

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

« Diagnostic des installations de ventilation de la tour Sequoia à la Défense »

Numéro de la procédure :

SG-SAD3-044-24

TABLE DES MATIERES

1	Préambule	3
1.1	Contexte de l'opération et objet du marché	3
1.2	Intervenants.....	3
2	Liste des annexes du présent cahier des charges	4
3	MISSION.....	5
3.1	Objet du marché.....	5
3.2	Périmètre et contexte de l'opération	5
3.2.1	Repérage et description de la Tour SEQUOIA	5
3.2.2	Contexte réglementaire	7
3.2.3	Descriptif des installations à étudier	8
3.2.4	Etat des installations.....	12
3.2.5	Scénarios de densification envisagés	13
3.3	Contenu de la mission.....	14
3.3.1	Préalable.....	14
3.3.2	Mission 1 : Diagnostic des installations	14
3.3.3	Mission 2 – Etude de faisabilité des scénarios de densification.....	15
3.4	Période d'intervention et délais d'exécution.....	15

1 PREAMBULE

1.1 Contexte de l'opération et objet du marché

L'état a signé en décembre 2014 un bail locatif pour la tour SEQUOIA (anciennement Tour « Esplanade » construite en 1989) située au 1 place Carpeaux à Puteaux (quartier la Défense) prenant effet au 1er juillet 2014. Ce bail comportait une option d'achat, qui a été levée le 30 juin 2015. Cette tour abrite depuis certains services du Ministère de la transition écologique.

L'enveloppe présentant aujourd'hui un certain nombre de désordres, notamment d'étanchéité, ainsi qu'une performance énergétique médiocre, il est prévu une opération de remplacement/rénovation des façades de la tour, pouvant être associée à d'autres actions de rénovation dans l'objectif d'amélioration des performances énergétiques du bâtiment.

En parallèle, le pôle ministériel envisage une densification de la Tour Sequoia, avec plusieurs possibilités de réaménagement. En application du code du travail imposant des débits minimum d'air neuf pour chaque occupant, une analyse de la distribution d'air neuf de la tour et de ses possibilités d'évolution est nécessaire pour étudier la faisabilité de la densification de la tour.

Dans ce cadre, le présent cahier des charges a pour objet le diagnostic, puis la réalisation d'une étude de faisabilité sur les installations de ventilation et d'apport d'air neuf de la tour, en vue de la densification de la tour.

1.2 Intervenants

Les travaux de réhabilitation des sites s'inscrivent dans une démarche de protection de l'environnement.

Maître d'ouvrage :

Ministère du Partenariat avec les territoires et de la Décentralisation
Ministère de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques
Ministère du Logement et de la Rénovation urbaine
Secrétariat Général – Sous-direction de l'Environnement de travail et de l'immobilier opérationnel – Département de
l'Immobilier Opérationnel – Bureau de la Maîtrise D'ouvrage
Grande Arche – paroi sud
92 055 La Défense cedex
Email : maxime.jourdain@developpement-durable.gouv.fr

Assistant au maître d'ouvrage (AMO) :

Kardham Pôle Conseil
10 rue du Débarcadère – 75017 Paris
Contact : Arthur MATRAT – Chef

2 LISTE DES ANNEXES DU PRESENT CAHIER DES CHARGES

- Annexe 1 Fiches techniques :
 - 1.1MTA
 - 1.2Régulateur 40 m3/h
 - 1.3BDV
 - 1.4CTA
 - 1.5GTB (partiel)
- Annexe 2 Synoptique
 - Air neuf (incomplet)
- Annexe 3 Analyse fonctionnelle
 - CTA air neuf (DOE travaux 2014)
- Annexe 4 Diagnostics
 - 4.1 Diagnostic ALTERNET (2016)
 - 4.2 Diagnostic LHIRR (2023)
- Annexe 5 Rapports périodiques
 - Contrôles APAVE (2023)

3 MISSION

Il est attendu la tenue d'une réunion de lancement et de restitution. Le prestataire inclut dans sa prestation les réunions de travail qu'il juge nécessaires.

