ne nécessitent pas de nouvelles mesures soit du fait de leur concentration inférieure à $5\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit parce que leur analyse est plus fiable avec la méthode d'analyse des COV, soit parce qu'ils ne révèlent pas de pollution spécifique) et l'ozone (avec un temps d'exposition suffisant). Il recommande enfin d'effectuer deux campagnes (une en hiver et une en été) et précise la stratégie d'échantillonnage ainsi que les méthodes de prélèvement et d'analyse. Le détail des recommandations du CSTB est présenté en annexe 2.

3.1.4 Système d'aération et ventilation générale des locaux

Au sein du bâtiment, le système de traitement d'air est assuré par 3 centrales de traitement de l'air (CTA) :

- Une CTA Bureaux pour les bureaux du rez-de-dalle au 7^e étage ;
- Une CTA Atrium pour le rez-de-rue et la mezzanine ;
- Une CTA spécifique à la salle des commissions.

La CTA Bureaux se situe dans un local technique en terrasse D+8. C'est une CTA double flux où le flux d'air neuf et le flux d'air repris sont séparés. L'air repris est directement rejeté à l'extérieur (rapport Apave 9777262-001-1 du 12/06/2017 p24/62). La CTA Atrium se trouve dans un local technique au sous-sol. C'est une CTA recyclage avec prise d'air neuf. Elle peut fonctionner en tout air recyclé, en tout air neuf ou en air mélangé grâce à des registres motorisés (rapport Apave 9777262-001-1 du 12/06/2017 p15/62, annexe 3). De même, la CTA commission se trouve dans un local technique au sous-sol. C'est une CTA recyclage avec prise d'air neuf. Elle peut fonctionner en tout air recyclé, en tout air neuf ou en air mélangé grâce à des registres motorisés (rapport Apave 9777262-001-1 du 12/06/2017 p20/62).

Les sanitaires et locaux ménage sont équipés d'un dispositif d'extraction spécifique constitué de 3 caissons d'extraction.

• **Première analyse de la situation (ARS/Direccte) :**

L'ARS et la Direccte ont effectué en avril 2017 une première analyse de la situation en ce qui concerne la ventilation et l'aération des locaux en s'appuyant sur les plans fournis dans le dossier des ouvrages exécutés (DOE), le rapport de contrôle de la ventilation réalisé par GREease en mars 2017 ainsi que les observations visuelles effectuées suite à une visite des locaux de mars 2017.

Il a notamment été relevé que les mesures réalisées par GREease, le 06/02/2017, mettent en évidence des débits d'air neuf insuffisants sur l'ensemble des étages alimentés par la CTA Bureaux (non-conformité vis-à-vis du code du travail). En ce qui concerne la CTA Atrium, GREease préconise un ajustement du débit de l'équilibrage des réseaux.

Suite à ce rapport et afin d'améliorer la ventilation des locaux, l'ATP-NA a mis en œuvre les actions suivantes :

- Réglage des CTA Atrium et Commission en tout air neuf au 1^{er} avril 2017 ;
- Augmentation de la pression de la CTA Bureaux.

En conclusion de cette première approche de la situation, le Gast a préconisé auprès de l'ATP-NA de compléter le bilan de la ventilation avec les points suivants :

- Mettre à jour les plans fournis dans le DOE ;
- Contrôler le positionnement et le dimensionnement des prises d'air neuf des CTA notamment pour les CTA Atrium et Commission ;
- S'assurer que les prises d'air neuf des CTA situées dans des locaux ventilés et non directement à l'extérieur sont conformes aux règles de l'art ;
- Vérifier, pour chaque étage, la bonne répartition des débits d'air neuf en fonction de l'occupation de chaque espace y compris les salles de réunion et les sanitaires (rappel : le renouvellement d'air neuf doit être au minimum de 25 m³/h/occupant en ne tenant pas compte du débit d'air recyclé) ;
- Prendre en compte l'existence d'un local où est située une source de pollution spécifique (salle de numérisation située au rez-de-dalle) et mesurer les débits de ventilation associés ;
- Vérifier que les débits d'extraction sont suffisants dans l'ensemble du bâtiment.

À la suite des demandes de compléments formulées par le Gast, l'ATP-NA a fait intervenir :

- l'Apave, organisme habilité par le ministère du travail, pour effectuer une nouvelle vérification du système d'aération ventilation ;
 - le CSTB pour expertiser le système d'aération/ventilation du bâtiment et préconiser des solutions techniques afin de l'améliorer.
- **Rapport de contrôle réglementaire des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail de l'Apave de juin 2017 :**

Le rapport complet de l'Apave est présenté en annexe 3. La synthèse des résultats de ce rapport met en évidence un certain nombre de non-conformités :

CTA Atrium :

Les caissons de cette CTA ne présentent pas de défaut majeur, mais 3 points importants sont à noter :

- **La position des prises d'air neuf de la CTA induit de l'air neuf soufflé qui peut être pollué par des gaz d'échappements et de la fumée de cigarette lorsqu'il y a des fumeurs au-dessus de la grille d'air neuf,**
- **Les filtres G4 installés après le caisson de mélange sont à remplacés (encrassés),**
- L'air repris de la CTA passe par le réseau de désenfumage de l'atrium. Cependant les clapets coupe-feu présents pour isoler la CTA du réseau en cas d'incendie sont fonctionnels.

En ce qui concerne les débits de ventilation des locaux desservis, les bureaux de consultations (hormis le bureau RUE 01), les salles de réunions situées au R+1 Mezzanine (hormis MEZZ 01 et 09) **sont non conformes en matière de ventilation réglementaire.**

CTA Commissions :

Les caissons de cette CTA ne présentent pas de défaut majeur. Cependant, **la position des prises d'air neuf de la CTA induit de l'air neuf soufflé qui peut être pollué par des gaz d'échappements et de la fumée de cigarette lorsqu'il y a des fumeurs au-dessus de la grille d'air neuf.** De plus, la ventilation de la zone standard téléphonique **n'est pas conforme en matière de ventilation mécanique et de ventilation naturelle.** En comparant les débits mesurés aux débits théoriques, on remarque qu'il y a un déséquilibre en faveur de la salle des commissions.

CTA Bureaux :

Cette CTA n'a pas de défaut majeur. Celle-ci se trouvant en terrasse, elle n'a pas la même problématique de prise d'air neuf que les CTA Atrium et Commissions. L'analyse globale des débits mesurés dans les bureaux indique que la **grande majorité de ces locaux sont conformes en ventilation naturelle mais non conformes en ventilation mécanique.** En effet, les débits d'air neuf soufflés sont insuffisants pour assurer un renouvellement d'air hygiénique dans les bureaux. La présence d'ouvrants permet de pallier à ce manque mais il conviendra d'ouvrir les ouvrants régulièrement (sur les pauses déjeuner par exemple).

Ventilation des sanitaires et locaux ménage :

Aucun défaut majeur sur les 3 caissons d'extraction n'a été détecté par l'Apave. Toutefois, il a été noté par l'Apave que la gaine d'air rejeté du caisson d'extraction n°2 est directement raccordée à la gaine d'air rejeté du caisson n°1 et au réseau de désenfumage. Si l'un des deux caissons s'arrête, il y a un risque que l'air vicié retourne dans l'un des deux locaux desservis. Par ailleurs, il conviendra de s'assurer que lorsque le désenfumage est en fonctionnement, l'air vicié ne puisse être réintroduit dans les locaux.

De plus, dans les locaux desservis par le caisson n°1, il a été relevé :

- l'absence de bouche d'extraction au niveau des lavabos des sanitaires du rez-de-rue sud
- la non-conformité de l'extraction des deux sanitaires femmes et du sanitaire handicapé hommes situés au R+1 mezzanine.

Dans les locaux ventilés par le caisson 3, il a été noté :

- Une ventilation des sanitaires du rez-de-dalle non conforme : absence de débit d'air extrait dans les cabinets d'aisance hommes et débit insuffisant dans les sanitaires femmes
- Une absence de ventilation dans la partie lavabo des sanitaires D+1 à D+7.

- **Expertise du CSTB du 03/07/2017 :**

Pour faire suite à ces premiers éléments d'analyses, une expertise complémentaire a été demandée au CSTB afin que celui-ci définisse les actions techniques à entreprendre pour améliorer le système de ventilation (rapport détaillé en annexe 2).

Dans son rapport, le CSTB préconise notamment :

- Une augmentation des débits et une programmation en augmentant les durées de ventilation,
- Une amélioration du balayage d'air neuf/air extrait en prolongeant certaines gaines de soufflage ou en déportant des bouches d'extraction,
- Une mesure du taux de renouvellement de l'air.

- **Recommandations finales :**

Le Gast a recommandé à l'ATP-NA de mettre en œuvre des actions permettant de lever les non-conformités mises en évidence par le rapport de l'Apave notamment en ce qui concerne les débits d'air neuf soufflé en s'appuyant sur les propositions techniques émises par le CSTB. Après stabilisation du système d'aération ventilation du bâtiment, il a également recommandé de réaliser un nouveau contrôle réglementaire.

3.1.5 Confort thermique

Lors de sa visite sur site fin mars, l'équipe du Gast a pu constater que plusieurs salariés se plaignaient de températures trop basses. Le rapport du CSTB souligne également son inquiétude quant aux capacités des systèmes de production de chaud et de froid qui semblent sous-dimensionnés (température de 23°C quand le système de chauffage est poussé au maximum, absence de groupe froid).

3.1.6 Acoustique

Les salariés du bâtiment ont dès le début évoqué des gênes liées à l'acoustique et à l'éclairage. Ces éléments ont d'ailleurs été confortés par la suite dans le cadre des investigations épidémiologiques. Dans ce contexte, le Gast a sollicité l'expertise du CSTB sur ce volet.

- **Résultats de l'expertise du CSTB :**

Le CSTB est intervenu le 10 juillet 2017 pour caractériser les qualités acoustiques du bâtiment. Une campagne de mesures acoustiques objectives et subjectives a été menée sur le 3^e étage du bâtiment, jugé représentatif des activités professionnelles et des aménagements et qui était occupé à 80 % au moment de l'expertise.

La méthode de caractérisation a été définie selon la norme NF S31-199/2016 Acoustique- Performances acoustiques des espaces ouverts de bureaux et comportait 3 volets :

- L'analyse de l'aménagement des bureaux ;
- Le respect des critères objectifs (niveau de bruit ambiant, atténuation entre poste de travail, durée de réverbération, décroissance sonore spatiale de la parole) ;
- Le respect des critères subjectifs évalué sur la base du questionnaire GABO (gêne acoustique en bureau ouvert) renseigné par 23 salariés.

La synthèse des résultats de cette évaluation a mis en évidence que l'ensemble des indicateurs acoustiques objectifs mesurés sont conformes aux recommandations de la norme NFS31-199, sauf les atténuations sonores entre postes adjacents. En revanche, l'analyse de l'aménagement des espaces de travail, même si les recommandations sont majoritairement respectées, met en évidence quelques dysfonctionnements :

- Regroupement des bureaux par 3 ou 4 non adapté à un travail non collaboratif ;
- Gêne acoustique liée aux ascenseurs car non séparés de l'espace de travail ;
- Imprimantes et photocopieurs non installés dans un local dédié et non séparés de l'espace travail ;
- Machines à café et espaces de pause et convivialité non localisés à l'extérieur de l'espace de travail ;
- Espace de travail insuffisamment complété par des bureaux de « repli » ou des petites salles de réunion.

En outre, l'analyse des mesures subjectives (GABO), met en évidence un bruit de fond très bas, lié à l'importante quantité de matériaux absorbants et l'absence d'un système de climatisation. Ce faible niveau de bruit de fond implique que le moindre bruit dans l'espace de travail émerge fortement du bruit de fond et devient ainsi une source de gêne (conversations intelligibles, passage de personnes, bruit des machines). L'ensemble de l'expertise acoustique du CSTB est présenté en annexe 4.

3.1.7 Luminosité et éclairage

Du fait de la grande proportion de surfaces vitrées, de la performance des vitrages et du nombre important de cloisons vitrées, les niveaux d'éclairage naturel au sein du bâtiment X sont élevés et ont été privilégiés au niveau des bureaux. En complément de l'éclairage naturel, un éclairage artificiel indirect commandé par des détecteurs de présence a été installé dans les locaux. L'intensité lumineuse doit s'adapter automatiquement à la lumière du jour. L'éclairage de l'ensemble du bâtiment fonctionne à partir de diodes électroluminescente (LED), dont plusieurs personnes se sont plaintes (lumière blanche et aveuglante).

En octobre 2010, l'Anses a rendu un avis relatif à une saisine sur les effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des LED, notamment dans le cadre de la santé au travail⁵. Cet avis ne porte que sur les LED combinant une diode émettant une longueur d'onde courte (dans le bleu) avec un luminophore jaune. Depuis décembre 2008, les LED sont soumis à une norme française de sécurité photobiologique (NF EN 62471). Le groupe d'experts de l'Anses a identifié un certain nombre d'effets sanitaires potentiels liés à l'usage de LED, résultant du déséquilibre spectral des LED (forte proportion de lumière bleue) et aux très fortes luminances qu'elles entraînent. La luminance s'exprime en cd/m² (candela/m²) et quantifie la lumière émise par une source étendue, par unité de surface. Elle permet d'évaluer l'éblouissement. Il est admis qu'en éclairage intérieur, une luminance supérieure à 10 000 cd/m² est visuellement gênante quelle que soit la position du luminaire dans le champ visuel. L'éclairement se mesure en lux et exprime la quantité de lumière souhaitée sur une surface au niveau d'une pièce.

Les principaux risques sanitaires identifiés sont liés aux effets photochimiques de la lumière bleue et à l'éblouissement. Les autres risques sont l'inconfort liés à l'éblouissement, la perturbation des rythmes circadiens (horloge biologique) et les effets stroboscopiques.

⁵ Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED). Avis de l'Anses, rapport d'expertise collective. Octobre 2010.

Dans ce contexte, l'équipe du Gast a souhaité disposer d'une expertise du CSTB quant à l'éclairage du bâtiment. Celle-ci a été réalisée en octobre 2017 sur le niveau 3 du bâtiment, jugé représentatif des activités professionnelles et des aménagements.

- **Résultats de l'expertise CSTB :**

L'expertise du CSTB portait sur les risques liés aux LEDs, l'installation de l'éclairage général, les éclairagements et les luminances en éclairage artificiel. L'intégralité des conclusions du rapport du CSTB est présentée en annexe 5.

Aucun risque lié aux LEDs n'a été identifié par le CSTB en matière de lumière bleue. En revanche, les installations d'éclairage général semblent sur dimensionnées par rapport à la réflexion lumineuse importante (parois très claires).

Dans les espaces de bureau non situés dans les extensions, l'éclairage n'est pas satisfaisant pour la totalité des postes du travail, les luminaires situés au plafond (luminaires RZB) ayant été volontairement retournés suite à la gêne qu'ils occasionnaient.

Les éclairagements en éclairage artificiel sont hétérogènes, dépendant des changements de position de l'éclairage général au niveau du plafond et de l'utilisation de luminaire mobile (lampe de bureau) à des niveaux d'intensité réglables par chaque personne.

En ce qui concerne la luminance de l'éclairage artificiel, celle-ci peut atteindre des valeurs importantes : plus de 8 000 cd/m² dans les espaces extensions et plus de 30 000 cd/m² dans les autres espaces. Cette dernière valeur justifierait pleinement les plaintes relatives aux luminaires RZB situés au plafond. Les lampes de bureaux ont un niveau de luminance conforme.

Recommandations du CSTB : réduire le flux de l'installation d'éclairage général (luminaire plafond) qui doit être couplée avec la mise à disposition de luminaires de postes de travail direct/indirect réglables afin d'assurer un confort visuel adapté.

3.1.8 Champs électromagnétiques (CEM)

Lors du Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) du 4 avril 2017, les représentants du personnel ont fait part de leurs interrogations par rapport aux ondes électromagnétiques à l'intérieur du bâtiment. Des mesures ont été réalisées le 14/04/17 par les services communaux et le 24/04/17 par un laboratoire accrédité et indépendant missionné par l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR). Ces mesures ont mis en évidence des niveaux de CEM en dessous des valeurs réglementaires et quasi inexistantes au niveau de l'ensemble du bâtiment.

3.1.9 Synthèse du diagnostic environnemental

- L'évaluation concernant les sources de pollution extérieures au bâtiment ainsi que les mesures de CEM n'ont pas mis en évidence de risque d'exposition particulier ;
- Les différentes expertises ont par contre mis en évidence des défaillances au niveau de la ventilation ayant pu engendrer des débits d'air insuffisants ainsi qu'une mauvaise qualité de l'air intérieur. Celle-ci devra d'ailleurs être réévaluée une fois que les mesures correctrices sur le système de ventilation auront été appliquées ;
- Le confort thermique du bâtiment est également insuffisant (trop froid l'hiver et trop chaud l'été) en raison des capacités des systèmes de production de chaud et de froid certainement sous-dimensionnés ;
- Un inconfort acoustique a été mise en évidence du fait d'un bruit de fond trop faible, de l'absence d'isolement des sources de bruit (ascenseurs, imprimantes/copieurs, espaces café/pause), d'espaces de « repli » insuffisants (bureau ou salle de réunion permettant de s'isoler) ;
- Enfin, des problèmes au niveau de l'éclairage au sein du bâtiment ont été mis en évidence avec des niveaux de luminance trop importants et dans certaines zones, des niveaux d'éclairements trop faibles.

3.2 Investigations épidémiologiques

3.2.1 Premières investigations

Les premiers éléments recueillis notamment auprès du médecin du travail de l'entreprise faisait état de deux épisodes de malaises ; un premier en novembre/décembre 2016 après l'ouverture du bâtiment et un deuxième en février/mars 2017 après la réintégration des locaux.

Au 30 mars 2017, la médecine du travail avait reçu 41 personnes en consultation pour des problèmes de santé rapportés en lien avec le bâtiment et ce depuis la fin du mois de novembre 2016. Les principaux symptômes identifiés par le médecin du travail étaient des céphalées, des picotements oculaires ou des irritations au niveau de la sphère ORL. À cette date, 23 personnes ont eu une déclaration d'accident du travail en lien avec le bâtiment, 12 en lien avec l'épisode de décembre et 11 depuis le mois de février. La majorité d'entre elles étaient liées à des problèmes respiratoires ou des syndromes irritatifs.

Le nombre de personnes ayant souffert de malaises n'était pas exhaustif à cette date, certaines personnes n'ayant pas consulté le médecin du travail ou ayant directement été prises en charge par les pompiers en particulier lors des évacuations du mois de décembre.

3.2.2 Enquête Épidémiologique (cohorte rétrospective)

- **Nombre de répondants**

Au total 275 personnes sur environ 420 ont répondu au questionnaire d'enquête en ligne, soit un taux de réponse de près de 66 %. L'échantillon est représentatif sur les principaux critères sociodémographiques : pas de différence significative entre l'échantillon de répondants et la population d'étude en ce qui concerne le sexe, l'âge ou la catégorie d'emploi (Tableau 5).

I TABLEAU 5 I

Comparaison de plusieurs critères sociodémographiques entre la population d'étude et l'échantillon de répondants, ATP-NA, mai 2017

	Pop. d'étude (%)	Répondants (%)	P value*
Femme	80,0	82,5	0,45
Catégorie C	47,0	49,4	0,53
Filière administrative	79,8	81,3	0,63
Âge < 50 ans	61,0	60,4	0,9

* Seuil de significativité inférieur à 0,05

- **Nombre de personnes symptomatiques**

Sur les 275 personnes, **216 ont mentionné avoir ressenti des symptômes** au sein du bâtiment entre octobre 2016 et avril 2017, soit un **taux d'attaque⁶ (TA) de 78,3 %** (TA= 51,4 % pour l'ensemble de la population d'étude). Ce TA était significativement plus élevé ($p=0,009$) chez les femmes (TA=84,9 %) que chez les hommes (TA=68,2 %). En revanche, on ne retrouvait pas de différence significative ($p=0,16$) pour la moyenne d'âge entre les personnes symptomatiques (moyenne=44,7 ans) et celles non symptomatiques (moyenne=47,0 ans). De même, il n'y avait pas de différence significative selon la catégorie ou la filière professionnelle, la quotité de travail, le statut (CDI/CDD), la direction de rattachement, le fait d'être travailleur handicapé ou non, de bénéficier ou non du télétravail.

⁶Nombre de nouvelles personnes symptomatiques sur le nombre total de personnes interrogées au cours de la période d'étude (d'octobre 2016 à avril 2017).

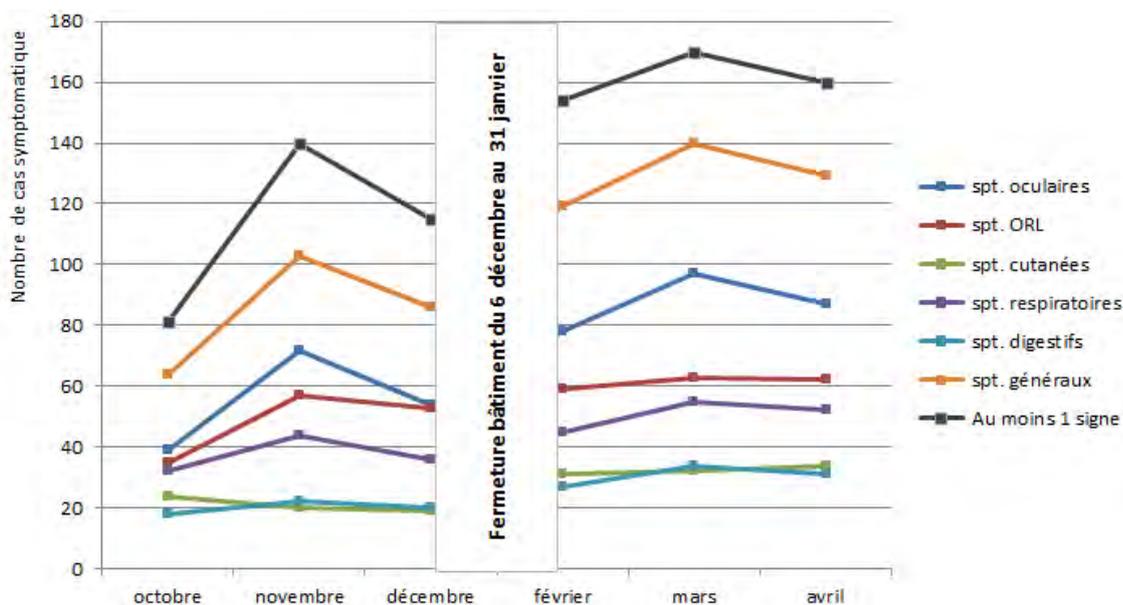
Sur les 212 personnes symptomatiques et ayant renseigné la date de survenue des symptômes, 188 (88,7 %) ont présenté des récurrences ou une persistance de leur symptômes sur au moins 2 mois.