3.1 Objet du marché

La mission demandée vise à réaliser :

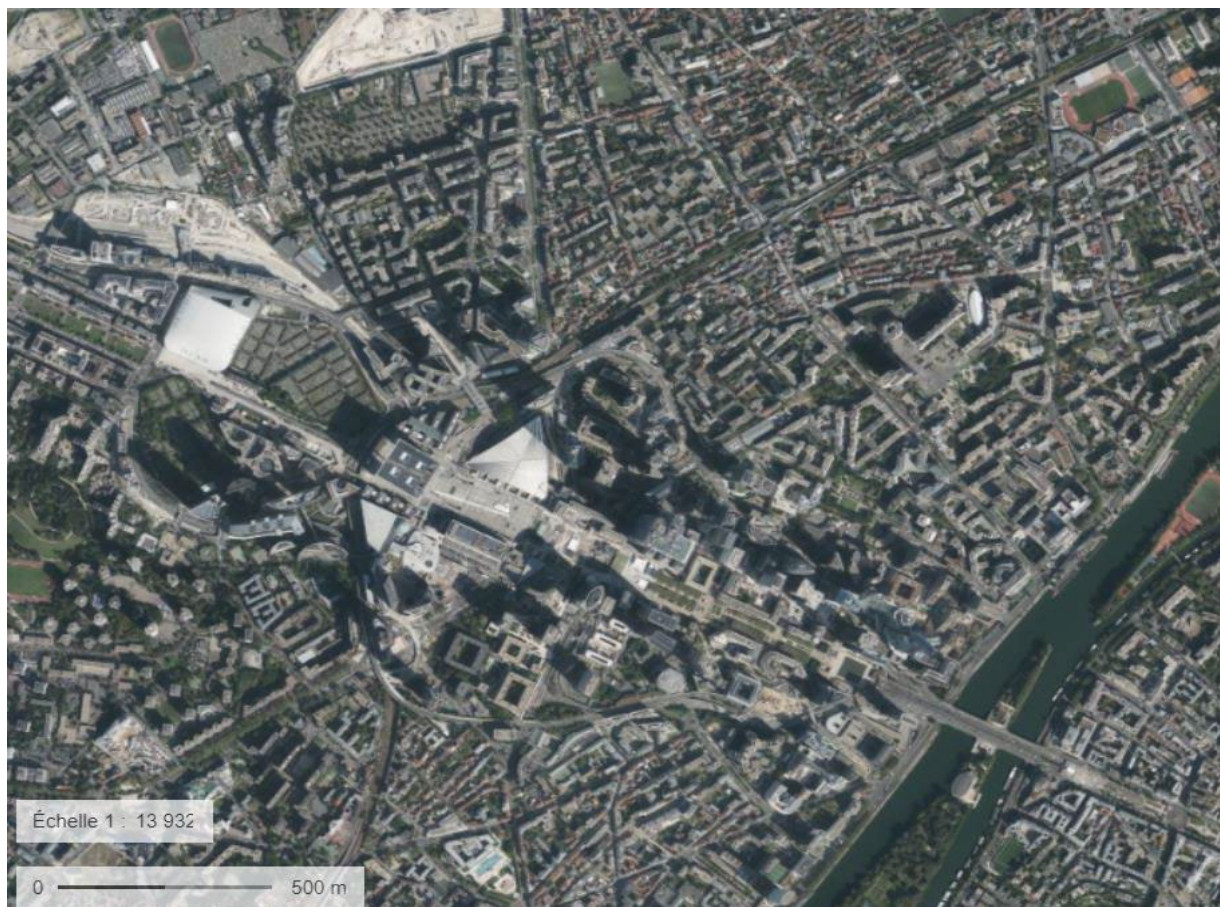
- Un diagnostic des installations existantes de ventilation/d'apport d'air neuf
- Une étude de faisabilité sur les installations de ventilation et d'apport d'air neuf de la tour, en vue de la densification de la tour

3.2 Périmètre et contexte de l'opération

La tour SEQUOIA est implantée sur la place Carpeaux à Puteaux (92) dans le quartier de la Défense. Elle se situe à proximité immédiate du CNIT, et est desservie en infrastructure par la voie carpeaux actuellement en travaux. Enfin, le boulevard circulaire de la Défense (boulevard Patrick Devedjian) passe à proximité de la Tour.