- **Répartition temporelle**

Les premiers cas de malaise ou symptômes sont apparus dès le mois d'octobre 2016, à la période d'intégration du bâtiment et ont régulièrement augmenté, sauf au mois de décembre 2016 où le bâtiment a été fermé à partir du 6 décembre (Figure 1). On remarque une légère baisse de ces symptômes à partir du mois d'avril 2017. Cette tendance était la même quel que soit le type de symptôme. On constate qu'entre octobre 2016 et avril 2017, le nombre de nouvelles personnes symptomatiques tend à baisser de manière importante (Figure 2). A partir de décembre 2016, la majorité des personnes symptomatiques étaient des personnes présentant une récurrence de leurs symptômes. Sur les 820 épisodes de symptômes signalés d'octobre à avril, 609, soit 74,3 %, étaient des épisodes de récurrences.

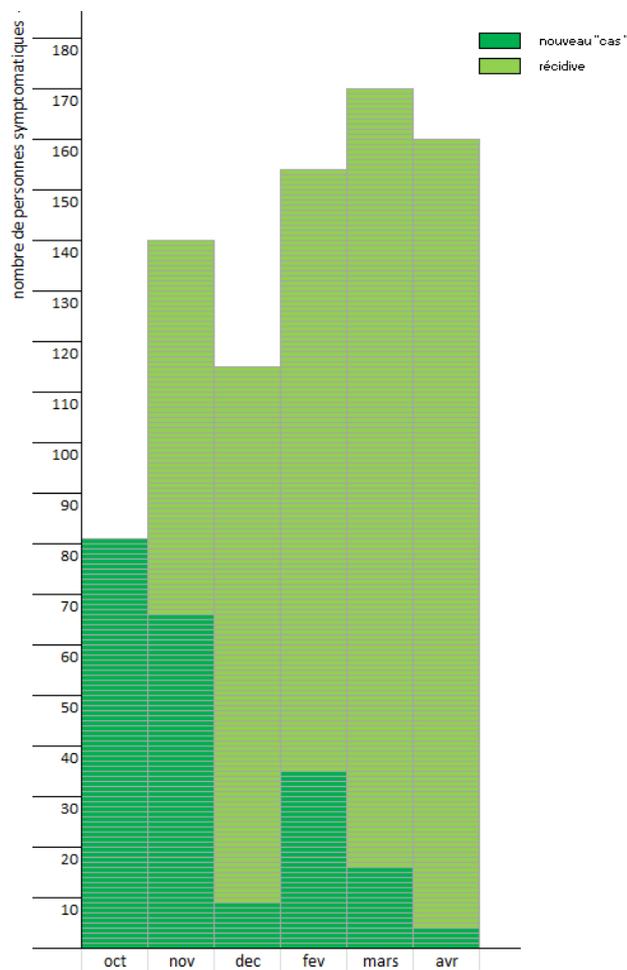
I FIGURE 1 I

Répartition du nombre de personnes* présentant des symptômes, ATP-NA, octobre 2016-avril 2017 (* Une personne peut présenter plusieurs symptômes).



I FIGURE 2 I

Répartition mensuelle des personnes symptomatiques selon le statut inaugural ou de récursive des symptômes, ATP-NA, octobre 2016-avril 2017



- Localisation géographique

Les malaises ont concerné les salariés de tous les étages (Tableau 6). Cependant, on remarque que les étages les plus touchés sont le rez-de-dalle +1 (76,9 %), le rez-de-dalle +5 (62,5 %) et le rez-de-dalle +6 (58,7 %). À noter qu'au niveau de la mezzanine, les 20 personnes en charge du standard téléphonique ont déménagé définitivement dans un autre bâtiment en décembre 2016. Les étages les moins touchés étaient le rez-de-dalle +7 (26,8 %) et le rez-de-dalle +0 (29,0 %). La localisation précise des cas en fonction de leur numéro de bureau n'a pas mis en évidence de zone particulière de regroupement de cas symptomatiques au niveau des étages.

I TABLEAU 6 I

Répartition des personnes symptomatiques par étage du bâtiment X, ATP-NA, octobre 2016-avril 2017

Étages	Effectif réel d'occupation	Taux de réponse (%)	Nb de pers. symptomatique	TA effectif réel (%)	TA effectif répondant (%)
Rez-de-rue	2	100,0	2	100,0	100,0
mezzanine	20	35,0	5	25,0	71,4
Rez-de-dalle 0	31	35,5	9	29,0	81,8
Rez-de-dalle +1	26	84,6	20	76,9	90,9
Rez-de-dalle +2	75	68,0	44	58,7	86,3
Rez-de-dalle +3	60	73,3	34	56,7	77,3
Rez-de-dalle +4	48	62,5	24	50,0	80,0
Rez-de-dalle +5	32	90,6	20	62,5	69,0
Rez-de-dalle +6	61	70,5	36	59,0	83,7
Rez-de-dalle +7	56	44,6	15	26,8	60,0
Autres			7		63,6

• Description des malaises

Sur les 275 répondants à l'enquête, près de 66 % se sont plaints de signes généraux, principalement à type de céphalées (58,5 %) ou d'asthénie (56,4 %) (Tableau 7). Les signes oculaires étaient également importants avec 48,0 % de personnes concernées, à type principalement de picotement des yeux. Près d'un tiers des personnes ont également souffert de symptômes ORL avec principalement des irritations au niveau du nez (23,2 %) et plus d'un quart de symptômes respiratoires avec pour près de 18 % une sensation de manque d'air.

I TABLEAU 7 I

Description des signes cliniques déclarés par les cas (plusieurs signes possibles) et fréquence chez les répondants, ATP-NA, octobre 2016-avril 2017

Signes	n	%
Généraux	181	65,8
Céphalées	161	58,5
Asthénie	155	56,4
Vertiges	81	29,4
Malaise	4	1,4
Pâleur / sueurs	33	12,0
Oculaires	132	48,0
Larmoiement	43	15,6
Sécheresse oculaire	69	25,1
Picotement oculaire	116	42,2
ORL	92	33,4
Irritation nez	64	23,2
Saignement nez	9	3,3
Gout dans bouche	44	16,0
Respiratoires	77	28,0
Gêne respiratoire	45	16,4
Manque d'air	49	17,8
Asthme	11	4,0
Digestifs	50	18,2
Nausées	40	14,5
Vomissements	8	2,9
Brûlures gastriques	30	10,9
Cutanées	46	16,7
Démangeaisons	31	11,3
Irritations cutanées	38	13,8
Picotements visages	24	8,7

Certaines personnes ont mentionné la survenue d'autres symptômes tels que des irritations au niveau de la gorge (n=7) ou la sensation de goût métallique dans la bouche (n=6).

Chez les 216 personnes ayant déclaré avoir eu des symptômes, 29,6 % pensaient que ceux-ci été déclenchés par les odeurs.

Pour plus de 70 % des personnes symptomatiques, les symptômes disparaissaient quand elles sortaient du bâtiment et pour plus de 30 % quand elles ouvraient les fenêtres (Tableau 8). De plus, 46,7 % des personnes symptomatiques (n=101) mentionnaient que tous les symptômes disparaissaient quand elles étaient à la maison et que pour 38,9 % certains signes persistaient quand même. En outre, 83,7 % des personnes symptomatiques disaient ne pas avoir l'habitude de ressentir ces symptômes en dehors de ces événements. Enfin, plus de la moitié (55,5 %) avait l'impression que les symptômes persistaient ou s'aggravaient depuis leur première apparition contre 40,3 % qui avaient l'impression d'une diminution voire d'une disparition de ceux-ci.

I TABLEAU 8 I

Modalités de disparition des symptômes chez les personnes symptomatiques (N=216), ATP-NA, octobre 2016-avril 2017

Modalités disparition des symptômes	n	%
Spontanément sans changer d'endroit	3	1,4
En changeant de pièce	10	4,6
En sortant à l'extérieur du bâtiment	154	71,3
En ouvrant les fenêtres	69	31,9
Ne disparaissent pas	43	19,9

Parmi les personnes symptomatiques, 21,3 % (n=46) ont consulté le médecin du travail, 49,5 % (n=107) leur médecin généraliste et 12,0 % un médecin spécialiste (n=26). De plus, 22,2 % (n=48) ont eu un arrêt maladie suite à la survenue de ces symptômes qui allait de 1 à 118 jours (médiane=5 jours) dont 12 ont fait l'objet d'une déclaration d'accident du travail. Au 7 juillet 2017, le médecin du travail avait enregistré 28 reconnaissances d'accident du travail.

• Gênes ressenties

Plus de 60 % des personnes interrogées se plaignaient de l'éclairage, qui était en général trop agressif (Tableau 9). Près de 60 % d'entre elles se plaignaient également du bruit permanent et très présent au niveau des open space. Cette contrainte semblait générer de nombreux problèmes de concentration et de prise en charge des appels téléphoniques d'usagers. Plus de 45 % des personnes étaient également gênées par la température ambiante du bâtiment avec un ressenti de froid pour la grande majorité d'entre elles. Les gênes liées à la ventilation concernaient un peu plus de 20 % des personnes qui avaient majoritairement une sensation de manque d'air ou d'air sec mais aussi des gênes liées au courant d'air et au bruit de la soufflerie. Enfin, plus de 80 % des personnes avaient été gênées par des odeurs au niveau du bâtiment. Ces odeurs ont été majoritairement perçues au niveau des escaliers, de l'accueil en rez-de-rue et de la mezzanine (Tableau 10) et étaient principalement caractérisées comme étant des odeurs chimiques, de peinture, de colle ou de plastique.

Les personnes gênées par l'éclairage ont été plus souvent symptomatiques (85,7 %) que les autres (76,6 %), cette différence était proche du seuil de significativité (p=0,06). On retrouve cette tendance de manière significative (p=0,004) entre les personnes gênées par le bruit, qui étaient 87,3 % à avoir présenté des symptômes contre 73,0 % chez les autres personnes. Enfin, 89,3 % des personnes gênées par la ventilation ont présenté des symptômes (vs 79,2 %) mais cette différence n'était pas significative (p=0,09).

I TABLEAU 9 I

Gênes ressenties par les personnes enquêtées au niveau de leur poste de travail (n=275), ATP-NA octobre 2016-avril 2017

Gênes ressenties	n	%	Principales caractéristiques des gênes
Éclairage/ Luminosité	167	60,7	Éclairage agressif, éblouissement, réverbération, pare-soleil/stores insuffisants, pièce trop sombre pour certains, lumière plafond trop forte, pas de maîtrise individuelle de l'éclairage, reflet lumière sur les écrans d'ordinateur, problèmes oculaires et maux de tête.
Bruit	162	58,9	Brouhaha permanent dans open space (conversation, appel téléphonique, pas qui résonnent...), ascenseurs, porte des toilettes, imprimantes, photocopieuses, machine à tamponner le courrier, écoute téléphonique difficile, bruits extérieurs quand ouverture des fenêtres, problèmes de concentration...
Température	125	45,4	Sensation de froid, certains trop chaud, variation de température dans la journée, mauvaise adaptation température, utilisation de chauffage d'appoint...
Ventilation /Aération	58	21,1	Manque d'air, air sec, bruit soufflerie, courant d'air, sensation de froid, air confiné, changement de pression d'air...
Perception d'odeurs	226	82,2	Chimique (41 %), peinture (36 %), colle (30 %), plastique (28 %), indéterminé (27 %)

I TABLEAU 10 I

Lieux de perception des odeurs (n=275), ATP-NA, octobre 2016-avril 2017

Lieux	n	%
Escaliers	165	60,0
Accueil / rez-de-rue	148	53,8
mezzanine	89	32,4
Un peu partout	65	23,6
Rez dalle +4	19	6,9
Rez dalle +1	17	6,2
Rez dalle 0	16	5,8
Rez dalle +3	14	5,1
Rez dalle +6	12	4,4
Rez dalle +2	10	3,6
Rez dalle +5	7	2,5
Rez dalle +7	1	0,4

- **Conditions de travail**

- Open space

Sur les 275 personnes enquêtées, 91,6 % travaillent dans un open space (n=252). Parmi elles, 27,0 % (n=68) étaient plutôt ou très satisfaites de leur lieu de travail contre 71,0 % (n=179) qui n'étaient pas très (42,5 %) ou pas du tout satisfaites (28,6 %). Les principaux désagréments liés au travail en open space étaient la difficulté de concentration (71,4 %), le bruit (71,0 %), le manque d'intimité et de confidentialité (69,8 %) (Tableau 11). Près de 44 % se plaignaient également de la circulation des personnes dans l'espace et du fait d'être souvent dérangées. En ce qui concerne les points positifs, près de 31 % appréciaient la proximité avec leurs collègues et un peu moins de 30 % la convivialité que peut procurer le travail en open space (Tableau 12).

Si les personnes travaillant en open space ont été plus souvent symptomatiques (82,7 %) que celles n'y travaillant pas (73,7 %), cette différence n'est pas significative (p=0,3). De même, chez les personnes travaillant en open space, les personnes non satisfaites de l'open space ont été plus souvent symptomatiques (84,3 %) que celles satisfaites (78,1 %) mais la différence entre ces deux proportions n'est pas significative (p=0,3).

I TABLEAU 11 I

Aspects négatifs de l'open space (n= 252), ATP-NA, octobre 2016-avril 2017

Aspects négatifs	n	%
La difficulté de concentration	180	71,4
Le bruit	179	71,0
Manque d'intimité, de confidentialité	176	69,8
La circulation des personnes dans l'espace	112	44,4
Le fait d'être souvent dérangé	110	43,6
Manque de confort, d'espace	40	15,9
Le manque de rangement	41	16,3
Le sentiment d'être surveillé	29	11,5

I TABLEAU 12 I

Aspects positifs de l'open space (n=252), ATP-NA, octobre 2016-avril 2017

Aspects positifs	n	%
Proximité avec collègues	78	30,9
La convivialité	69	27,4
Meilleure communication avec collègues	55	21,8
La bonne circulation des informations	50	19,8
Sensation de ne pas être enfermé	26	10,3
Proximité avec supérieur hiérarchique	23	9,1

➤ Accessibilité et utilisation des fenêtres

Sur les 275 personnes interrogées, 79,3 % (n=218) disposaient de fenêtres ouvrables à proximité de leur bureau. Parmi elles, 5 personnes ne pouvaient pas les ouvrir car inaccessibles, 69,7 % (n=152) les ouvraient régulièrement et 23,8 % (n=52) occasionnellement.

➤ Aménagement de l'espace de travail

En ce qui concerne l'aménagement de leur espace de travail, 50,2 % (n=138) disaient être « très satisfait » ou « plutôt satisfait » contre 45,1 % (n=124) qui n'étaient « pas très ou pas du tout satisfait ».

Les propositions ou souhaits d'amélioration principaux étaient les suivants :

- Cloisonner les bureaux avec des panneaux opaques, des paravents ;
- Installer des espaces de travail à 3 bureaux, réduire la promiscuité ;
- Améliorer l'insonorisation et les panneaux anti-bruit, réduire les lieux bruyants (imprimantes, photocopieurs à isoler dans une pièce fermée), les portes qui claquent, mettre à disposition des casques auditifs ;
- Installer des espaces clos pour pouvoir s'isoler ponctuellement ;
- Réorganiser les open space pour améliorer la circulation à l'intérieur de ceux-ci (couloirs de passage) ;
- Améliorer l'éclairage et installer des protections solaires sur les vitrages, installer des lampes de bureaux individuelles ;
- Numériser les dossiers pour gagner de l'espace ;
- Mettre des plantes vertes, décorer les murs blancs ;
- Installer quelques armoires (meubles bas non ergonomiques) ;
- Utiliser occasionnellement les bureaux fermés quand inoccupés, mettre à disposition des ordinateurs portables pour s'isoler dans une salle de réunion si besoin ;
- Installer des porte-manteaux, des chaises supplémentaires, des petites tables rondes ;
- Établir des consignes de travail en open space concernant le bruit ;

- Réserver l'installation des micro-ondes à la mezzanine, installer des vrais lieux de convivialité ;
- Aménager les terrasses ;
- Réduire les poussières ;
- Favoriser le télétravail.

➤ Présence d'espace commun permettant de s'isoler

Pour plus de 74 % des personnes enquêtées (n=204), les espaces communs permettant de s'isoler étaient insuffisants.

➤ Perturbations liées au déménagement

Sur les 275 personnes interrogées, seulement 22,9 % disaient ne pas avoir été perturbées par le déménagement (Tableau 13). La perturbation liée au déménagement la plus importante était la prise de retard dans le traitement des dossiers (45,4%). Les personnes ayant mentionné avoir été perturbées par le déménagement ont été plus nombreuses à présenter des symptômes (85,3 % vs 70 %) et ce de manière significative (p=0,01).

I TABLEAU 13 I

Perturbations liées au déménagement dans le nouveau bâtiment X (n=275), ATP-NA, octobre 2016-avril 2017

Items	n	%
Pas de perturbation	63	22,9
Prise retard dossier	125	45,4
Stress nouvelle organisation	71	25,8
Stress nouvel aménagement	58	21,1

3.2.3 Synthèse des résultats des investigations épidémiologiques

Les résultats des investigations épidémiologiques mettent en évidence plusieurs éléments :

- Un taux d'attaque important de personnes symptomatiques (78 %) dont près de 89 % ayant des symptômes persistants ou récidivant sur au moins 2 mois ;
- La persistance sur 6 mois de la survenue d'événements sanitaires depuis l'intégration du bâtiment ;
- Un taux d'attaque plus élevé chez les femmes (85 % vs 68 %) ;
- Une symptomatologie variée, caractéristique des syndromes du bâtiment malsain, avec une fréquence plus importante de céphalées (58 %), asthénie (56 %) et picotements oculaires (42 %) ;
- L'identification de nombreuses gênes liées au bâtiment telles que la lumière, le bruit, la ventilation et la présence d'odeurs, plus souvent ressenties chez les personnes symptomatiques (87 % versus 73% pour le bruit) ;
- Une insatisfaction et un inconfort chez les personnes travaillant en open space. Cependant, ces éléments ne semblent pas directement liés à la survenue des symptômes ;
- Des perturbations liées au déménagement dans le nouveau bâtiment avec notamment une prise de retard dans les dossiers chez un grand nombre de salariés qui ont d'ailleurs présenté plus souvent des symptômes (85 % vs 70 %) ;
- Un lien entre les symptômes et les problèmes environnementaux (ventilation, éclairage, bruit...).

Ces analyses sont approfondies dans le paragraphe suivant par les éléments recueillis dans le cadre des investigations socio-anthropologiques qui apportent un éclairage plus qualitatif.

3.3 Investigations du contexte psychosocial : démarche socio-anthropologique

3.3.1 Participation aux entretiens et compléments qualitatifs à l'enquête épidémiologique

Du 10 avril au 23 mai 2017, la socio-anthropologue a rencontré directement 124 personnes, venues spontanément en entretien. L'information de la possibilité de participer à l'état des lieux contextuel du vécu et de l'expérience des agents dans le bâtiment a été transmise via les réseaux d'informations internes à l'ATP-NA. Les modalités de réalisation des entretiens ainsi que les conditions de respect de la confidentialité y étaient mentionnées. Ces entretiens étaient proposés en mode individuel ou par petits groupes, en fonction de la décision des agents. De plus, 90 personnes n'ayant pu se déplacer se sont faites représenter par leurs collègues. Tous les étages ainsi que les différents corps de métiers ont été représentés.

Les résultats présentés reposent ainsi sur le vécu et l'expérience de 214 agents.

À l'occasion de ces entretiens, de nombreuses personnes ont évoqué les symptômes qu'elles avaient pu ressentir ainsi que certaines gênes liées au bâtiment (bruit, éclairage, ventilation, open space...). Ces éléments ne sont pas restitués en détail ici, car ils corroborent tout en les complétant ceux recueillis dans le cadre de l'enquête épidémiologique et environnementale. Certains éléments qualitatifs supplémentaires complètent les résultats de l'enquête épidémiologique :

• Événements sanitaires :

- En ce qui concerne la sensation de fatigue, largement ressentie, certains ont spécifié la sensation d'être « groggy » ou « assommés » et évoquaient une très grande fatigue en journée mais également le soir. Les effets de l'épuisement ressenti impactent aussi leur vie privée (« *vie de famille fragilisée* ») du fait d'une difficulté à rester éveillé dans la soirée.

- La survenue de symptômes a pu induire chez certaines personnes une consommation importante d'antalgiques (céphalées) ou encore l'abandon des lentilles de contact (picotement oculaire).

- Les personnes interrogées indiquaient des événements sanitaires graves, intervenus sur une période réduite à l'arrivée dans le bâtiment, qui les ont marquées et qui sont associées à la présence dans le bâtiment : AVC, asphyxie, suivis d'arrêts maladie de longue durée.

• Gênes environnementales :

- Si le manque d'air ressenti par un nombre important de personnes a été évoqué, les mesures correctives consistant à augmenter les débits d'air du dispositif de ventilation ont occasionné d'autres gênes telles que le bruit ou la présence de courants d'air.

- L'environnement sonore lié à l'open space était particulièrement difficile à supporter pour un grand nombre d'agents. Aux bruits inhérents au fonctionnement (ascenseur, photocopie, porte des toilettes, micro-onde) s'ajoutent de façon tout aussi dérangeante, les bruits de pas de chaque agent se déplaçant, les discussions entre agents et enfin ceux émanant des salles de réunions, non séparés du plateau général. La diversité des activités par secteur professionnel (traitement de dossiers individuels à proximité d'un service de téléphonie par exemple) induit des situations de tensions pouvant aboutir à des conflits. « *La cage d'escalier sert d'espace téléphonique, mais ça sent fort* ».

- Les modalités de circulation dans l'espace, liées à l'aménagement des bureaux, impliquaient pour un certain nombre d'agents, d'avoir un passage régulier de personnes dans leur dos, qu'ils ne peuvent identifier. Cette condition de travail induit une forte source de stress. Ces déplacements continus sont une source de déconcentration évoquée par la grande majorité des agents, mais du fait de la non-identification possible, le stress est mentionné comme étant plus important. « *Moi j'ai un passage*

de circulation dans le dos. Avec les fils électriques on ne peut pas déplacer les bureaux... donc je sursaute sans arrêt. »

- Beaucoup de personnes se sont plaintes de l'éclairage trop intense et éblouissant ainsi que de problèmes de réverbération, de stores inefficaces et d'un environnement très blanc (« *c'est tellement blanc* », « *les murs blancs, le mobilier blanc, un enfer à vivre* »).

- Un élément supplémentaire ressortait : la non-maitrise de l'éclairage qui est automatisé en fonction de la luminosité ambiante et ne prend pas en compte les besoins individuels. Ce système peut de plus être défaillant sur certaines zones et nécessiter un déplacement régulier des agents vers la cellule pour réactiver l'éclairage. Ces éléments induisent un inconfort important lié aux déplacements et sonore.

• **Conditions de travail**

Du fait de la nécessité d'aération de l'espace, les agents ouvrent régulièrement les fenêtres. Or, certaines personnes ont précisé que les poignées de leurs fenêtres n'étaient pas toujours accessibles, d'autres fixes sans possibilité d'ouverture et enfin que dans certains endroits, le système d'ouverture est collectif (ouverture de toutes les fenêtres en même temps sur 2 niveaux).

Les accès aux terrasses et au rez-de-dalle, pour réaliser une pause sont difficiles, voire impossibles, et leur positionnement peut gêner les personnes travaillant à proximité. Les personnes sont ainsi obligées d'aller sur le trottoir d'un axe de circulation important, et craignent de renvoyer une image négative du fonctionnaire qui ne travaille pas.

La circulation dans le bâtiment n'est pas facile en raison d'un nombre insuffisant d'ascenseurs, d'escaliers mentionnés comme très odorants et manquants de circulation d'air, du passage fréquent autour des bureaux dans les open space pouvant engendrer des problèmes de confidentialité. Il n'y a aucune signalétique au niveau des plateaux permettant d'identifier les services, les salles de réunions, le repérage des circuits d'évacuation des personnes à mobilité réduite est incomplet.

Il était aussi signalé, un accès à des sources d'eau limité du fait de l'installation exclusivement dans les toilettes avec un système de robinetterie court ne permettant pas le remplissage de bouteille et questionnant l'hygiène. De plus, l'eau est exclusivement froide, cet élément s'ajoutant à la sensation de froid dans le bâtiment (« *on ne peut même pas se réchauffer les mains à l'eau chaude* »).

L'ergonomie des armoires de rangement de dossiers utilisées quotidiennement posait problème car il s'agit de caissons bas, nécessitant de se baisser, avec une contenance faible, de surcroit fragiles (déjà cassés) et difficiles à ouvrir (mouvement du poignet non ergonomique). Les bureaux ont un espace plateau plus réduit par rapport aux précédents. Armoires et bureaux ne sont pas, selon eux, en adéquation avec les usages des agents.

Enfin l'organisation de l'implantation des îlots de bureaux dans l'open space est figée du fait d'installations électriques fixes.

3.3.2 Caractérisation de l'environnement psycho-social et institutionnel

L'analyse des différents entretiens a permis de mettre en relief un certain nombre d'éléments ayant pu favoriser l'exacerbation des événements de santé survenus au sein du bâtiment. Ceux-ci viennent compléter les gênes ressenties au niveau de l'environnement (bruit, éclairage, ventilation, odeur) ou liées aux contraintes du travail en open space et sont de différents ordres.

• **Une organisation du travail bouleversée**

Le déménagement s'est accompagné d'une nouvelle organisation du travail avec de nouvelles répartitions de service et de hiérarchie. En outre, le déménagement a occasionné un retard dans le traitement des dossiers, ce qui a été et restait une source importante de stress (« *on a des dossiers avec un an de retard, nous, on est en première ligne auprès des gens, à l'heure actuelle on est en*

sur-rythme et on ne peut pas répondre aux besoins des familles, on nous a mis une mission impossible »).

Ce déménagement faisait suite pour certains, à deux autres déménagements dans les mois précédents. En outre, l'intégration du bâtiment en octobre 2016, suivi de son évacuation en décembre 2016 pour s'installer dans d'autres bureaux et la réintégration du bâtiment en février 2017 a abouti à réaliser pour l'ensemble des agents trois déménagements successifs. Tous ces déménagements ont été une source importante de tension et de fatigue.

La répartition des salariés dans les open-space n'a pas tenu compte de l'activité des agents, mêlant des activités bruyantes à d'autres nécessitant une forte concentration, ce qui a pu occasionner une baisse de la productivité et de l'efficacité (« *Les journées ne sont pas rentables, on n'est plus productifs !* »).

- **Un environnement de travail subi et impersonnel**

L'organisation du travail en open space a donné l'impression aux salariés de devoir subir plus qu'avant les bruits, conversations téléphoniques, discussions de leurs collègues. L'organisation des îlots de bureaux leur a été imposée. De même, les personnes ne pouvaient pas maîtriser les niveaux d'éclairage (lumière au plafond automatique), de température ou de ventilation. La blancheur présente dans tout le bâtiment et l'impossibilité de pouvoir décorer son coin bureau ont pu être déstabilisantes et rendre leur lieu de travail impersonnel. Les poubelles individuelles ont d'ailleurs été supprimées pour être remplacées par une poubelle collective, induisant d'autant plus de déplacements. Enfin, les agents sont arrivés dans un bâtiment qui n'était pas entièrement terminé. Des peintures étaient encore en cours, des parties de murs non encore fermées ainsi que des plaques isolantes du plafond, laissant apparaître de la laine de verre avec du dépôt de fibres quotidiennes. Le ménage de chantier n'avait quant à lui pas été intégralement réalisé et pas du tout au niveau des parties suspendues au plafond. Ces éléments ont été associés comme une négligence grave à l'égard des agents, mais aussi comme une source d'émissions de poussières et d'odeurs subies par les agents.

- **Une communication entre direction et salariés inefficace**

Malgré la mise en place de différents outils de communication pour informer les salariés de l'évolution de la situation, ceux-ci semblaient ne pas avoir atteints leur cible. En effet, la direction a mis en place un outil de communication collectif, tandis que les demandes et réponses aux agents étaient d'ordre individuel. Ainsi, les demandes ou signalements effectués par messagerie interne ou directement auprès de leur responsable n'auraient pas été suivis d'effets ou de réponses. Ces problèmes de communication ont induit une perte de confiance dans l'information transmise.

Par ailleurs, l'accès au service de médecine du travail, particulièrement sollicité dans cette période a été vécu comme inefficace par la grande majorité des personnes interrogées. Cet élément a pris une place importante parmi les éléments contribuant à accentuer la situation de malaise des agents.

- **Une prise en charge d'épisodes sanitaires source d'inquiétude**

Certaines personnes ont eu des symptômes importants nécessitant un déplacement en extérieur. La gestion elle-même de ces épisodes a contribué à soulever l'inquiétude des agents, mais aussi pour la gestion d'autres épisodes du fait du peu de clarté des mesures à appliquer. Certains de ces épisodes ont été suivis de congé maladie de longue durée, contribuant à inquiéter les agents, tandis que ceux qui ont vécus les épisodes les évoquaient comme traumatisants, ainsi que les personnes y ayant assisté (« *On était sur des chaises roulantes devant les portes, sur le trottoir, à la vue de tout le monde. C'était horrible* »).

3.3.3 Des propositions de recommandations des agents

L'ensemble des recommandations sont concordantes avec celles restituées dans le volet épidémiologique. Certains éléments recueillis dans ce volet viennent les compléter.

- *Revoir les aménagements des plateaux avec grande attention entre les équipes travaillant à plusieurs, les activités individuelles en silence, etc. et de chaque bureau avec un ergonome.*
- *Réfléchir avec les agents aux modalités de concertation interne des agents et aux modalités d'organisation des réponses.*
- *Accompagner l'utilisation de l'outil informatif interne.*
- *Restaurer l'accès aux rendez-vous et les échanges avec le service de médecine du travail.*
- *Reprendre la concertation quant à l'aménagement de l'espace mezzanine à l'issue de l'élaboration des projets de réaménagement des plateaux élaborés et le planning des activités présenté.*
- *Organiser les accès dalles et terrasses.*
- *Installer des badgeuses au niveau des escaliers lorsqu'ils seront équipés d'aération pour favoriser leur utilisation.*
- *Envisager d'intégrer des murs de couleur en fonction du manque ou de la surcharge de luminosité.*
- *Réfléchir à l'installation de films occultants au niveau des dalles, du fait du passage sur les dalles.*
- *Réfléchir à la circulation de l'air au rez-de-dalle (vie sur les dalles sonore : si les agents veulent aérer ils ouvrent les fenêtres et entendent la musique ou les skates de l'extérieur).*
- *Vérifier l'adéquation du nombre de machines d'impression par rapport aux usages.*
- *Donner accès au wifi et à un système téléphonique dans toutes les salles de réunion.*
- *Organiser la gestion des personnes ayant un malaise.*

3.3.4 Chronologie des événements

Un chronogramme détaillé a été élaboré par la socio-anthropologue reprenant l'ensemble des événements depuis l'élaboration du projet de rénovation du bâtiment en 2007 jusqu'au mois de mai 2017, date de la fin des investigations socio-anthropologiques. Il fait apparaître les différents éléments relevant d'une part de la vision de l'institution et d'autre part de celle des agents et chefs de services.

4. COMMUNICATION

Une restitution de l'avancée des investigations a été réalisée à deux reprises (en avril et en mai 2017) auprès des membres du CHSCT par l'équipe du Gast.

En ce qui concerne l'information des salariés, 3 réunions collectives ont été organisées avec les différents membres de la cellule de coordination, en avril 2017, en mai 2017 et la dernière début juillet 2017 pour la présentation finale des investigations et du plan d'actions. À l'occasion de ces réunions, la participation des salariés était assez importante et a laissé place à un large temps de questions/réponses. Lors de la dernière réunion en juillet, une restitution complète de l'état des lieux du volet psychosocial a pu être également réalisée. Un chronogramme plastifié a été mis à disposition des salariés et des gestionnaires et pourra être consulté en libre accès au sein du bâtiment.

En parallèle, les membres du Gast ont réalisé une information écrite sous forme de « Fil info » à deux reprises (annexe 6). Ceux-ci ont été envoyés par messagerie à chacun des salariés du bâtiment.

5. DISCUSSION - CONCLUSION

Les événements de santé survenus au sein du bâtiment X chez des salariés d'une ATP-NA ont représenté dans un premier temps ce que l'on nomme un syndrome collectif inexplicé qui a amené les responsables de la structure à solliciter un appui de l'ARS. Le Gast a mené différentes investigations, environnementales, épidémiologiques et psychosociales s'accompagnant d'un échange régulier avec la cellule de coordination, mise en place à cette occasion.

Les investigations épidémiologiques ont permis de mettre en évidence un nombre important de personnes présentant des symptômes. En effet, sur les 275 personnes ayant répondu au questionnaire d'enquête, près de 80 % ont dit avoir ressenti des symptômes depuis l'intégration du bâtiment. Si l'échantillon de répondant était représentatif en termes d'âge, de sexe et de catégorie professionnelle, on ne peut écarter la survenue de certains biais, tels que des biais de sélection ou d'information. En effet, il est fort probable que les personnes symptomatiques ou celles gênées par leurs nouvelles conditions de travail aient été tentées de répondre plus facilement à l'enquête. En outre, il s'agissait d'un auto-questionnaire reposant sur la déclaration de symptômes qui n'ont pu être validés médicalement. Cependant, rapportée à l'ensemble des salariés, la fréquence des personnes symptomatiques reste conséquente avec un taux d'attaque de plus de 50 %. De même, les symptômes déclarés dans le cadre de l'enquête corroborent les éléments transmis par le médecin du travail suite aux consultations réalisées auprès des salariés incommodés.

Les différentes investigations menées de concert ont permis de caractériser ces événements en syndrome du bâtiment malsain. En effet, la définition qui en est donnée dans la littérature correspond aux caractéristiques retrouvées dans ce syndrome collectif³.

Ainsi, la caractérisation de ces événements sanitaires met en évidence des symptômes divers, peu spécifiques, à type majoritairement de céphalées, d'asthénie ou d'irritations oculaires. Ces symptômes ont également pour particularité de disparaître à la sortie du bâtiment ou en ouvrant les fenêtres³. Le nombre important de cas récidivants et le taux d'attaque plus élevé chez les femmes sont également caractéristiques des syndromes du bâtiment malsain.

On retrouve également des éléments déclenchants objectifs au niveau du contexte environnemental et qui ont pu perdurer au cours des mois :

- une ventilation insuffisante dans un bâtiment neuf (odeurs, renouvellement d'air insuffisant, mauvaise qualité de l'air intérieur) ;
- des mauvais paramètres de confort au niveau de la température ambiante ;
- d'autres nuisances environnementales, telles que celle liées à des problèmes d'acoustique ou d'éclairage trop intense, ayant pu accentuer les problèmes d'inconfort. Une étude nationale menée en 2014 par l'INRS à l'aide du questionnaire GABO montrait que le bruit était la première cause des plaintes des salariés de bureaux ouverts et que, selon l'activité d'un plateau du tertiaire, les besoins de collaboration ou de concentration sont très différents et impliquent des conceptions d'acoustique spécifiques⁷. Les paroles intelligibles sont souvent ressenties comme des nuisances supérieures aux bruits de ventilation par exemple. Cet article précise également que des progrès sont possibles dans le domaine de la prévention du risque bruit avec l'application de la norme NF S31-199.

Le phénomène épidémique de ces événements sanitaires a très certainement été amplifié par les perturbations liées au déménagement (retard dans les dossiers), aux nouvelles organisations de travail (réorganisation des services, des niveaux hiérarchiques, numérisation des dossiers...) mais aussi aux nouvelles modalités de travail en open space. L'enquête psycho-sociale a permis de mettre en évidence des facteurs favorisant au niveau de l'organisation du travail qui a été bouleversée, de l'environnement de travail qui est ressenti comme subi et impersonnel. De plus, les caractéristiques techniques du bâtiment et son ergonomie se sont révélées inadaptées sur bien des points vis à vis

⁷ P.Chevret, J. Chatillon, IN Amato. Réduction de la nuisance sonore dans les bureaux ouverts : un exemple d'utilisation de la norme NF S31-199 en entreprise. INRS. Références en santé travail n°151- septembre 2017.

des usages des professionnels qui l'occupent⁸. Enfin, malgré une volonté manifeste de la part de la direction de communiquer de façon transparente et régulière, il apparaît que ces modalités de communication n'ont pas atteint leur cible.

La survenue d'événements « traumatisants » tels que l'intervention des pompiers, l'évacuation du bâtiment, la survenue de malaises individuels répétés, a pu également accentuer le phénomène. Ces phénomènes ont déjà été décrits dans des événements du même type avec une dissémination des symptômes dans la collectivité par le son et la vue⁹. L'inquiétude générée par l'intervention des services de secours, de par son côté spectaculaire, peut aussi entraîner l'apparition d'autres cas de malaises dans la collectivité¹⁰.

Enfin, la prise en charge longue de la situation, la multiplicité des intervenants et une communication irrégulière et parfois inadaptée sont autant de facteurs qui ont pu enraciner les événements dans une situation de crise. Le guide de Santé publique France sur la prise en charge des syndromes collectifs inexpliqués propose des grands principes de communication pour ce type d'événement en partant du constat qu'une situation de crise engendre un stress important au sein des populations concernées³. Dans ce contexte, la capacité du public à comprendre et retenir des messages serait diminuée de 80 %. Il est donc nécessaire de diffuser des messages clairs, concis et simples, d'autant plus que les informations à transmettre sont très techniques et abstraites (qualité de l'air, ventilation...).

⁸ Colleville AC. Investigation d'un syndrome collectif inexpliqué- étude du contexte Psychosocial-Maison de quartier Wilson Reims juillet 2015. InVS.

⁹ Boss Leslie P. Epidemic hysteria : a review of the published literature. Epidemiol Rev 1997;19(2):233-43.

¹⁰ Vandentorren S, Gomes do Espirito Santo E, Kermarec F. Les épidémies de malaises d'étiologie non expliquée : savoir poser le diagnostic de « syndrome psychogène ».Bull Epidemiol Hebd 2007 ;15-16 :122-4.

6. PROPOSITIONS D' ACTIONS

Pour faire suite à ces conclusions et au diagnostic final, le Gast a proposé des actions portant sur les améliorations techniques à mettre en œuvre pour les paramètres environnementaux liés au bâtiment et sur les améliorations à entreprendre au niveau des conditions de travail. Des actions sur les aspects communication et le suivi de l'épisode ont également été proposées. Le plan d'actions global a été élaboré et discuté avec la cellule de coordination mise en place au niveau de l'ATP-NA. Certaines actions ont pu être mises en place au fil de l'eau, d'autres sont à prévoir à court terme.

6.1 Propositions d'actions techniques

- Mettre en application les recommandations du CSTB pour améliorer la ventilation, l'acoustique et la luminosité (voir détails dans les rapports du CSTB en annexe) ;
- Améliorer les paramètres de confort concernant la température ;
- Réaliser une campagne d'analyse de la qualité de l'air intérieur en été et en hiver telle que proposée par le CSTB et ce afin de vérifier l'efficacité de la ventilation.

➤ Plan d'actions techniques

Actions	Date de mise en œuvre
• Ventilation	
Application des recommandations CSTB	Juillet 2017
Augmentation des débits d'air neuf	Avril 2017
Lancement d'une campagne d'analyse des polluants dans l'air	Période estivale 2017 + période hivernale 2017/18
• Température ambiante	
Application des recommandations du CSTB	À partir de juillet 2017
Rafraichissement de l'air ventilé	Juin 2017
Distribution de ventilateurs (126)	Juin 2017
Ouverture fenêtres tôt le matin et ventilation (canicule)	Juin 2017
Distribution de brumisateurs (été)	Juin 2017
• Acoustique	
Application des recommandations CSTB	À partir de Juillet 2017
Panneaux anti-bruit, tampons portes	Mai juin 2017
Casques audio, bases mobiles téléphones + conseils ergonome	Été 2017
• Éclairage	
Application des recommandations du CSTB	Septembre 2017
Retournement de certains luminaires	Avril -juin
Distribution de lampes de bureau sur pied	Avril - juin

6.2 Propositions d'actions sur les conditions de travail

- Améliorer l'ergonomie des open space ;
- Améliorer la convivialité des bureaux ;
- Aménager des espaces de convivialité et d'isolement ;
- Établir des « règles de vie » au niveau des open space et du bâtiment ;
- Accompagner les salariés dans leur nouvelle organisation de travail (RH, direction services).

➤ Plan d'actions sur les conditions de travail

Actions	Date de mise en œuvre
• Ergonomie des open space	
Sollicitation d'un ergonome couplée avec approche psychologie du travail	Été 2017
• Convivialité des bureaux	
Distribution de plantes et mise en place d'un atelier petites mains vertes	Mai-juin 2017
Sérigraphie vitrage intérieur	Mai 2017
Sollicitation d'un ergonome	Été 2017
• Espaces de convivialité	
Aménagement des terrasses (mobilier)	Mai 2017
Aménagement de la mezzanine (consultations à reprendre)	Avril 2017 et à partir de septembre 2017
Aménagement d'un espace restauration	À partir de 2017
Création de sas d'isolement (individuel ou petit groupe) avec accès wifi pour pouvoir travailler.	À partir de septembre 2017
• Règles de vie	
Élaboration d'un livret fonctionnement bâtiment et règles de vie distribué à tous + appropriation	Septembre 2017
• Organisation du travail /accompagnement	
A voir avec responsable de services et RH	À partir de septembre 2017

6.3 Autres propositions d'actions

- Informer les salariés de façon régulière et efficace ;
- Maintenir la présence de personnes ressources sur le terrain ;
- Réévaluer la situation à moyen terme.

➤ Plan d'actions autres

Actions	Dates de mis en œuvre
• Information des salariés	
Fil info 1 et 2	Mai et juin 2017
Intranet Mascaret	Régulièrement
Réunion collective	7 avril, 12 mai, 7 juillet
Réunion CHSCT	Une fois tous les 2 mois
• Suivi et évaluation	
Conseiller prévention + médecin du travail	Depuis octobre 2016
Intervention socio-anthropologue	Avril mai 2017
Réévaluation de la situation à moyen terme	1 ^{er} trimestre 2018

ANNEXES

Annexe 1. Questionnaire d'investigation épidémiologique

Questionnaire d'enquête sur les évènements de santé survenus [REDACTED]

Bonjour, à la suite des évènements sanitaires survenus chez les salariés du bâtiment "[REDACTED]" la Cellule d'intervention en région Nouvelle Aquitaine de Santé publique France ainsi que l'Agence régionale de Santé ont souhaité mener une enquête épidémiologique auprès de l'ensemble des personnels fréquentant ce bâtiment. Les données recueillies dans le cadre de cette enquête sont anonymes et strictement confidentielles. Aucune donnée individuelle ne sera transmise à votre employeur ou à quelques autres personnes. Les données sont recueillies à partir d'un outil web secure (Wepi) spécialisé pour les enquêtes de santé. Ce logiciel est agréé pour l'hébergement de données de santé à caractère personnel.

La durée de remplissage de ce questionnaire devrait vous prendre entre 10 et 15 minutes. Nous vous remercions par avance de votre précieuse coopération.

1/ Caractéristiques personnelles

- **Sexe** : homme femme

- **Age** :

- **Catégorie professionnelle** : A B C AUTRES :

- **Filière professionnelle** :

Administrative

Médico-sociale

Sociale

Technique

Autres :

- **Type d'emploi**

Administrateur [REDACTED]

Assistant de direction

Chargé d'accueil

Chargé [REDACTED]

Chargé de coordination

Chargé de développement

Chargé de gestion

Chargé de mission

Chargé de tarification

Chargé d'études

Chargé d'opérations

Chargé [REDACTED]

Chef de projet

Conseiller [REDACTED]

Conseiller [REDACTED]

Conseiller juridique

Contrôleur de gestion

Coordonnateur de gestion

[REDACTED]

Instructeur [REDACTED]

Manager

[REDACTED]

Psychologue

Référent [REDACTED]

Secrétaire

[REDACTED]

Autre :

- **Quotité de travail** : Temps plein Temps partiel

- De quel côté du bâtiment se situe votre bureau ?

- Partie est ([REDACTED])
 Partie ouest ([REDACTED])
 Partie nord ([REDACTED])
 Partie sud ([REDACTED])
 Autre :

- Quel est votre numéro de bureau (voir plan affiché à l'étage) :

- Votre bureau est situé dans :

- Un open space un bureau individuel autres :

- Disposez-vous de fenêtre(s) ouvrable(s) à proximité de votre poste de travail ?

- Oui non NSP

- Si oui, vous arrive-t-il de les ouvrir ?