3.2.1 Repérage et description de la Tour SEQUOIA

→ Plan de situation de la tour SEQUOIA (Puteaux – 92)





Les principales caractéristiques de la tour sont les suivantes :

Tour SEQUOIA	Tour bâtie en 1990 (Architectes : Andrault et Parat)
Hauteur	Tour de 119m
Niveaux	Rez de dalle et 33 niveaux en superstructure 3 niveaux en dessous du Rez de dalle 2 étages de parking en sous-sols (accès non direct)
Surfaces bâtiment	Surface Hors Oeuvre Nette (SHON): 56 578m ² Surface De Plancher (SDP): 57 830 m ² Surface Utile Brute (SUB): 51 936 m ²
Surface/niveau	R0: 1648 m ² SDP R1: 2776 m ² SDP R2: 2887 m ² SDP RDD: 1560 m ² SDP 1er étage: 1183 m ² SDP 2ème au 22ème étage: 1550 m ² SDP 23 au 28ème étage: 1607 m ² SDP 29 au 32ème étage: 1354 à 1357m ² SDP Terrasse: 194 m ² SDP



3.2.2 Contexte réglementaire

➤ Débit minimal d'air neuf

Le Livre II du code du travail précise pour une ventilation mécanique un débit d'air neuf minimal de 25M3/h/occupant pour un travail de bureau et 30m3/h/occupant pour les salles de réunion.

A noter que ce débit, fixé en 1985 à partir d'études sur la concentration en ppm de Co2 dans les locaux, figure parmi les plus faibles en Europe dont la moyenne se situe autour de 40m3/h (source : INRS).

➤ Vérifications obligatoires

Les articles 2 et 3 de l'Arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail imposent :

- La tenue d'un dossier de l'installation comportant un dossier de valeurs de référence garantissant le bon apport d'air neuf aux occupants et servant de notice aux contrôles :
 - Débit global minimal d'air neuf ;
 - Débit minimal d'air neuf par local ;
 - Pressions statiques ou vitesses d'air, en des points caractéristiques des installations, associées à des débits ;
 - Caractéristiques des filtres installés, classe d'efficacité, perte de charge initiale et maximale admise.
- Le contrôle annuel des installations.

Sur la Tour Sequoia, les contrôles sont réalisés annuellement, mais le dossier de référence n'étant pas constitué, le vérificateur ayant une connaissance de l'installation sommaire affiche des mesures d'air neuf par occupant qui peuvent

êtres faussés.

En outre, les dossiers de maintenance ne permettent pas de vérifier le bon fonctionnement de l'apport d'air neuf jusqu'aux bouches.

➤ Décret tertiaire

La Tour SEQUOIA est soumise au décret tertiaire (décret d'application de la loi ELAN du 23 juillet 2019). La présente étude prend en compte les potentiels impacts sur les consommations énergétiques du bâtiment.