- Non, car elles ne sont pas accessibles
 Non, car je n'en ressens pas la nécessité
 Oui, occasionnellement
 Oui, régulièrement

- Avez-vous ressenti des symptômes pouvant être en lien avec le bâtiment sur votre lieu de travail depuis votre arrivée dans le bâtiment ? Oui non NSP

Si oui merci de remplir le tableau de la page suivante, sinon allez à la page 5

3/ Problèmes de santé ressentis sur votre lieu de travail

Signes cliniques	Octobre 2016 (1 ^{er} intégration des locaux)	Novembre 2016	Décembre 2016 (du 1 au 6/12 (fermeture du bâtiment))	Février 2017	Mars 2017	Avril 2017
Signes oculaires <input type="checkbox"/> Larmoiement <input type="checkbox"/> Sècheresse oculaire <input type="checkbox"/> Picotement oculaire	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours
Signes ORL <input type="checkbox"/> Irritation, sécheresse bouche <input type="checkbox"/> Irritation nez, rhinite <input type="checkbox"/> Saignement nez <input type="checkbox"/> Goût dans la bouche	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours
Signes cutanés <input type="checkbox"/> Démangeaisons <input type="checkbox"/> Irritations/rougeur peau <input type="checkbox"/> Picotements visage	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours
Signes respiratoires <input type="checkbox"/> Toux <input type="checkbox"/> Gêne respiratoire <input type="checkbox"/> Manque d'air <input type="checkbox"/> Asthme	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours
Signes digestifs <input type="checkbox"/> Nausées <input type="checkbox"/> Vomissements <input type="checkbox"/> Brûlure gastrique	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours
Signes généraux <input type="checkbox"/> Maux de tête <input type="checkbox"/> Fatigue <input type="checkbox"/> Étourdissements, vertiges <input type="checkbox"/> Perte connaissance (malaise) <input type="checkbox"/> Pâleur/ Sueur	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours
Autres (préciser) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours	<input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Occasionnellement (1 à 3 fois dans le mois) <input type="checkbox"/> Souvent (1 à 4 fois chaque semaine) <input type="checkbox"/> Tous les jours ou quasiment tous les jours

- Selon vous, ces symptômes ont-ils été déclenchés après avoir perçu des odeurs ?

Oui non NSP

- Sur votre lieu de travail, est ce que ces symptômes disparaissent ... (choix multiple)

- Spontanément sans changer d'endroit
- En changeant de pièce sans sortir dehors
- En sortant à l'extérieur du bâtiment
- En ouvrant les fenêtres
- Ne disparaissent pas
- Autre moyen :

- Les symptômes ressentis persistent- ils en dehors de votre lieu de travail ?

- Oui tous les signes
- Oui mais seulement quelques signes
- Non ils disparaissent tous
- Nsp

- Précisez les signes qui persistent :

- Depuis leur première apparition, comment jugez-vous l'évolution globale de vos symptômes ?

- Disparition
- Diminution
- Persistance
- Aggravation

- Précisez date disparition des signes :

- En dehors de ces évènements, vous est-il arrivé de présenter des symptômes similaires ?

Oui non NSP

- Précisez symptômes similaires :

- Suite à ces symptômes, avez-vous consulté (choix multiple)

- le médecin du travail
- votre médecin généraliste
- un médecin spécialiste
- un médecin hospitalier

- Suite à ces symptômes avez-vous eu un ou plusieurs arrêts de travail ?

Oui non

- Si oui quel est le nombre total de jour d'arrêt de travail :

- Avez- vous effectué une demande de déclaration d'accident du travail : Oui non

- Si oui avez-vous obtenu une reconnaissance d'accident du travail : Oui non

- Avez-vous des informations complémentaires à apporter la survenue de ces symptômes ?.....
.....
.....

4/ Vos conditions de travail

- Êtes-vous gêné par le niveau d'éclairage ou la luminosité à votre poste de travail ?

Oui non NSP

- si oui précisez éclairage :.....
.....

-Êtes- vous gêné par le bruit au niveau de votre poste de travail ?

Oui non NSP

Si oui précisez bruit :

-Êtes- vous gêné par la ventilation ou l'aération au niveau de votre poste de travail ?

Oui non NSP

- Si oui précisez ventilation (courant d'air, manque d'air, air sec...) :

- Êtes- vous gêné par la température ambiante au niveau de votre poste de travail ?

Oui non NSP

- si oui précisez température :

- Êtes- vous globalement satisfait de l'aménagement de votre espace de travail ?

- Oui, très satisfait
- Oui, plutôt satisfait
- Non, pas très satisfait
- Non, pas du tout satisfait

-Quelles sont vos propositions pour améliorer l'aménagement de votre espace de travail ?

.....

- Les espaces communs permettant de vous isoler seul ou avec vos collègues sont-ils suffisants ?

Oui non NSP

- Quelles sont vos propositions pour améliorer l'aménagement de votre espace de travail ?

.....

- Avez-vous été gêné ou perçu des odeurs particulières au niveau du bâtiment ?

Oui non NSP

-Si oui où été localisées ces odeurs ?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Un peu partout | <input type="checkbox"/> Rez de dalle + 3 |
| <input type="checkbox"/> Dans les escaliers | <input type="checkbox"/> Rez de dalle +4 |
| <input type="checkbox"/> Rez-de-rue (Hall d'accueil) | <input type="checkbox"/> Rez de dalle +5 |
| <input type="checkbox"/> Entresol mezzanine | <input type="checkbox"/> Rez de dalle + 6 |
| <input type="checkbox"/> Rez de dalle 0 | <input type="checkbox"/> Rez de dalle +7 |
| <input type="checkbox"/> Rez de dalle + 1 | <input type="checkbox"/> nsp |
| <input type="checkbox"/> Rez de dalle + 2 | |
| <input type="checkbox"/> Autres : | |

-Si oui pouvez-vous caractériser ces odeurs ? (choix multiple)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Odeur de plastique | <input type="checkbox"/> Odeur chimique |
| <input type="checkbox"/> Odeur de colle | <input type="checkbox"/> Odeur d'ammoniac |
| <input type="checkbox"/> Odeur de produits ménagers | <input type="checkbox"/> Odeur d'égouts |
| <input type="checkbox"/> Odeur de peinture | <input type="checkbox"/> Odeur indéterminé |
| <input type="checkbox"/> Autres odeur : | |

- A ce jour ces odeurs sont-elles encore présentes ?

Non Oui façon moins prononcée Oui de la même façon Oui de façon plus prononcée nsp

- Êtes- vous satisfait d'être dans un bureau en open space ?

- Je ne travaille pas dans un open space
- Oui Très satisfait
- Oui Plutôt satisfait
- Non Pas très satisfait
- Non Pas du tout satisfait

- Qu'est-ce qui vous dérange dans l'open space ? (choix multiple)

- Pas concerné
- Rien
- Le manque de confort, d'espace
- Le manque d'intimité et de confidentialité
- Le bruit
- Le fait d'être souvent dérangé
- Le sentiment d'être surveillé
- La difficulté à pouvoir me concentrer
- Le manque de rangement
- La circulation des collègues dans l'espace
- Autres :

- Qu'appréciez-vous dans l'open space ? (choix multiple)

- Pas concerné
- Rien
- La convivialité
- La bonne circulation des informations
- L'amélioration de la communication avec les collègues et/ou les équipes
- La proximité avec mon supérieur hiérarchique
- La proximité avec mes collègues
- Le fait de ne pas me sentir enfermer dans un bureau
- Autres :

-Pensez - vous que le déménagement dans le bâtiment «Egalite» a occasionné des perturbations dans votre travail ?

- Non
- Oui, prise de retard dans le traitement de mes dossiers
- Oui, stress lié à une nouvelle organisation de mon travail ou de mon service
- Oui, stress lié au nouvel aménagement de mon bureau
- Autre(s)

-Précisez, autres perturbations :

.....

.....

- Avez-vous d'autres remarques à formuler concernant ces évènements ?

.....

.....

Merci de votre participation

Annexe 2. Rapport d'expertise du CSTB sur le système de ventilation du bâtiment



TABLE DES MATIERES

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA MISSION.....	3
1.1. CONTEXTE.....	3
1.2. PROPOSITION D'INTERVENTION ET METHODE.....	3
1.3. DEROULE DE LA MISSION	3
2. GESTION TECHNIQUE DES RESEAUX DE CLIMATISATION ET DE VENTILATION.....	4
2.1. CONSTATS.....	4
2.2. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	5
3. SUITES A ENVISAGER.....	6
3.1. ACTIONS TECHNIQUES A ENTREPRENDRE.....	6
3.2. CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR.....	7

1. Contexte et objectif de

1.1. Contexte

L'Agence Régionale de Santé, Délégation Dé d'un problème de type syndrome collectif inexpliqué dans un bâtiment à usage de bureaux appartenant au ~~ministère de l'Intérieur~~ ~~ministère de l'Énergie~~, face aux symptômes rapportés par les occupants, le bâtiment, livré en octobre 2016, a dû être évacué le 2 décembre 2016. Les rapports des premières investigations mettent en évidence des problèmes de ventilation et des concentrations intérieures en composés organiques volatils élevées lors des premières mesures en décembre 2016.

Compte tenu des nombreux facteurs dont cette crise peut résulter, l'ARS D33 a souhaité obtenir le soutien en expertise du CSTB. Dans ce contexte, ~~le CSTB~~ a contacté le CSTB le 20 avril 2017 pour solliciter un appui dans la réalisation d'un audit environnemental approfondi et l'établissement de préconisations et d'actions à mettre en place pour trouver une issue à la crise.

1.2. Proposition d'intervention et méthode

Étant donné le nombre important d'investigations environnementales déjà conduites dans les locaux, le CSTB a proposé une **première phase d'expertise** consistant en 1/ l'examen de l'ensemble des documents transmis, l'interprétation des informations disponibles, l'identification de mesures complémentaires à réaliser ou de mesures à reproduire, l'identification de pistes non explorées, si nécessaire, et 2/ une visite sur site permettant une inspection à vue des locaux (audit du bâtiment, étude des transferts aérodynamiques) et la rencontre des parties prenantes.

Le présent rapport technique correspond à cette première étape.

1.3. Déroulé de la mission

La visite sur site s'est déroulée le 19 mai 2017 et avait pour objectif de cerner l'ensemble de la situation, tant en termes de dysfonctionnements techniques que de mesures déjà prises pour les résoudre. Elle a été conduite par Bruno BERTHINEAU, ingénieur de la Direction Santé – Confort du CSTB.

Elle s'est appuyée sur les sources documentaires fournies ~~et~~ ses sous-traitants et acteurs dans la gestion de cette crise.

2. Gestion technique des réseaux de climatisation et de ventilation

2.1. Constats

L'inspection à vue des locaux s'est déroulée avec les membres du ~~conseil départemental~~ et de la société GREEASE, en charge des mesures sur les systèmes ainsi que des mesures des paramètres environnementaux.

2.1.1. Ambiance thermique intérieure

Les paramètres de confort intérieur semblent rendre satisfaction. Ce constat doit cependant être pondéré par le fait que les conditions extérieures, très représentatives de la mi-saison, ne sont pas de nature à pousser les systèmes de production de chaud ou de froid dans leurs limites de fonctionnement.

Après discussion avec les membres des services techniques, il s'avère que le système de chauffage, poussé à maximum durant l'hiver dans le but d'accélérer les émissions de composés organiques volatils (COV) en l'absence des occupants, a permis d'atteindre des températures voisines de 23°C seulement. On peut craindre un sous dimensionnement lors de périodes froides prolongées.

Par ailleurs, l'absence de groupe froid laisse également penser que le rendement de la roue de récupération a été surestimé. Les services techniques font d'ailleurs état d'un projet d'ajout d'un groupe froid pour pallier à des situations estivales extrêmes.

2.1.2. Examen du rapport de l'APAVE (R9777262-001-1, juin 2017)

La méthode employée pour mener à bien l'expertise n'amène pas de questionnement. Les résultats mentionnés convergent avec les hypothèses de l'inspection à vue.

2.1.3. Système de ventilation et renouvellement d'air

Au rez-de-chaussée du bâtiment, une odeur de matières plastiques, possiblement émise par le revêtement de sol, est particulièrement marquée.

Cette odeur apparaît de façon plus prononcée dans les escaliers de secours (non ventilés) et dès que la hauteur sous plafond diminue alors qu'elle s'estompe dans les lieux où la hauteur sous plafond augmente.

On retrouve cette odeur aux différents étages, de façon plus ou moins prononcée.

Concernant les étages, le cheminement aérodynamique consiste à souffler l'air neuf (CTA en tout air neuf) en périphérie des volumes, l'extraction d'air vicié étant quant à elle située en partie centrale du bâtiment.

Par étage, les bouches de soufflage sont au nombre de 10 + (2 x le nombre d'extensions). Seulement deux bouches d'extraction sont présentes en partie centrale.

Le renouvellement d'air, évalué à partir des fluctuations des concentrations en dioxyde de carbone mesurées par la société GREEASE, de décembre 2016 à avril 2017, présente des valeurs basses et potentiellement non réglementaires (on ne peut statuer sans l'occupation exacte au moment des mesures, non fournie par GREEASE), notamment en décembre et février au niveau 4 et à la mi-mars au niveau 5.

Parmi les fichiers transmis par la société GREEASE, on note quelques incohérences ou erreurs d'extraction. En effet, pour plusieurs lieux de prélèvement le 16 décembre (4^{ème}, 6^{ème} et PAN) on retrouve le même fichier de données. On retrouve ce problème pour le 1^{er} et le 4^{ème} le 20/12 puis le 28/12.

Par ailleurs, certaines valeurs pour les minima des concentrations en CO₂ sont particulièrement basses (> 360 ppm avec un minimum à 317 ppm au 6^{ème} étage durant la semaine du 28 décembre).

Enfin, le choix de l'emplacement du moyen de mesure, systématiquement à proximité immédiate des bouches de soufflage, n'est pas optimal dans l'optique de révéler les zones les plus mal desservies par l'air neuf.

On peut donc raisonnablement supposer que les quelques cas de renouvellements d'air insuffisants calculés sont sous représentés par rapport à la réalité, ce qui est confirmé par le rapport de l'APAVE.

2.2. Conclusion et recommandations

2.2.1. Confort thermique

Il convient de prévoir, si ce n'est déjà fait, l'ajout de batteries chaudes et groupes froids afin de compléter la roue de récupération pour les périodes de rigueur hivernale et de canicule.

2.2.2. Débits d'air aux bouches et circuit de l'air

Les recommandations pour s'affranchir des problèmes de renouvellement d'air insuffisant consistent en une augmentation du débit d'air neuf soufflé accompagné de la réduction voire de l'annulation de la plage d'arrêt nocturne de la CTA (mesures déjà mises en œuvre dernièrement selon les dernières informations reçues).

3. Suites à envisager

3.1. Actions techniques à entreprendre

3.1.1. Augmentation des débits et programmation en augmentant les durées de ventilation

Les régimes des ventilateurs pourront être augmentés, dans la limite des nuisances acoustiques générées. Si ces deux paramètres sont incompatibles en l'état, l'ajout de modules acoustiques sur les bouches de soufflage pourra être étudié.

Les trous réalisés dans le circuit de soufflage afin de réaliser les mesures de débits devront être colmatés de façon pérenne.

Il peut être envisagé de maintenir le fonctionnement des CTA durant tout ou partie de la nuit afin de purger en continu le bâtiment des polluants émis par les mobiliers ou toute autre source continuellement présente. Le mode « marche/arrêt » quotidien actuellement utilisé pourrait générer ponctuellement des zones où les concentrations de polluants sont plus élevées durant la nuit, dispersées au matin à la remise en service avec l'air repris en direction des bouches de soufflage.

Le pourcentage d'air repris peut être réduit à zéro dans ce même but si cette action n'est pas déjà effective. Cette démarche est de nature à augmenter la facture énergétique du bâtiment, mais elle est à étudier si la perception des occupants est améliorée.

3.1.2. Amélioration du balayage air neuf/air extrait

Si les débits sont obtenus mais que des zones restent mal desservies par le balayage (volumes ne se trouvant pas entre une bouche de soufflage et une bouche d'extraction), il peut être envisagé de prolonger certaines gaines de soufflage ou de déporter des bouches filées depuis les Z conduits centraux d'extraction (sous réserve de faisabilité technique et de puissance suffisante résiduelle sur les ventilateurs pour contrer ces nouvelles pertes de charge).

3.1.3. Mesure du taux de renouvellement de l'air

Une mesure du taux de renouvellement de l'air par la méthode du gaz traceur (hexafluorure de soufre dit « SF₆ ») pourrait être mise en œuvre pour s'affranchir de l'utilisation de la concentration en dioxyde de carbone qui n'est pertinente qu'en présence d'un nombre suffisant d'occupants et qui n'est pas adaptée à certains grands volumes du bâtiment.

Dans le but de garantir que le taux de renouvellement de l'air neuf mesuré suite aux actions préconisées plus haut est indiscutable (pas seulement en débit mais aussi en nature du flux) et compatible avec le nombre d'occupants, une campagne de mesure par la méthode dite du gaz traceur serait particulièrement indiquée.

Les mesures de concentration du gaz traceur pourront être réalisées aux postes de travail même, en prenant soin de choisir ceux qui sont les plus défavorisés par le balayage (angle extérieur le plus éloigné des extensions, potentiellement très mal desservi par l'air neuf).

3.2. Campagne de mesure de la qualité de l'air intérieur

Cette campagne a pour objectif de documenter la qualité de l'air intérieur dans le bâtiment après la mise en œuvre des actions visant à améliorer le renouvellement d'air.

3.2.1. Polluants et paramètres d'intérêt

Les **paramètres d'ambiance** que sont la température, l'humidité relative et le dioxyde de carbone devront être mesurés en continu sur un pas de temps de 1 à 10 minutes, pendant toute la durée des prélèvements.

Compte tenu des mesures déjà réalisées dans les locaux et des concentrations élevées mises en évidence, il est proposé de réaliser des mesures de **COV** et d'**aldéhydes**.

- Parmi ces substances, le **benzène** et le **formaldéhyde** sont les deux polluants de l'air intérieur disposant de valeurs guides réglementaires pour la qualité de l'air intérieur¹ ; il est ainsi indispensable de les retenir.
- Par ailleurs, compte tenu des concentrations élevées mises en évidence lors de la première campagne de mesure (décembre 2016), il est recommandé d'analyser l'**ensemble des COV** dont les concentrations ont été quantifiées lors de cette campagne². Le rapport du laboratoire TERA Environnement ne précise pas si les concentrations fournies sont exprimées en équivalent toluène ou bien si elles sont composées-spécifiques. La même méthode devra être utilisée et précisée dans le rapport de résultats par le laboratoire mandaté pour les nouvelles analyses.
- Pour les aldéhydes, en plus du formaldéhyde, on propose d'analyser l'**acétaldéhyde** et l'**acroléine**, qui disposent de valeurs guides indicatives de qualité de l'air intérieur, proposées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses)³. L'acétone est marquée de la présence d'occupants dans les locaux et les concentrations mesurées en décembre 2016 sont classiquement celles mesurées dans les espaces de bureaux et ne reviennent pas de source spécifique. Il est proposé de ne pas le retenir. L'analyse de l'hexaldéhyde ou hexanal, ainsi que celle de la méthyl-éthyl-cétone (MEK) sont plus fiables avec la méthode d'analyse des COV qu'avec celle des aldéhydes ; on propose donc de ne pas prévoir leur analyse avec les aldéhydes. Enfin, il n'est pas recommandé d'analyser les autres aldéhydes recherchés en décembre 2016 et dont les concentrations étaient inférieures à 5 µg/m³ ou non quantifiées.

¹ Décret no 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène

² Rapport TERA Environnement intitulé IQ.LAB.155.08 Rapport d'essais 16-IC-7319 081216 - 1ere campagne

³ <https://www.anses.fr/fr/system/files/VGAI/PublicesJuillet2014.pdf> (depuis la mise en ligne de ce tableau, une valeur guide de qualité de l'air intérieur a été proposée pour l'éthylbenzène par l'Anses).

Compte tenu de la présence de photocopieurs et d'imprimantes, émetteurs potentiels d'ozone dans les locaux, des questionnements posés sur les concentrations intérieures de ce polluant et de l'impossibilité d'exploiter les mesures déjà réalisées dans le bâtiment⁴, il est proposé de réaliser des mesures d'**ozone**.

Enfin, lors de la première campagne de mesure réalisée dans le bâtiment en décembre 2016, les concentrations intérieures en particules (PM_{2,5} et PM₁₀) ont été mesurées. Compte tenu des symptômes rapportés par les occupants du bâtiment et de l'absence de sources spécifiques de particules dans les locaux, il n'apparaît pas nécessaire de prévoir de nouvelles mesures de particules.

3.2.2. Stratégie d'échantillonnage

Représentativité spatiale

La mesure de l'ozone étant liée à la présence de photocopieurs et d'imprimantes, les points retenus par les mesures sont ceux les plus défavorables en termes d'impact possible sur la qualité de l'air intérieur, autrement dit **les zones à proximité de ces appareils**.

Pour les mesures des paramètres d'ambiance, COV et aldéhydes, il est proposé de se baser sur la notion de « zone homogène » utilisée dans le cadre de la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public. On entend par « zone homogène » un bâtiment ou une partie de bâtiment construite à la même période et présentant des propriétés de construction similaires, des rénovations de même nature le cas échéant (rénovation énergétique, changement de fenêtre pour des raisons thermiques ou acoustiques, etc.) et des systèmes de ventilation, chauffage et climatisation de même nature. Si une zone homogène couvre plusieurs étages, il est alors recommandé de réaliser au moins un prélèvement par étage. Dans le contexte du bâtiment « Croix du palais », chaque étage peut être considéré comme représentant une zone homogène. On recommande donc **a minima un point de mesure par étage**.

Pour les étages de bureaux, alimentés par la CTA3, à savoir du rez-de-dalle au 7^{ème} étage, on propose de réaliser les mesures à **la localisation la plus défavorable** en terme de renouvellement d'air, autrement dit au point a priori le plus éloigné de l'extraction et ayant le plus de risque de ne pas bénéficier d'air neuf. Aux 2^{ème} et 3^{ème} étages, on propose un point de mesure optionnel pour compléter le maillage du bâtiment et pour une meilleure représentativité à ces étages les plus vastes.

On privilégie de façon générale les **espaces occupés de façon permanente**. Ainsi les salles de réunion ne sont pas retenues comme espaces à instrumenter.

Enfin, afin de disposer d'une mesure dite « de référence », un point de mesure en extérieur est à prévoir. La majorité des bureaux étant ventilés par la CTA 3, on propose de prévoir le **prélèvement extérieur en toiture** à proximité de la prise d'air de cette CTA.

⁴ Les tubes passifs Radiello ont été exposés moins de 24 heures ce qui est insuffisant pour atteindre une limite de quantification compatible avec les concentrations intérieures en ozone possiblement observées dans un environnement intérieur (rapport TERA Environnement intitulé « IQ.LAB.155.08 Rapport d'essais 16IC7345 201216 - O3 »).

Les points de prélèvement retenus sont présentés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Localisation des points de mesure

COV, aldéhydes et paramètres d'ambiance		Ozone
A minima	En option	
Rez-de-rue : accueil		A proximité des copieurs à chaque étage suivant : Dalle + 1 Dalle + 2 Dalle + 3 Dalle + 4 Dalle + 5 Dalle + 6 Dalle + 7 Soit 7 points de mesure
Mezzanine : standard		
Rez-de-dalle : D2		
Dalle + 1 : bureau 102		
Dalle + 2 : bureau 251	Dalle + 2 : bureau 274	
Dalle + 3 : bureau 341	Dalle + 3 : bureau 318	
Dalle + 4 : bureau 437		
Dalle + 5 : bureau 545		
Dalle + 6 : bureau 661		
Dalle + 7 : bureau 757		
Point extérieur : toiture		
Soit 11 points de mesure		

Pour l'assurance qualité, il est demandé à l'opérateur des prélèvements de réaliser un blanc de terrain (tube transporté mais non exposé) pour les COV et les aldéhydes, respectivement. Ces deux tubes témoins seront par exemple déposés à côté des pompes de prélèvement du 4^{ème} étage.

Représentativité temporelle

Les recherches menées sur la qualité de l'air intérieur montrent une variabilité saisonnière des concentrations, qu'il s'agisse de logements, d'écoles ou de bâtiments de bureaux. De plus, une mise en perspective des concentrations mesurées avec les valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour une exposition chronique nécessite une mesure sur une longue durée, idéalement une année. Le suivi de la qualité de l'air intérieur sur une telle durée n'étant actuellement pas possible à des coûts raisonnables, il est communément accepté de réaliser les mesures à deux saisons contrastées, à savoir en été puis en hiver. La surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public prévoit en effet deux campagnes de mesure : une en période de chauffe et l'autre hors période de chauffe. On recommande ainsi de reproduire la campagne de mesure à deux saisons.

3.2.3. Prélèvement et analyses

Les prélèvements devront impérativement être réalisés pendant une **journée normale d'occupation de chaque espace instrumenté**. On entend par « occupation normale » une occupation où au moins la moitié des occupants des locaux sont présents et où aucun événement spécifique (conférence, réunion, par exemple) ne doit conduire à une présence de personnes supplémentaires dans les espaces instrumentés en nombre supérieur à plus de la moitié des personnes habituellement présentes. Les systèmes de ventilation et de chauffage doivent fonctionner en conditions habituelles pour la période de mesure. En présence d'ouvrants sur l'extérieur, ceux-ci devront préférentiellement être maintenus fermés pendant les prélèvements.

Par ailleurs, afin de représenter la qualité de l'air à laquelle sont exposés les occupants des locaux au cours de leur journée de travail, il est recommandé de conduire les prélèvements sur une durée de **6 heures**. Des prélèvements sur une durée plus courte peuvent être influencés par des événements ponctuels.

Les méthodes de prélèvement et d'analyse recommandées sont les suivantes :

COV : Prélèvement actif sur tubes à charbon actif pendant 6 heures au débit de 20 mL/min, selon la norme NF EN ISO 16017-1⁵. Les analyses devront être réalisées sous 20 jours ouvrés par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire associée à un spectromètre de masse selon la NF EN ISO 16017-1⁵.

Aldéhydes : Prélèvement actif sur cartouches imprégnées à la DNPH pendant 6 heures au débit de 300 mL/min selon la norme NF ISO 16000-3⁶. Les analyses devront être réalisées sous 10 jours ouvrés par chromatographie liquide haute performance, associée à une détection UV selon la norme NF ISO 16000-3⁶.

Ozone : la méthode normalisée pour la mesure de l'ozone met en œuvre des analyseurs permettant une mesure précise et en continu. Cependant, ces appareils volumineux et bruyants ne sont pas adaptés à un environnement intérieur. Un prélèvement passif, par ex. au moyen de tubes Radiello, nécessite une exposition de 5 à 7 jours pour être exploitable. Un tel prélèvement inclut la nuit, période sans fonctionnement des appareils de bureautique, et peut ainsi sous-estimer les concentrations d'exposition. Ainsi, bien que non normalisés à ce jour, il est recommandé, pour répondre au mieux aux questionnements posés par rapport à l'ozone, de mettre en œuvre aux points de prélèvement ciblés l'un des deux microcapteurs d'ozone évalués par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA)⁷. Ces appareils à bas coût restent indicatifs mais ils permettront un suivi en continu sur une journée complète et apparaissent ainsi adaptés à l'évaluation de l'impact des photocopieurs et imprimantes sur la qualité de l'air intérieur dans le bâtiment.

⁵ NF EN ISO 16017-1, Mars 2001, Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Echantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption / désorption thermique / chromatographie en phase gazeuse sur capillaire - Partie 1 : échantillonnage par pompage

⁶ NF ISO 16000-3 Décembre 2011, Air intérieur - Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés dans l'air intérieur et dans l'air des chambres d'essai - Partie 3 : méthode par échantillonnage actif

⁷ http://www.lcsqa.org/system/files/2015_rapport_lcsqa_protocole_evaluation_micro-capteurs.pdf

Annexe 3. Extrait du rapport de l'Apave sur le contrôle réglementaire des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail - 12 juin 2017

3 CRITERES REGLEMENTAIRE A RESPECTER

3.1 Code du travail :

Performances techniques à respecter pour être en conformité au Code du Travail. Les dispositions du Code du Travail s'appliquent aux personnes exerçant une activité salariée dans les différentes catégories de locaux concernés.

Locaux à pollution non spécifique ⁽¹⁾				
Ventilation naturelle permanente	Ouvrants donnant directement sur l'extérieur	Dispositif de commande accessible aux occupants	Travail physique léger	Local d'au moins 15 m ³ par personne
			Autres Locaux	Local d'au moins 24 m ³ par personne
	Ventilation par balayage	<input type="checkbox"/> Locaux réservés à la circulation <input type="checkbox"/> Locaux occupés épisodiquement		Balayage uniquement depuis des locaux à pollution non spécifique
Ventilation mécanique	Air neuf ⁽²⁾	Bureaux, locaux sans travail physique ⁽³⁾	Travail assis du type : écriture, frappe à la machine, dessin, couture, comptabilité.	25 m ³ /h par personne
		Locaux de restauration, de vente ou de réunion ⁽³⁾	Travail assis ou debout du type : assemblage ou triage de matériaux léger, percement ou fraisage de petites pièces, bobinage, usinage avec outils de faible puissance, déplacement occasionnel	30 m ³ /h par personne
		Ateliers et locaux avec travail physique léger ⁽³⁾		45 m ³ /h par personne
		Autres ateliers et locaux ⁽³⁾	Travail soutenu. Travail intense.	60 m ³ /h par personne
	Air recyclé ⁽¹⁾	En application de l'article R. 4222-8 du Code du Travail, l'air recyclé doit être filtré		Filtration considérée comme satisfaisante si le rendement est d'au moins 50 % opacimétrique

4.1 Installation de ventilation CTA ATR.

Les caissons de la centrale de traitement d'air ne présentent pas de défaut majeur, cependant trois points importants sont à soulever :

- La position des prises d'air neuf de la CTA induit de l'air neuf soufflé qui peut à certains moments être pollué par des gaz d'échappements et de la fumée de cigarette lorsque qu'il y a des fumeurs au-dessus de la grille d'air neuf.
- L'air repris de la CTA passe par le réseau de désenfumage de Cependant, les clapets coupe-feu présents pour isoler la CTA du réseau en cas d'incendie sont fonctionnels.
- Les filtres G4 juste après le caisson de mélange sont à remplacés (encrassés).

NOTA : La CTA ATR fonctionnait en tout air neuf le jour de la visite.

En ce qui concerne les débits de ventilation des locaux desservis, les remarques sont les suivantes :

- Les bureaux de consultations sont non conformes en termes de ventilation réglementaire (hormis le bureau RUE 01).
- Il en va de même pour les salles de réunions au R+1 MEZZANINE (hormis les MEZZ 01 et MEZZ 09).

Cela peut s'expliquer par la fermeture presque totale du registre d'air alimentant la partie Nord de la zone. Il conviendra de s'assurer que le registre est suffisamment ouvert.

4.2 Installation de ventilation de la salle COM : CTA salle COM

Les caissons de la centrale de traitement d'air ne présentent pas de défaut majeur, cependant un point important est à soulever :

- La position des prises d'air neuf de la CTA induit de l'air neuf soufflé qui peut à certains moments être pollué par des gaz d'échappements et de la fumée de cigarette lorsque qu'il y a des fumeurs au-dessus de la grille d'air neuf.

Voici les remarques concernant l'analyse des débits mesurés :

- La ventilation de la zone « standard téléphonique » n'est pas conforme en termes de ventilation mécanique et ventilation naturelle.

En comparant les débits mesurés aux débits théoriques, on remarque qu'il y a un déséquilibre en faveur de la salle des commissions.

NOTA : La CTA salle COM fonctionnait en tout air neuf le jour de la visite.

4.3 Installation de ventilation des bureaux : CTA BUREAUX

La CTA BUREAUX n'a pas de défaut majeur. Celle-ci se trouve en terrasse, elle n'a pas la même problématique de prise d'air neuf que les Salles Atr et COM.

L'analyse globale des débits mesurés dans les bureaux indique que la grande majorité de ces locaux sont conformes en ventilation naturelle mais non conforme en ventilation mécanique.

En effet, les débits d'air neuf soufflés sont insuffisants pour assurer un renouvellement d'air hygiénique dans les bureaux. La présence d'ouvrant permet de palier à ce manque mais il conviendra d'ouvrir les ouvrants régulièrement (sur les pauses déjeuner par exemple).

Les salles de réunion « n°N.2 » du D+4 au D+7 sont non conformes.

Seuls les bureaux isolés « n°O.3 » et « n°E.3 » sont conformes par la ventilation mécanique et par la ventilation naturelle (sauf la salle de réunion 7O.3 qui est non conforme).

4.4 Installation de ventilation Caisson d'extraction n°1

Il n'y a pas de défaut majeur sur le caisson d'extraction mais il est à noter que :

- La gaine d'air rejeté du caisson d'extraction n°2 est directement raccordée à la gaine d'air rejeté du caisson d'extraction n°1 et au réseau de désenfumage. Si l'un des deux caissons s'arrête, il y a un risque que l'air vicié retourne dans l'un des locaux desservis. Par ailleurs, il conviendra de s'assurer que lorsque le désenfumage est en fonctionnement, l'air vicié ne puisse être réintroduit des les locaux.

Dans les locaux desservis par le caisson, on remarque :

- Dans les sanitaires au rez-de-rue sud, il n'y a pas de bouche d'extraction sur la partie lavabo.
- Au R+1 Mezzanine, les 2 sanitaires femmes et le sanitaire handicapé hommes sont non conformes.

4.5 Installation de ventilation Caisson d'extraction n°2

Il n'y a pas de défaut majeur sur le caisson d'extraction mais il est à noter que :

- La gaine d'air rejeté du caisson d'extraction n°2 est directement raccordée à la gaine d'air rejeté du caisson d'extraction n°1 et au réseau de désenfumage. Si l'un des deux caissons s'arrête, il y a un risque que l'air vicié retourne dans l'un des locaux desservis. Par ailleurs, il conviendra de s'assurer que lorsque le désenfumage est en fonctionnement, l'air vicié ne puisse être réintroduit des les locaux.

4.6 Installation de ventilation Caisson d'extraction n°3

Aucune observation n'est à signaler sur le caisson d'extraction. Les remarques sur les locaux sont les suivantes :

- Au rez-de-dalle, la ventilation des sanitaires est non conforme. Absence de débit d'air extrait dans les cabinets d'aisances hommes et débit insuffisant dans les sanitaires femmes.
- La ventilation des sanitaires du D+1 au D+7 sont conformes. En revanche, dans la partie lavabo des sanitaires la ventilation est absente.
- Absence de débit d'air extrait dans les locaux ménage du rez-de-dalle au D+7. L'occupation étant épisodique et la ventilation se faisant par balayage naturel depuis le couloir, la ventilation est conforme.

Annexe 4. Rapport d'expertise du CSTB sur l'acoustique du bâtiment

CSTB
le futur en construction

Etude acoustique d'un
espace de bureaux partagé
selon la norme NF S31-199

Offre – 26070057 - 17.000419.01.03

20/07/2017 – Paul Chervin, Jan Jagla



CSTB
le futur en construction

Contenu

1. Description de la méthode	3
2. Analyse de l'aménagement de l'espace de travail	3
3. Respect des critères objectifs	4
1. Niveau de bruit ambiant	5
2. Atténuation poste à poste	7
3. Durée de réverbération	9
4. Décroissance sonore spatiale de la parole	11
4. Résultats des mesures subjectives (GABO)	14
5. Synthèse des résultats et recommandations	16

1. Description de la méthode

Afin de caractériser les qualités acoustiques de l'immeuble de bureaux L..., une campagne de mesures objectives et subjectives a été menée au troisième étage de l'immeuble le 10 juillet 2017. Cet étage est jugé représentatif aussi bien au niveau des activités professionnelles qui y sont exercées, qu'au niveau des aménagements qui y ont été mis en place.

La méthode de caractérisation mise en œuvre est définie dans la norme NF S31-199:2016 Acoustique – Performances acoustiques des espaces ouverts de bureaux. Il s'agit tout d'abord de vérifier certaines recommandations d'aménagement relatives aux dispositions architecturales et la disposition des espaces de travail, des espaces supports et des espaces de détente. Cette analyse est présentée Section 2. Suivant le type d'activité de l'espace de travail, la norme NF S31-199 prévoit des valeurs recommandées pour un certain nombre d'indicateurs acoustiques objectifs tels que la durée de réverbération, la décroissance sonore spatiale, l'atténuation sonore poste à poste et le niveau sonore ambiant moyen. Ces indicateurs ont été mesurés suivant les normes de mesures dédiées et les résultats ainsi que les valeurs cibles sont présentés Section 3. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Dans un troisième temps, le questionnaire GABO (Gène Acoustique en Bureaux Ouverts) a été distribué aux agents travaillant au 3eme étage. Ce questionnaire permet d'estimer un certain nombre d'indicateurs subjectifs relatifs au confort acoustique des occupants de l'espace ouvert. Les résultats du dépouillement de ce questionnaire sont présentés Section 4. Enfin une synthèse des résultats obtenus ainsi qu'un jeu de recommandations permettant d'améliorer le confort acoustique des occupants sont présentés Section 5.

2. Analyse de l'aménagement de l'espace de travail

La norme NFS31-199 définit des recommandations générales sur l'aménagement des espaces de travail. De nombreuses recommandations sont respectées au sein de l'espace de travail étudié. Le tableau ci-dessous synthétise les recommandations partiellement respectées ou non respectées.

Recommandations	Commentaires	
Postes de travail nécessitant une collaboration regroupés.	Les postes de travail sont quasi systématiquement regroupés en groupes de 3 ou 4. Le travail étant peu collaboratif, une disposition en bureaux isolés serait plus judicieuse.	✗
S'assurer que les portes d'accès à l'espace partagé ne sont pas une source de gêne acoustique	Les sons de l'ascenseur desservant les étages ont été adaptés/réduits afin de réduire la gêne occasionnée. Dans l'idéal, un sas muni de portes d'accès silencieuses (ferme-porte avec amortisseurs) devrait séparer l'espace de travail de la zone ascenseur.	✗

20/07/2017 – Acoustique / L... / 00419.01.03

3

Les équipements supports (impression, photocopie) doivent être dans un local séparé de l'espace de travail. Ils doivent bénéficier d'un accès aisé, être munis de portes silencieuses. Les flux de personnes doivent être optimisés de manière à ne pas gêner les postes de travail situés à proximité des espaces supports	Les imprimantes et photocopieuses sont situées dans l'espace de travail, au centre de celui-ci. Des matériaux absorbants ont été placés à proximité des équipements supports, cependant ces dispositions sont clairement insuffisantes.	✗
Les machines à cafés, espaces de pause et de convivialité doivent être localisés à l'extérieur de l'espace ouvert. Ils devront être isolés par des parois présentant un isolement acoustique suffisant (Norme NF S31-080 : $D_{nT,A} \geq 35dB$ pour niveau courant, $D_{nT,A} \geq 40dB$ pour niveau performant ou $D_{nT,A} \geq 45dB$ pour très performant)	Les machines à café et micro-onde sont situées dans l'espace de travail, au centre de celui-ci. Cette disposition est à l'origine de nombreuses émergences sonores (fonctionnement des équipements et discussions entre personnes durant les pauses)	✗
L'espace de travail doit être complété par un nombre suffisant de bureaux de « repli » ou de petites salles de réunions : 1 à 3 espaces de repli/réunion pour 15 postes de travail suivant le type d'activité.	Il n'y a qu'une seule salle de réunion au 3eme étage (capacité 4 personnes). Si cette proportion est la même sur les autres étages, le nombre de salles de réunion est clairement insuffisant compte tenu du nombre de postes de travail (61) par étage.	✗

3. Respect des critères objectifs

L'espace de travail partagé étudié est un espace de travail peu collaboratif (Type 3 selon la norme NFS31-199). Les exigences en termes d'indicateurs acoustiques sont données Tableau 1. Ces exigences concernent quatre indicateurs acoustiques : le niveau de bruit ambiant ($L_{n,eq}$), l'atténuation entre postes de travail (D_n), la durée de réverbération (T_r) et la décroissance sonore spatiale de la parole ($D_{s,p}$). Les quatre sections suivantes détaillent les conditions de mesurage et les valeurs obtenues pour chacun de ces quatre indicateurs.

Matériel utilisé :

- Source omnidirectionnelle (Bruel&Kjaer)
- Sonomètre Bruel&Kjaer 2250
- Microphone Sennheiser MKH 80 (Omnidirectionnel)
- Carte son RME Babyface
- PC d'acquisition

20/07/2017 – Acoustique / L... / 00419.01.03

4

Tableau 1 : Recommandations en termes d'indicateurs acoustiques objectifs pour les bureaux de type trois selon la norme NFS31-199

Interaction	Enjeux acoustiques	Description, critère	Valeurs cibles	Valeurs exigées
Poste	Bonne intelligibilité au niveau du poste de travail	Bruit ambiant faible intelligibilité bonne à excellente à son normal	$40 < L_{n,eq} < 45 dB^*$	
Poste à poste	Besoin de discrétion entre postes intelligibilité moyenne entre les postes	Atténuation élevée		Atténuation (D_n) : 8dB
Au niveau du plateau	Réduire la gêne occasionnée par les conversations provenant des autres services	Atténuer autant que possible l'amplification intrinsèque au local, en réduisant la réverbération Décroissance sonore dans le local par doublement de distance		$L_n < 0,8 s^*$ $T_r < 0,8 s \text{ à } 125Hz$ $D_{s,p} > 7 dB^*$

* Pendant l'activité (voir Annexe D)
* Moyenne arithmétique des durées pour les bandes d'octave centrées sur 250 Hz à 4 000 Hz
* NF EN ISO 3382-3:2013

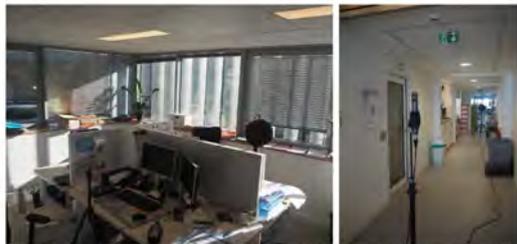


Figure 1 : (Gauche) Illustration du dispositif de mesure pour le D_n et le $D_{s,p}$. (Droite) Illustration du dispositif de mesure pour la durée de réverbération.

1. Niveau de bruit ambiant

La mesure de niveau de bruit ambiant est réalisée avec le sonomètre monté sur un trépied, placé au niveau d'un poste de travail à 1.20m de hauteur (hauteur de la tête d'une personne assise).

Le niveau de bruit ambiant a été mesuré sur une demi-journée de travail (de 13h à 17h15) au niveau du poste de travail 322 (inoccupé). L'occupation de l'espace de travail était d'environ 80% environ : 50 agents présents dans l'espace de travail. La Figure 2 montre l'emplacement de la mesure sur le plateau. La Figure 3 présente l'évolution du bruit ambiant mesuré. L'environnement peut être qualifié de calme. On remarque un niveau légèrement plus élevé jusqu'à 14h, cette période correspond au temps d'entrée dans l'espace ouvert des agents après la pause déjeuner. On remarque également des niveaux plus élevés vers 15h et 15h30.

20/07/2017 – Acoustique / L... / 17.000419.01.03

5

Ces augmentations sont dues aux pauses café des agents. Puis on remarque à nouveau des niveaux légèrement plus élevés à partir de 16h, ce sont principalement le départ du bureau des agents.

Le niveau $L_{n,eq}$ moyen est de 44,3 dBA. Cette valeur est bien comprise dans l'intervalle recommandé (40 à 45 dBA). Le niveau de bruit ambiant est donc conforme à la recommandation de la norme NFS31-199.

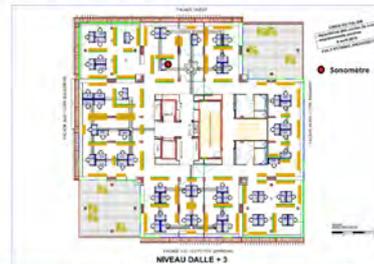


Figure 2 : Emplacement de mesure du niveau de bruit ambiant dans l'espace de travail

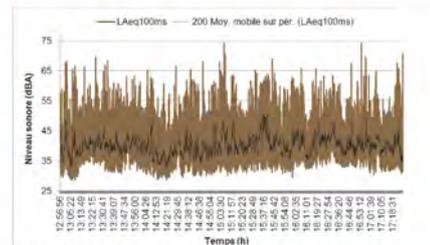


Figure 3 : Evolution temporelle du niveau de bruit ambiant ($L_{Aeq,100ms}$) et moyenne mobile temporelle sur une demi-journée de travail au poste 322.

20/07/2017 – Acoustique / L... / 17.000419.01.03

6

2. Atténuation poste à poste

Les mesures d'atténuation acoustique sont réalisées en émettant un bruit rose calibré sur la source omnidirectionnelle dont le centre est placé au niveau d'un poste de travail à 1,20m de hauteur. Le niveau sonore en chaque point de réception est mesuré à l'aide du sonomètre placé au niveau des différents postes de travail adjacents à 1,20m de hauteur.