3.2.3 Descriptif des installations à étudier

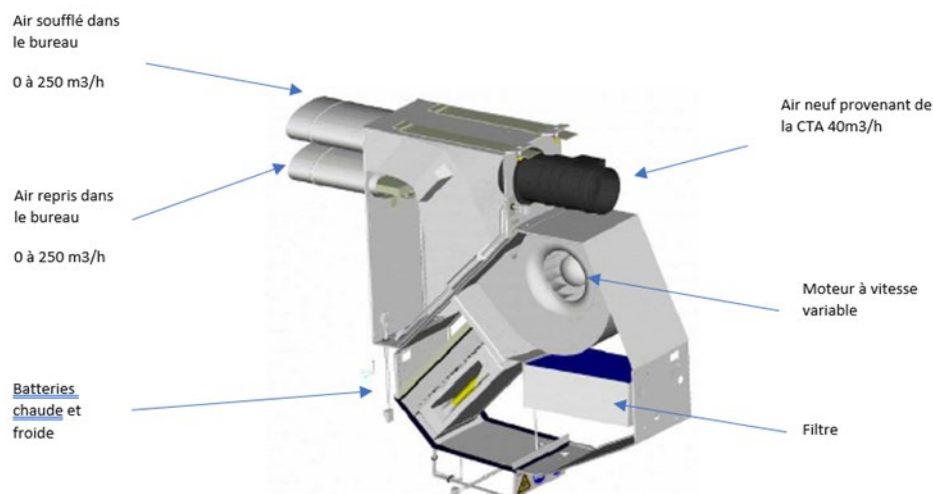
➤ Conception du traitement d'air des bureaux

L'air neuf est insufflé dans la tour au moyen de deux CTA tout air neuf de 55.000m³ dédiées aux bureaux et salles de réunion, placées en infrastructure. L'air est filtré, préchauffé ou refroidi puis insufflé dans les 2 colonnes qui desservent tous les niveaux en superstructure du D1 au D32.

L'équilibrage de l'apport d'air neuf des bureaux est réalisé au moyen de boîtes à débit variables placées sur chaque antenne d'étage (2 antennes par étage, 1 par colonne) après un clapet coupe-feu de plancher. A noter que ces antennes desservent également les salles de réunion.

Ces boîtes sont réglées en usine pour délivrer en permanence entre 1250 et 1500m³/h pour environ 36 MTA soit entre 36 et 42m³/h par unité.

L'air neuf est ensuite distribué sur chaque MTA sur lesquelles se trouve en entrée un régulateur à débit constant de 40m³/h. Les MTA sont équipés d'un filtre, de batteries chaudes et froides pour assurer le conditionnement d'air terminal et d'un moteur à vitesse variable permettant d'assurer le recyclage de l'air.

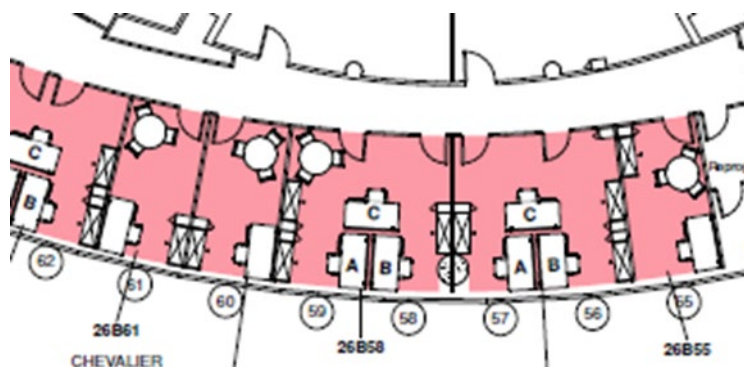


Module de traitement d'air MTA

En sortie de MTA, l'air conditionné, comportant une part d'air neuf et une part d'air recyclé est ensuite acheminé vers le bureau.

Ainsi, les installations de traitement d'air des bureaux sont conçues pour délivrer 40m³/h d'air neuf par MTA correspondant à une trame de bureau.