L'atténuation entre postes de travail doit être supérieure à 6dB entre un poste de travail et ses postes voisins selon la norme NFS31-199. Dans cette étude, deux groupes de postes de travail ont été testés (voir Figure 4).

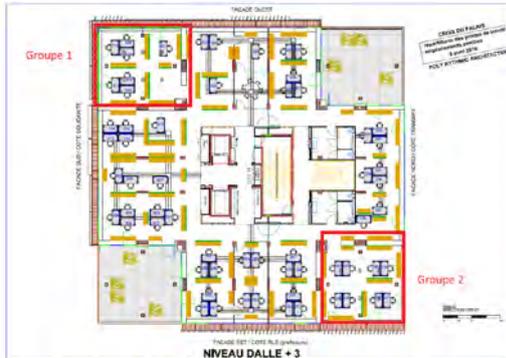


Figure 4 : Groupe de postes de travail testés pour l'atténuation entre postes de travail Dn

Les positions de sources et de récepteurs utilisés sont données sur les Figures 5 et 6. Le Tableau 2 montre les valeurs d'atténuation mesurées.

Les atténuations sont conformes aux recommandations de la norme NFS31-199 sauf lorsque les postes de travail sont accolés. En effet, des bureaux accolés (même séparés par des cloisonnettes de faible hauteur) sont prévus pour des situations de travail collaboratif et non individuel. Toutefois, les cloisons hautes entre les groupes de postes de travail (2,10m de hauteur) sont efficaces et permettent d'obtenir une atténuation acoustique suffisante entre les groupes de postes.

Tableau 2 : Atténuations Dn mesurées

Récepteur	Atténuation Dn (dB)	
	Groupe 1	Groupe 2
R1	1,0	-1,0
R2	0,8	7,7
R3	8,0	8,0
R4	9,3	7,7
R5	8,0	11,1
R6	11,2	7,0
R7	5,6	7,3

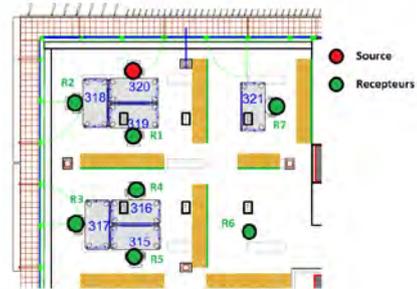


Figure 5 : Positions de la source et des récepteurs pour le groupe 1

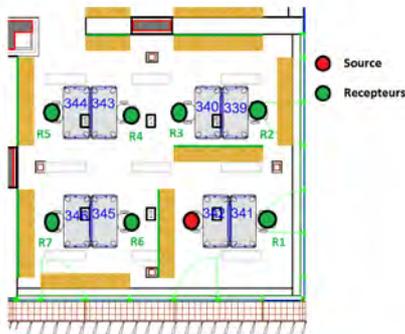


Figure 6 : Positions de la source et des récepteurs pour le groupe 2

3. Durée de réverbération

La durée de réverbération est mesurée avec le logiciel CSTB IRestimate permettant l'acquisition de réponses impulsionnelles en émettant un sine sweep sur une enceinte omnidirectionnelle et en enregistrant le signal reçu avec un microphone omnidirectionnel.

La norme NFS31-199 recommande une durée de réverbération moyenne (aux fréquences de 250Hz à 4000Hz) inférieure à 0,8 seconde et une durée de réverbération en basse fréquence (125Hz) inférieure à 0,8 seconde. Les positions de mesures sont données sur la Figure 7. Les résultats en fonction de la fréquence pour les 6 positions réceptrices sont donnés Figure 8.

On remarque que les recommandations de la norme NFS31-199 sont respectées. Le local pourrait même être moins absorbant, 10 à 20 % des surfaces absorbantes pourraient être retirées sans détériorer la performance acoustique du local.

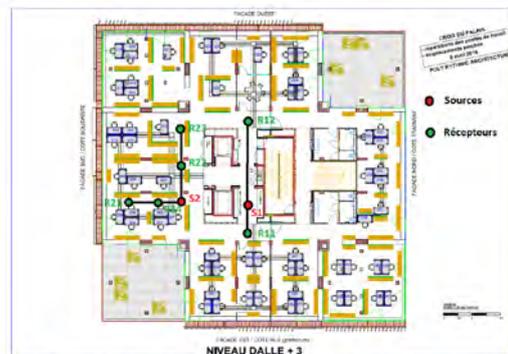


Figure 7 : Positions des sources et des récepteurs pour les mesures de durées de réverbération

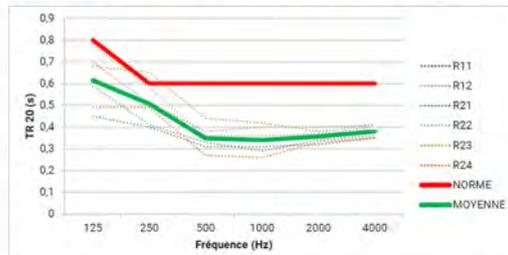


Figure 8 : Durées de réverbération (TR20) en secondes mesurées en chaque position réceptrice en fonction de la fréquence en bande d'octave. La recommandation de la norme et la moyenne des mesures sont données en gras.

4. Décroissance sonore spatiale de la parole

La décroissance sonore spatiale de la parole est mesurée en émettant un bruit rose calibré sur la source omnidirectionnelle placée au niveau d'un poste de travail à 1,20m de hauteur et en mesurant le niveau sonore en octave au niveau d'une trajectoire de récepteurs à l'aide du sonomètre placé au niveau des postes de travail à une hauteur de 1,20m. L'indicateur $D_{2,5}$ correspond à l'atténuation sonore d'un bruit de parole par doublement de distance suivant une trajectoire de postes de travail (norme ISO 3382-3).

La Figure 9 indique les deux trajectoires de mesurage utilisées pour déterminer deux valeurs de $D_{2,5}$ dans l'espace de travail.

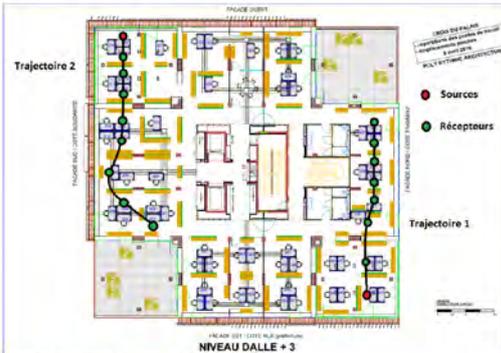


Figure 9 : Trajectoires de mesurage du $D_{2,5}$

Les tableaux 3 et 4 donnent les valeurs de niveaux de bruit de parole pour les deux trajectoires de mesurage. Les figures 10 et 11 affichent ces valeurs en fonction de la distance. Les $D_{2,5}$ sont calculés comme l'atténuation moyenne par doublement de distance.

Les valeurs obtenues sont de 8,9 dB pour la trajectoire 1 et de 9,9 dB pour la trajectoire 2. Ces valeurs sont donc conformes à la norme NFS31-199 qui recommande un $D_{2,5}$ supérieur à 7dB pour les espaces ouverts de type 3. Elles sont même significativement supérieures à la valeur requise ce qui montre que la quantité d'absorbant et le cloisonnement mis en place sont légèrement surdimensionnés.

Tableau 3 : Niveau de bruit de parole au niveau des différents postes de travail de la trajectoire de mesurage 1.

	Distance (m)	$L_{p,A,S,0}$ (dBA)
R1	2.8	48.9
R2	6.8	42.0
R3	8.9	35.9
R4	11.6	31.4
R5	13.6	32.3
R6	15.9	26.7
R7	17.8	25.2

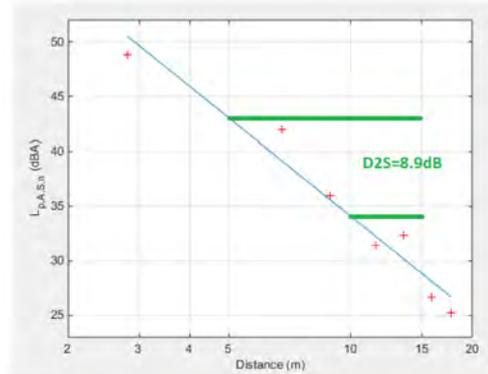


Figure 10 : Niveau de bruit de parole en dBA en fonction de la distance à la source pour la trajectoire de mesurage 1.

Tableau 4 : Niveau de bruit de parole au niveau des différents postes de travail de la trajectoire de mesurage 2.

	Distance (m)	$L_{p,A,S,0}$ (dBA)
R1	1.7	56.6
R2	3.7	48.4
R3	5.8	48.5
R4	9.4	41.6
R5	11.1	36.8
R6	13.7	29.5
R7	15.3	29.8
R8	17.7	23.8
R9	19.9	21.4

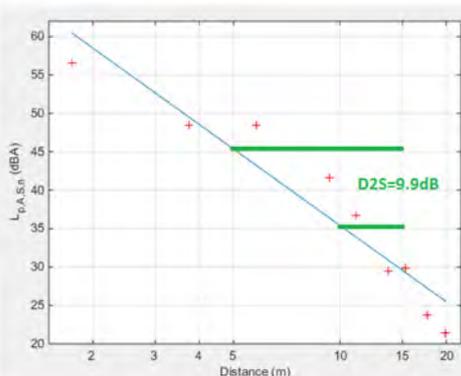


Figure 11: Niveau de bruit de parole en dBA en fonction de la distance à la source pour la trajectoire de mesurage 2.

4. Résultats des mesures subjectives (GABO)

Le questionnaire GABO (Gène Acoustique en Bureaux Ouverts) explicité dans l'Annexe C de la norme NF S 31-199, a été distribué aux agents du 3^{ème} étage où ont été effectuées les mesures de critères acoustiques objectifs. Les résultats de 23 questionnaires ont été analysés. Les résultats les plus pertinents issus de cette étude sont présentés ci-après.

La Figure 12 montre l'évaluation de l'environnement de travail par les salariés. On remarque que l'ensemble des personnes interrogées préféreraient travailler en bureau collectif ou individuel. Cette tendance est fortement corrélée à l'évaluation du contrôle/privacité : les salariés n'ont pas le contrôle de leur espace de travail et manquent de privacité. Il est à noter que les salariés déclarent ne pas pouvoir avoir de conversations privées dans l'espace de travail.

Le confort de l'espace de travail est plutôt bon mis à part la circulation d'air dans l'espace de travail qui a été jugée très faible par les salariés. La satisfaction globale est fortement impactée par le manque de contrôle des salariés sur leur espace de travail ainsi que par le manque de privacité.

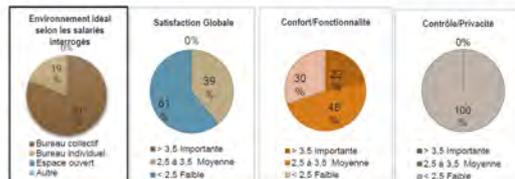


Figure 12 : Evaluation de l'environnement de travail par les salariés

La Figure 13 présente la gêne acoustique liée aux différentes sources de bruit dans l'espace de travail. On remarque que les paroles intelligibles, le passage de personnes, le bruit des machines sont plus gênants que les conversations non intelligibles et les sonneries de téléphones. Il existe différentes solutions permettant de réduire la gêne due à ces différentes sources de bruit :

- L'intelligibilité des bruits de parole, l'émergence des bruits de passage et du bruit des machines peuvent être réduites par une augmentation du bruit de fond continu dans l'espace de travail. En effet, l'absence de bruit de ventilation (pas de système de traitement d'air global) induit des niveaux de bruit de fond extrêmement faibles dans l'espace de travail (mesurés à 21dBa dans la salle de réunion et 28dBa dans l'espace de travail). La moindre source de bruit émerge fortement du bruit de fond est devient gênante pour les salariés, une augmentation du bruit de fond de l'espace de travail par la mise en place d'un système de ventilation ou de masquage sonore actif permettrait de réduire la gêne sonore.

- Les bruits de parole intelligibles et non intelligibles peuvent être réduits par la mise en place de salles de réunion et de pause séparées de l'espace de travail. De plus, la mise en place d'une salle de pause séparée augmenterait fortement le confort des employés en leur offrant un espace où ils pourraient tenir des discussions privées.
- Les bruits de parole intelligible peuvent également être réduits par la mise en place d'une charte de bonne conduite. Des exemples de contenu d'une telle charte issus de la norme NFS31-199 sont donnés en Annexe de ce rapport.
- Les émergences des bruits des machines peuvent être réduites en installant ces équipements dans un local séparé de l'espace de travail.
- L'accès à la terrasse extérieure côté Sud-Est n'est pas délimité. Des postes de travail sont placés à proximité de cet accès induisant une gêne pour les salariés. Un aménagement semblable à celui de la terrasse Nord-Ouest serait préférable.
- L'émergence des sonneries de téléphone peut être réduite en installant un système d'indication visuelle d'appel entrant sur les moniteurs des agents utilisant le plus le téléphone.

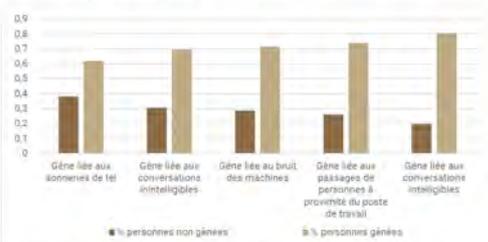


Figure 13. Gêne liée aux différentes sources de bruit dans l'espace de travail.

5. Synthèse des résultats et recommandations

L'espace de travail étudié bénéficie de nombreuses protections acoustiques visant à assurer le confort des employés. L'ensemble des indicateurs acoustiques objectifs mesurés sont conformes aux recommandations de la norme NFS31-199, sauf les atténuations sonores (D_n) entre postes adjacents. Il y a même une marge significative sur des indicateurs tels que la durée de réverbération ou la décroissance sonore spatiale de la parole. Cette marge indique qu'une quantité légèrement moins importante de matériaux absorbants pourrait être utilisée.

Le bruit de fond de l'espace de travail (21 dBA dans la salle de réunion et 28 dBA l'espace de travail) indique que l'espace est très silencieux lorsque les salariés sont absents. Ce bruit de fond très bas est dû à l'importante quantité de matériaux absorbants et à l'absence d'un système de traitement d'air / climatisation. Le faible niveau de bruit de fond implique que le moindre bruit émis dans l'espace de travail émerge fortement du bruit de fond et devient ainsi une source de gêne (conversations intelligibles, passage de personnes et bruit des machines).

Les solutions possibles pouvant améliorer le confort acoustique des salariés sont les suivantes :

- Création d'un espace de pause séparé (local fermé) afin de permettre aux salariés de mener des conversations privées et limiter les conversations intelligibles dans l'espace de travail.
- Création de salles de réunion/repli (locaux fermés) permettant aux salariés de se réunir tout en réduisant les conversations intelligibles dans l'espace de travail.
- Création d'un espace reprographie (local fermé) pour limiter le bruit des machines dans l'espace de travail.
- Mise en place d'un système de ventilation ou de masquage sonore afin d'augmenter légèrement le bruit de fond dans l'espace de travail et ainsi limiter l'émergence de bruit. La mise en place d'un tel système permettrait également de remplacer les émergences sonores extérieures potentiellement gênantes (fenêtres ouvertes) par un bruit de fond continu non gênant et masquant les sources de bruits émergents.
- Optimiser les flux de personne autour des locaux à aménager (espace de pause, réunion reprographie) ainsi qu'à proximité de l'accès à la terrasse Sud-Est.

Annexe : Exemples d'éléments à inclure dans une charte de bon bonne conduite en bureau partagé issus de la norme NFS31-199.

Utilisation collective des espaces ouverts

Il est recommandé de mettre en place une charte d'utilisation des espaces ouverts. Idéalement, celle-ci reflète et synthétise le processus d'accompagnement du projet d'aménagement auprès du personnel concerné.

Elle suppose l'existence de salles de formation, de salles de réunion, de pièces pour du travail individuel exigeant une forte concentration ainsi que des espaces de détente de taille suffisante. L'application de ces règles collectives doit donc être impérativement subordonnée à un aménagement correct de l'espace ouvert (voir l'article 6) et au choix d'un équipement technique et bureautique performants.

La sensibilisation des personnels et du management aux enjeux acoustiques de l'espace ouvert est incontournable. Cela peut éventuellement se traduire par une charte comportementale collective.

Quelques exemples de règles de vie collectives :

- éviter les discussions longues sur le plateau ;
- parler à voix mesurée aussi bien au téléphone qu'entre collègues ;
- éviter de communiquer en se déplaçant ;
- faire les conférences téléphoniques et les réunions dans un bureau fermé ou un espace dédié ;
- éviter de discuter avec les postes éloignés, privilégier les messageries instantanées ou les espaces de réunion ;
- ajuster le niveau sonore du micro casque (micro et écouteur) ;
- diminuer le niveau de la sonnerie du téléphone fixe, favoriser les signaux lumineux ;
- ne pas utiliser le haut-parleur du téléphone ;
- mettre son téléphone portable sur vibreur ;
- lorsqu'un visiteur vient sur le plateau privilégier les espaces de collaboration et annexes pour le recevoir ;
- éviter les briefings individuels ou les formations au poste de travail ;
- ne pas accrocher de documents sur les cloisonnettes et panneaux muraux acoustiques.



Expertise de l'éclairage artificiel de l'immeuble

Mesures in-situ

Rapport final

Michel PERRAUDEAU – Samuel CARRÉ

Christophe MARTINSONS
Chef de la Division Éclairage et Champs Électromagnétiques

N/Réf. DSC/ECE 17.26.C/MP

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
24 Rue Joseph Fourier 38400 SAINT-MARTIN-D'HERES
Tel. : +33 (0)4 76 76 25 25 – www.cstb.fr
MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

Sommaire

- 1 – INTRODUCTION..... 4
- 2 – LE NIVEAU ÉTUDIÉ..... 4
 - 2.1 – L’installation d’éclairage artificiel général..... 5
 - 2.2 – Éclairage des postes de travail..... 7
- 3 – COMMENTAIRES SUR LE DIMENSIONNEMENT DE L’INSTALLATION D’ÉCLAIRAGE À PARTIR DE DIALUX..... 8
 - 3.1 – Espaces "extension"..... 8
 - 3.2 – Autres espaces..... 9
 - 3.3 – Remarque générale..... 10
- 4 – RÉSULTATS DES MESURES..... 11
 - 4.1 – Remarques générales sur les mesures..... 11
 - 4.2 – Le risque associé aux LEDs..... 11
 - 4.2.1 – Lumière bleue..... 11
 - 4.2.1.1 – Les mesures..... 11
 - 4.2.1.2 – Résultats..... 12
 - 4.2.2 – Modulation temporelle de la lumière..... 12
 - 4.3 – L’éclairage artificiel de la salle..... 13
 - 4.3.1 – Les mesures..... 13
 - 4.3.2 – Les résultats..... 14
 - 4.3.2.1 – Éclairements sur les postes de travail..... 14
 - 4.3.2.2 – Luminances dans le champ visuel..... 15
 - 4.4 – L’éclairage naturel du niveau..... 22
- 5 – CONCLUSION..... 23
- ANNEXE 1 – LA NORME EN 12464-1 ET L’ÉCLAIRAGE DES BUREAUX..... 24
- ANNEXE 2 – LA NORME X35-103 ET L’ÉCLAIRAGE DES BUREAUX..... 25

1 – Introduction

Ce rapport est relatif à l’expertise de l’éclairage artificiel d’un niveau de l’immeuble. Cette expertise a été effectuée à partir de mesures in-situ. Cette expertise comporte trois parties : l’analyse du risque éventuel lié aux luminaires LEDs en place, l’éclairage artificiel de la salle et l’éclairage naturel de la classe.

2 – Le niveau étudié

Le niveau qui a fait l’objet de l’expertise éclairage est le niveau Dalle+3 de l’immeuble (Figure 1) dont les façades, à 7° près, font face aux 4 directions cardinales.

Ce niveau s’inscrit à l’intérieur d’un carré d’environ 31 m de côté. L’aménagement intérieur est celui de la Figure 2.

La hauteur sous plafond : 2,50 m dans les parties extension et 2,80 m ailleurs

Les facteurs de réflexion lumineuse ont été évalués comme suit :

- Plafond : 0,8
- Murs : 0,8
- Sol : 0,35
- Poste de travail : 0,65
- Rangements, partie supérieure : 0,45

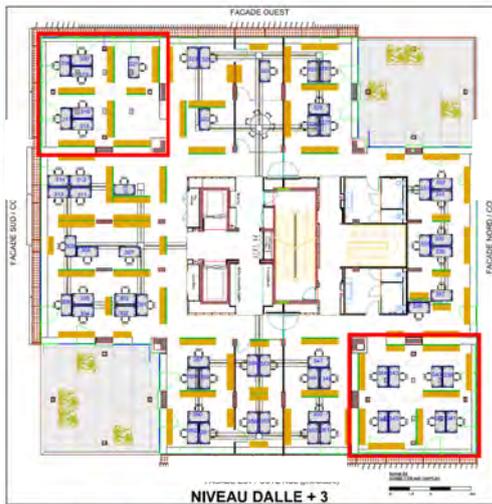


Figure 2 – Aménagement intérieur du niveau Dalle+3 avec repérage des extensions

2.1 – L’installation d’éclairage artificiel général

L’éclairage général est assuré par deux types de luminaires :

- Des luminaires encastrés (à 2,5 m du sol) dans les espaces "extension" :
 - Référence : RZB 311770.002 Sidelite Eco opal
 - Dalle LED
 - Flux : 3 650 lm
 - Classe photométrique : D
 - Puissance : 39 W
 - Dimensions : 1 195 mm x 295 mm
 - Indice de rendu des couleurs : > 80
 - Température de couleur : 3 000 K

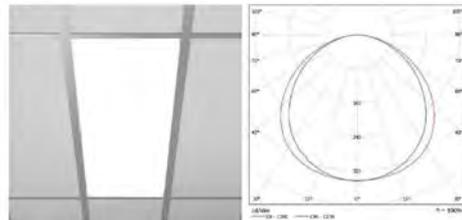


Figure 3 – Le luminaire RZB et son diagramme d’intensité lumineuse

- Des luminaires "suspendus" (encastrés dans un support à 0,35 m du plafond et à 2,45 m du sol) dans les autres espaces
 - Référence : INTEGRAL PPLJO 279/14 09014-04 DE
 - Luminaire LED avec diffuseur opale
 - Flux LED : 4 380 lm
 - Flux lumineux : 2 412 lm (→ rendement luminaire : 55 %)
 - Classe photométrique : C
 - Puissance : 37,1 W
 - Dimensions : 914 mm x 59 mm
 - Température de couleur (mesurée sur place) : 3 000 K

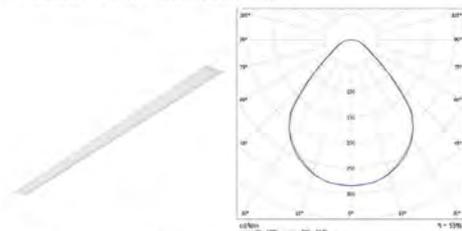


Figure 4 – Le luminaire INTEGRAL et son diagramme d’intensité lumineuse

Le positionnement des luminaires assurant l’éclairage général du niveau est celui de la Figure 5.

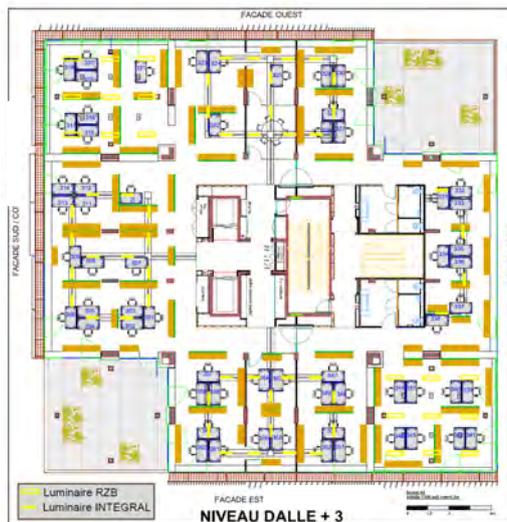


Figure 5 – Implantation des luminaires assurant l'éclairage général

- Des luminaires en partie haute au niveau de l'îlot central du niveau
 - Tubes fluorescents
 - Température de couleur : 2 700 K
 - Éclairage indirect de l'angle entre le haut des murs et le plafond
 - Allumés en permanence

2.2 – Éclairage des postes de travail

Pour assurer l'éclairage de complément au niveau des postes de travail il a été fait appel à deux types de luminaires :

- Luminaires sur pied
 - Référence : REGENT Cambio LED

Ref. DSC/ECE 17.26.C.M.P
octobre 2017

- Luminaire LED direct/indirect
- Répartition direct / indirect : 25 % / 75 %
- Flux lumineux : 9 000 lm
- Intensité lumineuse variable (direct et indirect simultanément)
- Classe photométrique (flux direct) : C
- Puissance totale : 80 W
- Dimensions : 914 mm x 59 mm ; H = 2000 mm
- Indice de Rendu des couleurs : > 86
- Température de couleur : 4 000 K (varie légèrement en fonction du réglage de l'intensité)

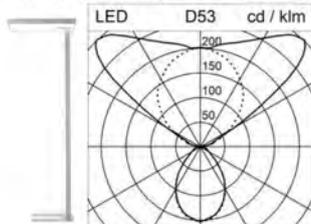


Figure 6 – Le luminaire REGENT et son diagramme d'intensité lumineuse

- Lampe de bureau halogène
 - Température de couleur : 2700 K

3 – Commentaires sur le dimensionnement de l'installation d'éclairage à partir de Dialux

Les éléments des projets Dialux sont ceux qui ont été communiqués au CSTB en mars dernier. Les commentaires portent sur les projets "Calcul éclairage Bureaux zone toile tendue" et "Calcul éclairage extension zone bureau".

Rappel de la norme en termes d'éclairages des bureaux : $E_{norm} = 500 \text{ lx}$, uniformité $\geq 0,7$.

3.1 – Espaces "extension"

Les luminaires utilisés sont ceux décrits en 2.1 (page 5).

L'implantation proposée et les niveaux d'éclairage qui en résultent sont ceux de la Figure 7.

Ref. DSC/ECE 17.26.C.M.P
octobre 2017

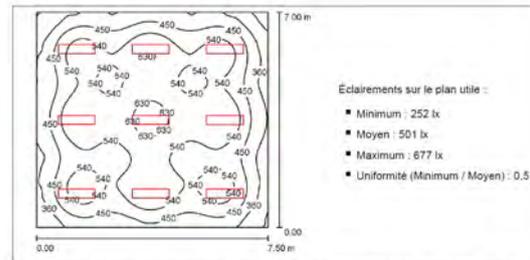


Figure 7 – Implantation et éclairages au niveau du plan utile dans les espaces "extension" (extrait du fichier "Calcul éclairage extension zone bureau.pdf" communiqué)

Les valeurs indiquées à droite des courbes isolux sont relatives à la prise en compte de la totalité de la zone. S'il avait été tenu compte d'une zone périphérique à exclure (car correspondant à des circulations et/ou des éléments de rangement) la valeur moyenne aurait été de l'ordre de 550 lx et l'uniformité aurait été supérieure à 0,7.

3.2 – Autres espaces

Les luminaires utilisés sont ceux décrits en 2.1 (page 6).

En raison de leur classe photométrique (C), qui en fait des luminaires relativement intenses (lumière émise majoritairement à l'aplomb du luminaire), la seule solution pour obtenir un éclairage "uniforme" sur la totalité plan de travail est que l'installation soit la plus régulière possible avec un espacement (de centre à centre) inférieur ou égal à 2 m. Si l'objectif est que le niveau d'éclairage soit respecté uniquement sur les postes de travail l'implantation peut ne pas être régulière, mais la distance entre deux centres de luminaires constitue toujours un élément important.

L'efficacité lumineuse des luminaires INTEGRAL est particulièrement faible (65 lm/W) pour un luminaire LED. Cette efficacité est moins bonne que celle des luminaires à tubes fluorescents T5 (dernière génération) et ne se situe qu'au niveau de celle des meilleurs luminaires à tubes fluorescents T8.

L'implantation proposée et les niveaux d'éclairage qui en résultent sont ceux de la Figure 7.

Ref. DSC/ECE 17.26.C.M.P
octobre 2017

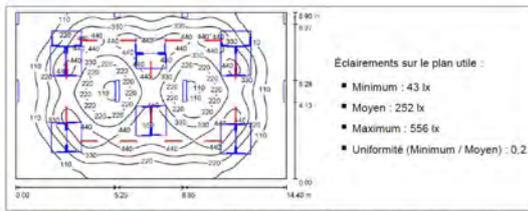


Figure 8 – Implantation et éclairagements au niveau du plan utile dans les autres espaces (extrait du fichier "Calcul éclairage Bureaux zone toile tendue.pdf" communiqué)

Les valeurs indiquées à droite des courbes isolux sont relatives à la prise en compte de la totalité de la zone. Les valeurs d'éclairage sont également fournies pour chacun des 14 postes de travail. L'éclairage moyen sur ces postes est compris entre 256 et 496 lx et l'uniformité sur ces mêmes postes est comprise entre 0,25 et 0,85 (Figure 9).

La diversité des résultats obtenus sur les différents postes de travail s'explique par le fait qu'il n'y a pas cohérence entre l'implantation des luminaires et la position des postes de travail.

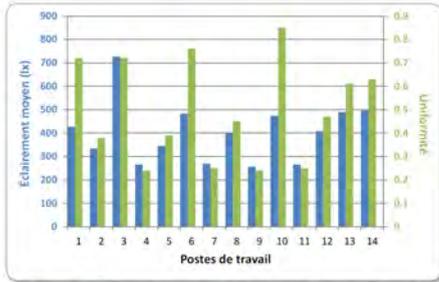


Figure 9 – Éclairage moyen et uniformité pour les 14 postes de travail

3.3 – Remarque générale

Les résultats présentés dans les paragraphes précédents sont issus de calculs effectués avec les facteurs de réflexion standard : 0,7 pour le plafond, 0,5 pour les murs et 0,2 pour le sol. Le plan utile

est un plan utile virtuel. Ceci correspond à la pratique courante en l'absence d'informations particulières sur la nature et la couleur des revêtements de parois qui seront mis en œuvre. Les valeurs réelles des facteurs de réflexion étant plus importantes, la part des interreflexions (échanges entre les surfaces) sera elle aussi plus importante. L'éclairage sur les postes de travail sera plus élevé que calculé ; comme le plan de travail de ces postes a un facteur de réflexion élevé (supérieur à 0,6) il en résultera des luminances (ce qui est perçu par l'œil) fortes qui dans certains cas pourront s'avérer sources d'inconfort visuel.

4 – Résultats des mesures

4.1 – Remarques générales sur les mesures

Les mesures ont été effectuées le jeudi 5 octobre entre 14h30 et 17h30. Durant cette période les conditions météorologiques étaient les suivantes : présence continue d'un fort ensoleillement avec ciel bleu.

Dans ces conditions, pour déterminer ce que l'on a en éclairage artificiel seul, il a fallu, pour chacune des mesures, procéder en deux temps : dans un premier temps, mesure en présence de l'éclairage artificiel et de la lumière du jour, puis, dans un deuxième temps, mesure en présence de la lumière du jour seule. La valeur en éclairage artificiel seul est alors obtenue en faisant la différence entre la première mesure et la deuxième mesure.

Ce mode de fonctionnement (mesure en éclairage artificiel + éclairage naturel et, dans la foulée, mesure en éclairage naturel seul) a été adopté pour espérer avoir des apports de lumière du jour qui ne varient pas trop entre les deux mesures, ce qui permet alors à la différence entre les deux mesures de correspondre au mieux aux apports en lumière artificielle.

4.2 – Le risque associé aux LEDs

4.2.1 – Lumière bleue

4.2.1.1 – Les mesures

Pour déterminer le risque associé à la lumière bleue des LEDs deux types de mesures ont été effectuées : des mesures d'éclairage spectrique d'une part et des mesures de luminances d'autre part.

Les éclairages spectraux ont été mesurés avec un luxmètre Konica Minolta CL 500A. Les informations fournies par l'appareil sont l'éclairage lumineux (en lux), la température de couleur de la lumière (en kelvin), l'indice de rendu des couleurs (ou IRC) et le spectre de la lumière (entre 360 et 780 nm).

Les éclairages ont été mesurés au milieu de chacun des 7 postes de travail retenus. Une mesure a également été effectuée à proximité immédiate de chacun des types de luminaire afin de ne pas avoir d'apports de lumière du jour. Ces dernières mesures servent de référence pour la température de couleur de la lumière LEDs.

Les mesures de luminance ont été effectuées au moyen d'un appareil photo Canon EOS 50D équipé d'un objectif fish-eye de marque Sigma. L'ensemble boîtier + objectif a fait l'objet d'un étalonnage qui permet de l'utiliser comme luminancemètre. À partir de 7 photos correspondant à 7 réglages différents de l'appareil et du logiciel Photolux on obtient la carte des luminances de l'hémisphère vu par l'objectif.

Les luminances ont été mesurées, pour chaque poste de travail, à hauteur d'œil des occupants en position assise face à l'écran (ou aux écrans) plat.

4.2.1.2 – Résultats

Pour évaluer le risque associé aux luminaires LEDs on se réfère à la norme NF EN 62471 "Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes". Cette norme définit 4 groupes de risque allant de 0 (aucun risque) à 3.

Les éclairages mesurés sur les 7 postes de travail sont inférieurs à 800 lx (voir détail en 4.3.2.1).

La température de couleur mesurée à proximité immédiate des luminaires INTEGRAL et R2B est d'environ 3 000 K.

Pour une température de couleur comprise entre 2 850 K et 3 250 K, la valeur limite en termes d'éclairage fixée par la norme est de 1 450 lx pour être dans le groupe de risque 1 (risque faible) de la norme. Les valeurs mesurées sur le plan des tables étant inférieures à 800 lx on se situe au pire dans le groupe de risque 1 de la norme.

Les mesures de luminances permettent de préciser le niveau de risque. Pour une température de couleur comprise entre 2 850 K et 3 250 K, la valeur limite en termes de luminance fixée par la norme est de 145 000 cd/m² pour être dans le groupe de risque 0 de la norme.

Des différents points de vue considérés les valeurs de luminances maximales mesurées sont de l'ordre de 30 000 cd/m². On se situe donc dans le groupe de risque 0 de la norme. Les luminaires LEDs en place ne présentent donc pas, selon la norme, de risque en termes de lumière bleue.

4.2.2 – Modulation temporelle de la lumière

Les sources lumineuses à base de LEDs peuvent présenter un risque de scintillement (ou papillotement, variation de l'intensité lumineuse) en raison de l'ondulation de tension à la sortie de l'alimentation. Chez certaines personnes cela peut entraîner des effets d'inconfort voire de malaise.

Une solution simple pour déterminer si des luminaires LEDs sont susceptibles de produire de tels effets est d'utiliser une "toupie" de contrôle de papillotement (flicker en anglais) comme celle de la Figure 10.



Figure 10 – "Toupie" de contrôle du papillotement

Quand on met la "toupie" en mouvement on observe, en l'absence de papillotement (lumière du jour ou tubes fluorescents haute fréquence par exemple), des anneaux concentriques de niveaux de gris uniformes de plus en plus sombres quand on s'éloigne du centre. Dans le cas contraire on observe des phénomènes de moirage sur un ou plusieurs des anneaux.

En utilisant cette "toupie" à proximité immédiate des différentes sources LEDs aucun phénomène de moirage n'a été observé. Les luminaires ne présentent donc pas de risque visible (perceptible par le système visuel) lié à la modulation temporelle de la lumière. Cette information était présente dans la fiche technique des luminaires sur pied REGENT.

4.3 – L'éclairage artificiel de la salle

4.3.1 – Les mesures

Des mesures, éclairages et luminances (voir en 4.2.1.1 pour les appareils utilisés), ont été effectuées au niveau des 7 postes de travail repérés sur la Figure 11.

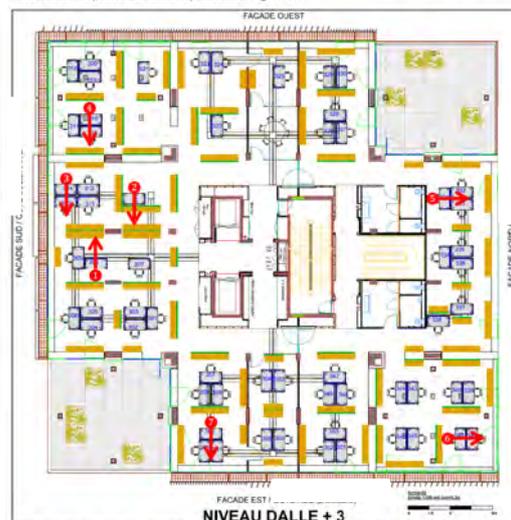


Figure 11 – Repérage des points de mesure d'éclairage et des directions de prise de vue pour l'analyse des luminances dans le champ visuel

Les points ont été choisis pour avoir un échantillonnage des conditions d'éclairage artificiel et du positionnement par rapport aux ouvertures. Ces conditions sont répertoriées dans le Tableau 1.

POINT	ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL*	ÉCLAIRAGE DE BUREAU**	POSITION / OUVERTURES
1	INTEGRAL (←→)		Ouvertures à 3 m sur la gauche
2	INTEGRAL (↓)	REGENT (faible)	Ouvertures à 6 m sur la droite
3	INTEGRAL (↑)		Ouvertures à 1 m sur la droite
4	RZB	Halogène	Ouvertures à 2,5 m sur la droite
5	INTEGRAL (↑)	REGENT (moyen)	Ouvertures à 3 m sur la gauche et à 3,5 m en face
6	RZB	REGENT (faible)	Ouvertures à 2,5 m sur la droite et à 3 m en face
7	INTEGRAL (↑)		Ouvertures à 2,5 m sur la droite et à 3 m en face

* Voir Figure 12 pour le positionnement des luminaires INTEGRAL
 ** Pour les luminaires REGENT l'information entre parenthèses correspond au réglage de l'intensité

Tableau 1 – Caractéristiques des situations d'éclairage pour les 7 postes de travail analysés
 L'éclairage assuré par les luminaires ayant été jugé trop "violent" par de nombreux occupants, des modifications ont été apportées sur plusieurs d'entre eux. Actuellement ces luminaires peuvent se trouver dans les trois positions de la Figure 12.



Figure 12 – Les trois positions possible pour les luminaires INTEGRAL

4.3.2 – Les résultats

4.3.2.1 – Éclairages sur les postes de travail

Les valeurs d'éclairages obtenus sont celles du Tableau 2. Elles sont à comparer avec la valeur recommandée par la norme EN 12464-1 (Annexe 1) qui est de 500 lx.

POINT	ÉCLAIREMENT (lx)		
	ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL	ÉCLAIRAGE DE BUREAU	TOTAL
1	215	/	215
2	311	56	367
3	60	/	60
4	715	75	790
5	195	126	311
6	741	47	788
7	100	/	100

Tableau 2 – Éclairages des 7 postes de travail au niveau du clavier d'ordinateur

Aucune modification n'a été apportée au réglage des luminaires REGENT. Ils ont simplement été allumés ou éteints. L'éclairage général considéré est uniquement composé des luminaires de la zone où se situe le poste de travail.

Pour les postes de travail dans les espaces "extension" (1 et 2), les niveaux sont plus forts que ceux obtenus par le calcul Dialux, en raison des facteurs de réflexion élevés des différentes surfaces.

Pour les postes des autres espaces, dès que les luminaires ne sont plus dirigés vers le bas les niveaux d'éclairages sur le poste de travail sont bien inférieurs à la valeur recommandée. La présence d'un éclairage de complément s'avère alors nécessaire. L'utilisation des luminaires REGENT direct/indirect permet à la fois d'avoir un niveau suffisant (selon le réglage qui est fait) au niveau du poste de travail et de contribuer à l'éclairage ambiant.

4.3.2.2 – Luminances dans le champ visuel

La luminance (lumineuse) caractérise la quantité de lumière émise par une source primaire (une lampe ou un luminaire) ou réfléchi par une source secondaire (toute surface réfléchissant la lumière des sources primaires) dans une direction donnée. C'est la grandeur à laquelle l'œil est sensible.

Pour évaluer le risque d'inconfort visuel à partir des luminances dans le champ visuel on peut se référer à :

- La norme d'ergonomie visuelle X 35-103 (Annexe 2) en ce qui concerne les contrastes de luminances : pour les salles de classe, le rapport entre la luminance des luminaires et la luminance du plafond à proximité ne devrait pas être supérieure à 50.
- L'indice d'éblouissement d'inconfort UGR (Unified Glare Rating) : pour les bureaux il ne devrait pas être supérieur à 19. L'UGR ne s'applique que pour des conditions d'éclairage artificiel.

Sur Figures 13 à 19 on trouvera les cartographies fausses couleurs de luminance obtenues en présence de l'éclairage artificiel et de la lumière du jour transmis par les ouvertures équipées de leur protection solaire. On y trouve également la valeur de l'UGR calculée à partir de la différence entre les cartographies de luminance en éclairage artificiel + éclairage naturel et celles en éclairage naturel seul.

Commentaires sur les cartographies de luminance :

- Aucune valeur d'UGR ne dépasse la valeur de 19 recommandée pour les bureaux. Pour le point 1, l'UGR en présence de l'éclairage de bureau donne une valeur bien plus forte en raison du positionnement de la lampe halogène, dirigée vers l'occupant du poste (Figure 16) !
- Pour les luminaires RZB la luminance maximale depuis les deux points de mesure peut atteindre 8 000 cd.m⁻² ; pour les luminaires INTEGRAL elle peut atteindre 30 000 cd.m⁻² quand le luminaire est dans sa position normale de fonctionnement et peut atteindre 8 000 cd.m⁻² quand il éclaire sur le côté. Dans tous ces cas les contrastes avec le plafond environnant sont trop importants (supérieurs à 50, qui est la valeur recommandée par la norme). Quand les luminaires INTEGRAL sont dirigés vers le haut le rapport entre les zones de plafond éclairées par les luminaires et le plafond proche est seulement de l'ordre de 10. Mais dans ce cas les éclairages des postes de travail peuvent être particulièrement faibles.
- La présence d'un luminaire REGENT, s'il est bien positionné, ne conduit pas à une situation d'UGR inconfortable car il se trouve plutôt dans la région périphérique du champ visuel et que la lumière émise vers le haut permet de maintenir un ratio raisonnable entre la luminance de la partie lumineuse éclairant vers le bas et le plafond.

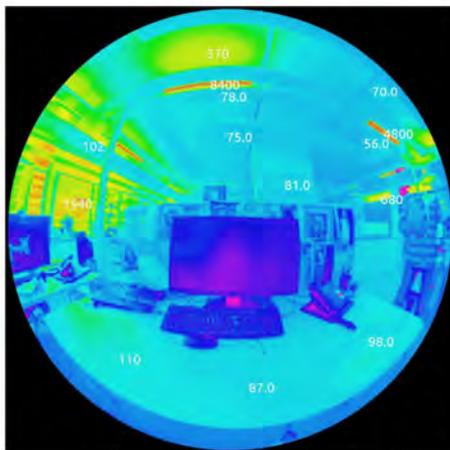


Figure 13 - Carte des luminances artificiel + naturel au point 1
 En la seule présence de l'éclairage artificiel général: UGR = 15

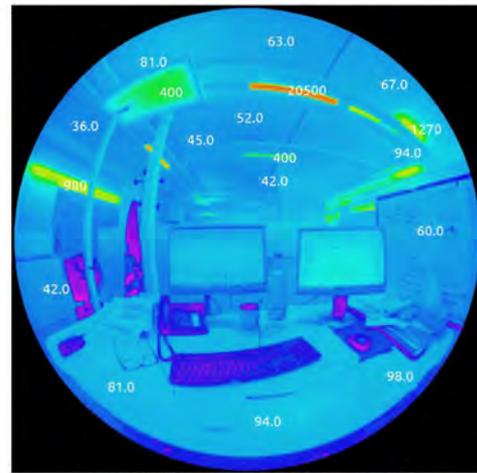


Figure 14 - Carte des luminances artificiel + naturel au point 1
 En la seule présence de l'éclairage artificiel général et de l'éclairage de bureau : UGR = 19

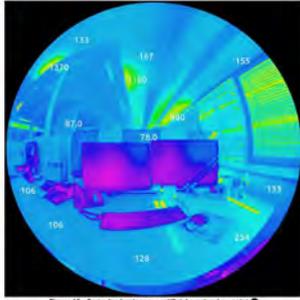


Figure 15 - Carte des luminances artificiel + naturel au point ①
En la seule présence de l'éclairage artificiel général : UGR = 11

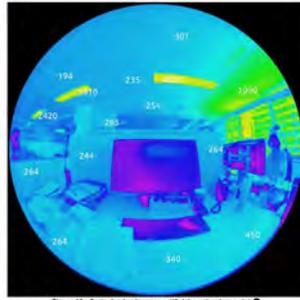


Figure 16 - Carte des luminances artificiel + naturel au point ①
En la seule présence de l'éclairage artificiel général : UGR = 16

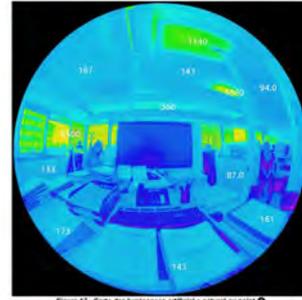


Figure 17 - Carte des luminances artificiel + naturel au point ①
En la seule présence de l'éclairage artificiel général + éclairage de bureau : UGR = 12

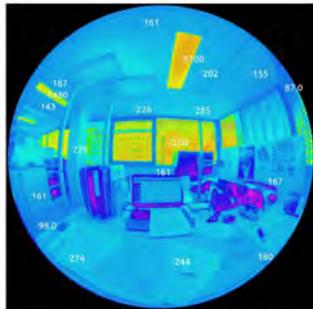


Figure 18 - Carte des luminances artificiel + naturel au point ①
En la seule présence de l'éclairage artificiel général : UGR = 16

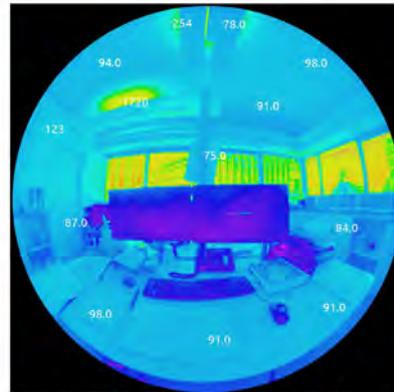


Figure 19 - Carte des luminances artificiel + naturel au point ①
En la seule présence de l'éclairage artificiel général : UGR = 10

4.4 – L'éclairage naturel du niveau

Le bâtiment est très largement vitré avec des postes de travail se situant au maximum à 8 m des ouvertures. Potentiellement, la grande majorité des postes de travail peuvent bénéficier d'apports de lumière du jour satisfaisants. Ces ouvertures permettent également d'avoir accès à la vue vers l'extérieur qui constitue un des critères de qualité de la future norme éclairage naturel.