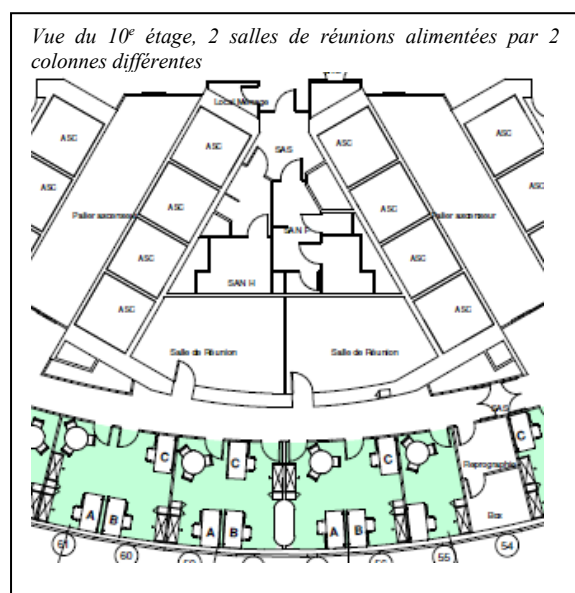
L'aménagement ci-dessous répond à cette distribution d'air neuf : 2 trames pour 3 personnes et 1 trame pour 1 personne. Les 40m³ d'air neuf ne permettent pas de disposer deux personnes dans un bureau d'une trame.



Extrait d'un plan d'étage de la tour Sequoia

➤ Conception du traitement d'air des salles de réunion

L'air neuf est insufflé dans la tour au moyen des deux CTA tout air neuf de 55.000m³ dédiées aux bureaux et salles de réunion, placées en infrastructure. L'air est filtré, préchauffé ou refroidi puis insufflé dans les 2 colonnes qui desservent tous les niveaux en superstructure du D1 au D32. L'équilibrage de l'apport d'air neuf des salles de réunion est réalisé au moyen de boîtes à débit variables placées sur chaque antenne d'étage (2 antennes par étage, 1 par colonne) après un clapet coupe-feu de plancher. A noter que les antennes desservent également les bureaux. Ces boîtes sont réglées en usine pour délivrer en permanence entre 90 et 250m³/h pour desservir une salle de réunion de 23m² et parfois une salle de 46m² en s'additionnant avec la boîte de l'autre colonne. En outre, le document descriptif des travaux de Tishman REhav7 du 20/12/2012 précise que « les débits d'air neuf des salles de réunion sont asservis à la présence ». Toutefois nous n'avons pas pu identifier comment fonctionne cet asservissement (détecteurs de présence ou capteurs de CO₂ : à vérifier)



Le débit max de 250m³/h autorise 8 personnes ce qui est cohérent au regard de la surface d'une salle de 23m² (3m² par personne). Actuellement la capacité officielle est de 16 personnes cette densité ne serait donc pas conforme.

➤ Conception initiale : bilan aéraulique

TABLEAU AVEC INSTALLATION EXISTANTE (régulateurs 40m3/h sur les MTA)							
CTA tout air neuf		110000	m3/h				
Débit de fuite		10%					
Débit soufflé disponible		99000	m3/h				
	nombre d'étages	nombre de MTA bureaux	débit bureaux en m3/h		nombre de salles de réunion	débit theorique max réunion en m3/h	débit avec foisonnement de 25% sur toutes les salles
d1(à verifier)	1	à vérifier	à vérifier		2 petites par étage (16p theorique)	960	240
d2-d8	7	72	20160		2 petites par étage (16p theorique)	6720	3360
d9-d28	20	72	57600		2 petites par étage (16p theorique)	19200	9600
d29-d32	4	62	9920		2 petites par étage (16p theorique)	3840	1920
			87680			30720	15120
Soit un besoin air neuf de						102800	m3/h

Ce bilan montre un équilibre relatif car il dépend d'un débit de fuite optimiste (10%) qu'il conviendrait de mesurer. Le foisonnement de 25% sur les salles de réunion tient compte d'un effectif de 16p. La capacité au d1 reste à vérifier.

➤ Régulation – GTB

CTA

Régulation sur pression de sortie 800Pa (pourtant indiqué 900Pa dans l'AF), GTB sur programme horaire 6h/20h.

BDV

Ces organes sont paramétrés en usine pour réguler entre 1250m3/h et 1500m3/h, pour les BDV alimentant les bureaux, entre 90 et 250m3/h pour les salles de réunion. Leur niveau de fonctionnement peut remonter dans la GTB en information. D'autres BDV de taille plus petite alimentent les salles de réunion.

Régulateurs 40m3/h

Leur débit est fixe et dépend d'une pression comprise entre 50 et 250 Pa.

MTA

Les MTA recyclent l'air dans les bureaux en injectant toujours le débit d'air neuf fixe. La vitesse des MTA est réglée en fonction des températures à maintenir. Le fonctionnement des MTA est reportée sur la GTB et leur fonctionnement dépend du programme horaire des CTA.

➤ Schéma et composants

Voir Synoptique en annexe

➤ Photos



Local MTA vue des BDV



Etiquette BDV Bureaux

Modèle 250mm - débit nominal 2214m³/h - réglée en usine pour réguler entre 1250 et 1500m³/h - fabriquée en 2004



Etiquette BDV Réunion

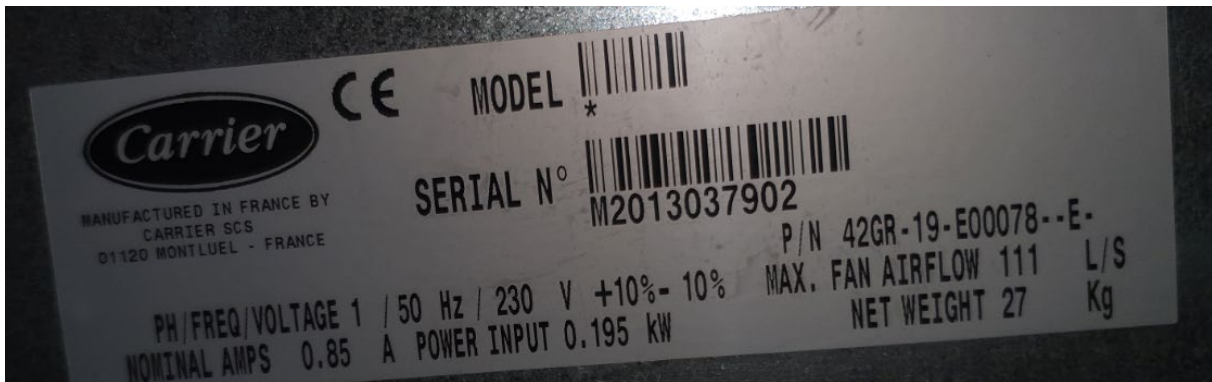
Modèle 160mm - débit nominal 900m³/h - réglée en usine pour réguler entre 90 et 250m³/h - fabriquée en 2014



Vue d'une arrivée d'air sur la MTA



Régulateur 40m³/h placé dans le flux d'air neuf en entrée de MTA



Etiquetage d'une MTA bureau. Le numéro de série permet d'identifier les caractéristiques de l'équipement

3.2.4 Etat des installations

➤ Filtration

Les filtres sont remplacés régulièrement, sur la CTA et indépendamment sur chaque MTA.

➤ Etanchéité du réseau

L'étanchéité du réseau est inconnue, toutefois son état apparent semble correct. Des trous non rebouchés ou des défauts de calfeutrement sont toutefois visibles.

➤ Propreté du réseau

La propreté du réseau est a priori bonne, une campagne de nettoyage ayant été réalisée récemment (document à vérifier).

➤ Equilibrage

L'équilibrage est assuré par les BDV à chaque étage dont le réglage est effectué en usine. Toutefois à notre connaissance celui-ci n'est pas mesuré dans le cadre de la maintenance et la position des BDV ne remonte pas dans la GTB.

➤ CTA

D'après le rapport LIHRR de 2023 :

Les CTA délivrent une pression de 800 Pa pour une consigne de 900Pa dans l'analyse fonctionnelle.
Les deux CTA battent (sifflement perceptible dans le local CTA, période env. 30s).