Les façades Est, Sud et Ouest sont équipées de lames brise-soleil verticales (voir Figure 1). En complément les façades sont équipées de stores vénitiens à lames perforées. Même en position d'occultation totale des ouvertures on peut observer, en raison de la perforation des lames, des valeurs de luminances qui peuvent atteindre 10 000 cd.m⁻².

Pour de nombreux postes de travail, en raison de l'étendue que représentent les ouvertures dans le champ visuel, le risque d'inconfort visuel est non négligeable. De plus dans certains cas, comme au point ①, voir Figure 15) le soleil peut atteindre le plan de travail du poste de travail ou voire même l'écran d'ordinateur.

5 – Conclusion

Des mesures effectuées in-situ on peut faire le constat suivant :

- **Risque lié aux LEDs** : les luminaires LEDs en place (éclairage général et éclairage des postes de travail) ne présentent pas, selon la norme, de risque en termes de lumière bleue : pour la température de la couleur de la lumière émise par les luminaires et pour les éclairagements observés dans la salle, les valeurs de luminances des luminaires sont très largement inférieures au seuil à partir duquel il pourrait y avoir problème. On n'observe pas, non plus, de risque en termes de modulation temporelle de la lumière.
- **Installation d'éclairage général** : elle a été dimensionnée dans des conditions de facteurs de réflexion lumineuse des parois assez éloignées de la situation réelles (l'ensemble des parois est plus clair que les valeurs par défaut). Si l'implantation des luminaires est classique dans les espaces "extension", elle ne fait pas dans les autres espaces et ne permet pas d'assurer un éclairage satisfaisant pour la totalité des postes de travail avec l'aménagement en place. Dans ces espaces, en raison de diverses plaintes d'occupant, une partie des luminaires n'est plus dans la position initiale de fonctionnement : au lieu d'éclairer vers le bas ils sont dirigés soit vers le haut soit vers le côté. Cette solution qui a le mérite de supprimer la source des problèmes, conduit, pour certains postes de travail à des éclairagements bien plus faibles que ceux préconisés. Deux solutions peuvent être envisagées : la généralisation des éclairages de poste de travail ou une réduction du flux lumineux de l'installation d'éclairage général. Pour l'éclairage des postes de travail, le recours à des luminaires direct/indirect à LEDs avec réglage de l'intensité lumineuse par l'occupant du poste, comme c'est le cas actuellement, est nettement préférable à la solution lampe de bureau halogène, même si cette dernière est préférée par certains. Une réduction du flux de l'installation d'éclairage général, couplée avec des luminaires de poste de travail direct/indirect réglables est certainement la solution la plus adaptée pour assurer à chacun un confort visuel adapté. L'intérêt de continuer à avoir un éclairage général, même faible, est que quand seuls quelques luminaires de postes de travail sont en fonctionnement, l'éclairage ambiant reste à un niveau compatible avec ce que la norme préconise.
- **Éclairages en éclairage artificiel** : dans les espaces "extension", en raison de l'implantation des luminaires, les éclairagements sont relativement uniformes avec une valeur moyenne qui peut être jugée trop importante par certains occupants. Dans les autres espaces on observe une grande diversité des éclairagements sur le plan de travail. Celle-ci est la résultante de la position de fonctionnement des luminaires de l'éclairage général, du luminaire de l'éclairage du poste et de son réglage.
- **Luminances en éclairage artificiel** : dans les espaces "extension" comme dans les autres espaces les luminances de luminaires, depuis les postes de travail, peuvent atteindre des valeurs importantes : plus de 8 000 cd/m² dans les espaces "extension" et plus de 30 000 cd/m² dans les autres espaces. Cette valeur de 30 000 justifie pleinement les plaintes relatives aux luminaires RGB. Pour les postes de travail avec de telles valeurs de luminances de luminaires le rapport entre la luminance du luminaire et la luminance du plafond à proximité est supérieur à 50 qui est la valeur limite fixée de la norme. Les luminaires REGENT direct/indirect, même avec l'intensité maximale, ont une luminance qui ne dépasse pas 2 000 cd/m², mais en raison de leur positionnement par rapport à l'occupant du poste (quasiment en dehors du champ visuel ou bien en vision périphérique) ils ne génèrent pas de risque d'inconfort visuel. Quand les luminances dans le champ visuel de l'occupant du poste sont analysées en termes d'indice d'éblouissement UGR on trouve toujours, dans les conditions d'éclairage artificiel en place, que cet indicateur est inférieur à la valeur de 19 à ne pas dépasser pour les bureaux.

Réf. DSC/ECE 17.26.CAMP
octobre 2017

ANNEXE 1 – LA NORME EN 12464-1 ET L'ÉCLAIRAGE DES BUREAUX

Annexe 1.1 - Recommandations pour des activités de bureau (écriture, dactylographie, lecture, traitement de données, salles de conférence et de réunion) :

- **Éclairage moyen à maintenir** : 500 lux. Valeur en dessous laquelle le niveau d'éclairage ne doit jamais descendre quand le matériel (lampe, luminaire) vieillit.
- **UGR limitée** : 19. Indice d'éblouissement en éclairage artificiel.
- **Uniformité de l'éclairage au niveau du poste de travail** : 0,60. Rapport entre l'éclairage minimal et l'éclairage moyen.
- **Indice de rendu des couleurs des sources lumineuses (IRC)** : 80. Toutes les sources lumineuses destinées à l'éclairage des lieux de travail de type bureau ont un IRC ≥ 80.

Annexe 1.2 - Travail sur écran de visualisation

L'éclairage des postes de travail avec écran de visualisation doit être approprié à toutes les tâches exécutées au poste de travail, comme la lecture de l'écran, d'un texte imprimé, l'écriture sur papier, le travail sur clavier.

Les réflexions sur les écrans de visualisation et, dans certains cas, les réflexions sur le clavier peuvent provoquer un éblouissement d'incapacité et un éblouissement d'inconfort. Il est donc nécessaire de choisir, situer et disposer les luminaires de manière à éviter les réflexions de forte luminosité.

ÉTAT DE LUMINANCE ÉLEVÉE DE L'ÉCRAN*	ÉCRAN À HAUTE LUMINANCE L > 200 cd·m ⁻²	ÉCRAN À LUMINANCE MOYENNE L ≤ 200 cd·m ⁻²
Cas A (polarité positive** et exigences normales concernant la couleur et le détail des informations affichées, comme pour les écrans utilisés dans les bureaux, pour l'éducation, etc.)	≤ 3 000 cd·m ⁻²	≤ 1 500 cd·m ⁻²
Cas B (polarité négative** et/ou exigences plus élevées concernant la couleur et le détail des informations affichées, comme pour les écrans utilisés pour le contrôle des couleurs en conception assistée par ordinateur etc.)	≤ 1 500 cd·m ⁻²	≤ 1 000 cd·m ⁻²

* L'état de luminance élevée de l'écran décrit la luminance maximale de la partie blanche de l'écran, cette valeur étant fournie par le fabricant de l'écran.
** Polarité positive : caractères foncés sur fond pâle ; polarité négative : caractères pâles sur fond sombre

S'il est envisagé d'utiliser un écran à luminance élevée à des luminances inférieures à 200 cd·m⁻², les conditions spécifiées pour un écran à luminance moyenne doivent être considérées.

Réf. DSC/ECE 17.26.CAMP
octobre 2017

ANNEXE 2 – LA NORME X35-103 ET L'ÉCLAIRAGE DES BUREAUX

Annexe 2.1 - Niveaux d'éclairage

Les valeurs d'éclairage recommandées sont celles de la norme EN 12464-1.

L'éclairage naturel maîtrisé permet d'améliorer le confort et la performance visuelle.

L'éclairage artificiel vient compléter ou se substituer à l'éclairage naturel, quand celui-ci ne peut assurer à lui seul le confort visuel de façon satisfaisante. Aussi, les niveaux d'éclairage en éclairage artificiel doivent être prévus en tenant compte des conditions d'éclairage naturel les plus défavorables qui peuvent être rencontrées.

Ces conditions correspondent en général à l'absence de lumière naturelle : travail l'hiver en fin ou début de journée, travail de nuit.

L'éclairage doit être adapté en cas de changement d'activité sur le poste de travail.

L'existence de baies vitrées dans un local n'est pas seulement utile pour l'apport de lumière, mais aussi pour son incidence psychologique favorable du contact visuel extérieur à hauteur des yeux. À contrario, les prises de jour ne doivent pas être des sources d'inconfort visuel du fait du déséquilibre des rapports de luminances qu'elles sont susceptibles de générer.

La perception visuelle d'une tâche de travail est influencée par son environnement lumineux. Le rapport d'éclairage à respecter entre la tâche et son environnement immédiat doit être de 1 à 2.

Dans le cadre de déplacements de l'opérateur d'une zone à une autre, le rapport d'éclairage à respecter doit être de 1 à 5.

En vision rapprochée dans la zone de travail, le facteur d'uniformité doit être supérieur ou égal à 0,7.

Cependant, ces rapports d'éclairage peuvent être associés à des rapports de luminance excessifs susceptibles d'entraîner un inconfort visuel.

Pour les bureaux la valeur recommandée par la norme EN 12464-1 est de 500 lux.

Annexe 2.2 - Influence des conditions réelles

Les valeurs d'éclairage moyen à maintenir proposées par la norme NF EN 12464-1 doivent être corrigées en tenant compte des trois conditions suivantes :

- **opérateur âgé de plus de 45 ans** : la performance visuelle s'altère avec l'âge. Aussi convient-il, en présence d'opérateurs âgés de plus de 45 ans, d'augmenter le niveau d'éclairage pour leur permettre de mieux percevoir les détails
- **tâche visuelle** : les détails sont de petite dimension, les contrastes de luminances de la tâche visuelle sont particulièrement faibles et la tâche est exécutée sur une longue durée.
- **Situation à risque** : possibilité d'erreur liée à une mauvaise perception visuelle susceptible d'avoir des conséquences graves en termes d'accidentologie, de qualité du produit et de coût.

Dans les bureaux, pour des personnes de plus de 45 ans le niveau d'éclairage doit être porté de 500 à 750 lux.

Réf. DSC/ECE 17.26.CAMP
octobre 2017

Annexe 2.3 - Facteurs de réflexions des parois intérieures

Les valeurs recommandées de facteurs de réflexion dans un local sont les suivantes :

- plafond : 0,7 à 0,9 ;
- murs : 0,5 à 0,8 ;
- plan de travail : 0,3 à 0,6 ;
- sol : 0,2 à 0,4.

Annexe 2.4 - Rapports de luminances

Les rapports de luminance préconisés sont ceux du tableau suivant.

Localisation	Exigence visuelle		
	Forte	Moyenne	Faible
Entre la zone de travail et la zone périphérique	Entre 1 et 5	Entre 1 et 10	Entre 1 et 20
Entre la zone de travail et son environnement immédiat	Entre 1 et 3	Entre 1 et 5	Entre 1 et 10
Entre un luminaire et son pourtour	< 20	< 50	< 80
Entre une baie vitrée et les murs adjacents	< 20	< 50	< 100

Pour les bureaux, pour lesquels l'UGR limite préconisée est de 19, ce sont les rapports de exigence moyenne qui doivent être respectés.

Réf. DSC/ECE 17.26.CAMP
octobre 2017

Annexe 6. Fil info 1 et 2 pour informer les salariés quant à l'avancée des investigations du Gast



L'Agence régionale de santé (ARS) de Nouvelle Aquitaine et l'antenne régionale de Santé publique France (Cire), en lien avec la Direction régionale du travail (Direccte) et le Centre de recherche et études sur les vulnérabilités sociales et la santé publique (REVeSS) vous proposent ce « Fil info » afin de vous apporter une information concernant la prise en charge et les investigations menées suite aux événements de santé survenus au sein du bâtiment

► Mise en place préalable d'une cellule de coordination

Afin de coordonner les actions de gestion pouvant être mises en place et garantir une cohérence dans les actions de communication, une **cellule de coordination interdisciplinaire** a été mise en place. Celle-ci se compose des personnes en charge de la gestion des lieux et des personnes extérieures, chargées de mener une expertise indépendante par la mise en place de différentes investigations.

Cette cellule s'est déjà réunie à trois reprises et intervient régulièrement au sein du CHSCT ou auprès des salariés.

Composition de la cellule de coordination :

Décideurs et gestionnaires du
Évaluateurs extérieurs
- C. Castor : épidémiologiste, Santé publique France Nouvelle Aquitaine - F. Chemin : resp. pôle santé publique et santé environnementale, ARS NA 33 - F. Jouanhoua : ingénieur d'études sanitaires, ARS NA 33 - C. Verdun-Esquer : Médecin, Service de Médecine du Travail et Pathologie Professionnelle, CHU de Bordeaux - G. Raffalovich : ingénieure Direccte - M. Querre, Docteur en anthropologie sociale, Centre de recherche et études sur les vulnérabilités sociales et la santé publique (REVeSS)

► Investigations mises en place

→ Volet environnemental

Une évaluation des premiers éléments disponibles a été réalisée. L'ARS et la Direccte ont demandé des expertises complémentaires afin d'obtenir un diagnostic approfondi portant plus particulièrement sur la ventilation, la qualité de l'air intérieur mais aussi sur l'éclairage et l'acoustique. A cet effet, des contacts ont été pris par l'ARS puis auprès du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Par ailleurs, pour faire suite à la demande du CHSCT, une évaluation des champs électromagnétiques a été réalisée par Bordeaux Métropole qui n'a pas relevé, à l'intérieur du bâtiment, de champ électromagnétique ambiant : toutes les mesures étaient inférieures à 0,2V/m. Cette première approche sera prochainement complétée par des mesures réalisées par l'Agence Nationale des Fréquences.

→ Volet sanitaire

Afin de mieux comprendre l'origine des malaises, des investigations épidémiologiques sont en cours de réalisation. Après avoir réalisé un premier état des lieux auprès de la médecine du travail, la Cire a souhaité réaliser une analyse complète de la situation en proposant à chaque salarié du bâtiment de répondre de manière anonyme à un questionnaire en ligne. Ce questionnaire porte principalement sur les problèmes de santé, les gênes ressenties et les conditions de travail. A ce jour, 265 questionnaires ont été remplis. Les informations concernant le numéro de votre bureau n'a aucune vocation à vous identifier individuellement et n'est traité que par les équipes de la Cellule. Leur vocation est d'envisager l'hypothèse d'une association de symptômes à un espace spécifique. Des premiers éléments d'analyse seront disponibles au cours du mois de mai.

→ Volet socio-anthropologique

Afin de compléter les investigations sanitaires et environnementales un état des lieux élaboré avec les salariés par Madame Querre, Docteur en socio-anthropologie a également été mis en œuvre. Cet état des lieux est réalisé sur la base du vécu et du ressenti des salariés. Madame Querre est présente sur site depuis le lundi 10 avril jusqu'au vendredi 5 mai. A ce jour, 103 personnes ont été rencontrées et environ 90 personnes représentées. L'état des lieux qualitatif sera présenté courant du mois de mai.

Suite à une rumeur revenue à Mme Querre, nous vous informons qu'elle n'a pas eu de malaise depuis sa présence sur site. En revanche, certains salariés ont encore rapporté la survenue de problèmes de santé au cours des dernières semaines.

**Une information de la cellule de coordination sera réalisée auprès des salariés
vendredi 12 mai de 10h30 à 11h30**

L'Agence régionale de santé (ARS) de Nouvelle Aquitaine et l'antenne régionale de Santé publique France (Cire), en lien avec la Direction régionale du travail (Direccte), le Centre de recherche et études sur les vulnérabilités sociales et la santé publique (REVeSS) et la Consultation des pathologies professionnelles du CHU de Bordeaux vous proposent ce « Fil info » afin de vous apporter une information concernant la prise en charge et les investigations menées suite aux évènements de santé survenus au sein du bâtiment

► Réunion d'information auprès des salariés le vendredi 7 juillet de 13h30 à 15h30

À cette occasion, les résultats des différentes investigations seront présentés ainsi que les recommandations préconisées et les actions qui pourront être mises en place, certaines ayant déjà été initiées. Nous sommes conscients que cette date puisse paraître lointaine mais elle nous permettra de prendre en compte des éléments d'expertise du bâtiment qui sont encore en attente. Dans l'attente de cette réunion, nous vous proposons donc un point d'information intermédiaire par ce Fil Info.

► Mise en œuvre du volet sociologique

De la mi-avril à la mi-mai, une socio-anthropologue, Madina Querre, a proposé aux salariés du bâtiment des entretiens individuels ou collectifs afin d'établir avec les agents du bâtiment un état des lieux de leur vécu et de leur ressenti depuis leur arrivée dans le bâtiment. A cette occasion, 124 personnes ont été rencontrées. Tous les étages ont été représentés ainsi que les différentes catégories professionnelles. Une première catégorie des réponses a concerné spécifiquement les sensations ressenties : évocation de divers symptômes, sensation d'isolement et de perte de lien social avec les collègues, gênes liées au bâtiment (odeurs, luminosité, températures...). Une seconde thématique très importante est ressortie de l'ensemble des entretiens (98%) : l'ergonomie et l'usage du bâtiment qui ont donné lieu à d'importants développements avec des propositions d'amélioration. Le troisième thème émergent a concerné la problématique des modalités de communication (outils, qualité, réactivité) entre l'institution et ses agents. En quatrième lieu, les entretiens ont fait apparaître des difficultés liées à l'organisation. Une série de questionnements restés sans réponse pour les agents a également été recueillie et pourra être mise en débat lors de la restitution. Il ressort de cet état des lieux un réel engagement des agents pour poursuivre, malgré tout, un service de qualité. Un chronogramme, retraçant l'historique des différents évènements, ainsi que l'intégralité de l'état des lieux sociologique seront mis à disposition des agents et des responsables le 7 juillet.

► Mise en place d'une enquête épidémiologique

Les salariés ont été invités à répondre à un questionnaire d'enquête en ligne portant sur la survenue de symptômes d'octobre à avril, et des gênes ressenties pouvant être liées à l'environnement de travail. Au total, 275 personnes ont répondu au questionnaire (taux de réponse de 66 %). Sur ces 275 personnes, 78 % avaient présenté des symptômes au moins une fois au cours des derniers mois. Les symptômes les plus fréquents étaient les céphalées, l'asthénie, et les picotements oculaires. Majoritairement, les symptômes étaient liés à la fréquentation du bâtiment (disparition en quittant le bâtiment ou en ouvrant les fenêtres). Tous les étages ont été concernés, dont certains de manière un peu plus importante. La moitié des personnes ont dû consulter leur médecin généraliste en raison de ces symptômes. Au niveau des gênes ressenties, près des deux tiers étaient incommodés par les éclairages (LED, réverbération...) et le bruit, un peu moins de la moitié par la température ambiante et plus de 20 % par la ventilation. Une grande majorité, plus de 80 %, ont perçu des odeurs principalement au niveau du hall d'accueil mais aussi dans les escaliers ou au niveau de la mezzanine. Sur les 92 % des travaillant dans un open space, les aspects négatifs (difficulté de concentration, bruit, manque d'intimité, problème de circulation dans l'espace) étaient globalement bien plus importants que les aspects positifs. Moins d'un tiers apprécient quand même la proximité avec leurs collègues et la convivialité. Ces résultats seront présentés de manière plus détaillée le 7 juillet.

► Poursuite des investigations environnementales

L'Apave, organisme accrédité pour vérifier la conformité au code du travail des installations de ventilation est intervenu le 25 mai. Le rapport de l'Apave, transmis le 12 juin, a mis en évidence un certain nombre d'améliorations à apporter, notamment le réglage du débit ou la ventilation des salles de réunion. Pour mettre en œuvre ces améliorations, une expertise du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) a été demandée. Cette expertise porte également sur l'éclairage et l'acoustique. Ces expertises ont déjà commencé et donneront lieu à un rapport détaillé avec des recommandations et une proposition de stratégie d'échantillonnage pour une nouvelle campagne de mesure de la qualité de l'air intérieur. Dans l'attente de l'expertise finale et de cette nouvelle campagne d'analyses, des mesures (augmentation du débit d'air) ont été mises en place dans le bâtiment.

La prochaine réunion de la cellule de coordination est prévue le mardi 27 juin. Elle permettra notamment d'acter les premières recommandations et un premier plan d'actions, certaines ayant déjà été mises en place. Nous continuons à suivre la situation au sein du bâtiment. Ainsi le nous a fait part de l'inconfort subi par les salariés du bâtiment et des actions mises en place pour le diminuer (ventilateur, brumisateur, ouverture des fenêtres tôt le matin).