3.2.5 Scénarios de densification envisagés

➤ Scénario 1 : Cloisonnement conservé

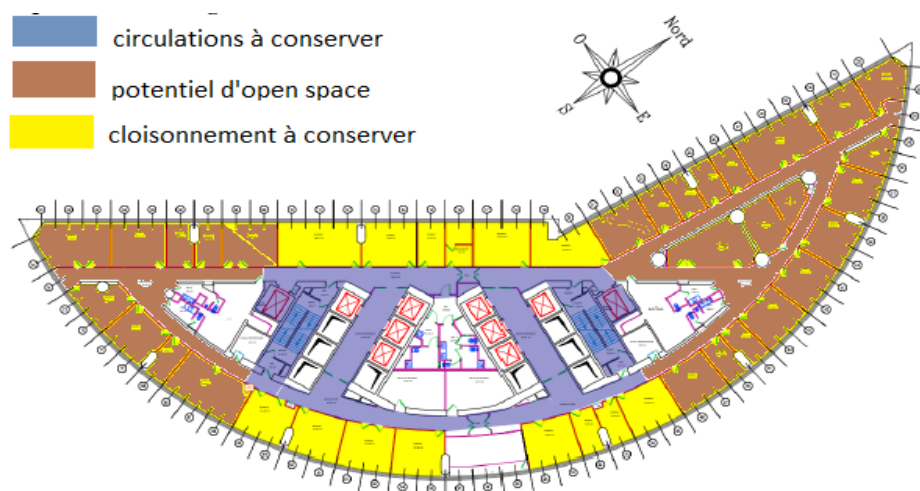
Dans ce scénario, il convient d'augmenter le débit d'air dans les trames de bureaux à 50m³/h pour permettre de loger 2 personnes par trame.

TABLEAU AVEC INSTALLATION MODIFIEE (régulateurs 50m ³ /h sur les MTA bureaux)							
CTA tout air neuf		110000	m ³ /h				
Débit de fuite		10%					
Débit soufflé disponible		99000	m ³ /h				
	nombre d'étages	nombre de MTA bureaux	débit bureaux en m ³ /h		nombre de salles de réunion	débit theorique max réunion en m ³ /h	débit avec foisonnement de 25% sur toutes les salles
d1(à verifier)	1	à vérifier	à vérifier		2 petites par étage (16p theorique)	960	240
d2-d8	7	72	25200		2 petites par étage (16p theorique)	6720	3360
d9-d28	20	72	72000		2 petites par étage (16p theorique)	19200	9600
d29-d32	4	62	12400		2 petites par étage (16p theorique)	3840	1920
			109600			30720	15120
Soit un besoin air neuf de						124720	m ³ /h

Le bilan pour cette solution montre un manque de capacité sur les CTA. Il nécessiterait l'ajout de 2 CTA pour assurer le traitement d'air des étages supérieurs (du d20 au d30 par exemple), 1 CTA par colonne. Solution à examiner au regard des surfaces disponibles en terrasse; Solution également occasionnant une surconsommation par rapport au schéma existant.

➤ Scénario 2 : Décloisonnement des pointes

Le second scénario de densification étudié prévoit le decloisonnement des pointes du bâtiment, et la réduction de la circulation centrale commune (CHC). Cette disposition serait possible d'un point de vue de la sécurité incendie via une modification du désenfumage de la CHC. Cet aménagement pourrait être effectué sur certains niveaux uniquement (à confirmer par les autorités compétentes d'un point de vue de la sécurité incendie).



Ce decloisonnement permettrait d'aménager entre 4 et 8 zones d'open-space (dans les surfaces coloriées en marron) et demanderait à conserver 30 trames en bureau traditionnel. Ainsi pour assurer le traitement d'air de ce projet :

- Les 30 trames conservées passeraient à 50m³/h en débit fixe : potentiel de 60 personnes environ
- Les 30 à 40 trames restantes seraient dimensionnées par rapport au capacités maxi des openspace créés pour un potentiel de 40 à 60 personnes selon les étages. Chaque zone d'openspace verrait ses MTA raccordées sur une nouvelle BDV indépendante régulant en fonction d'un capteur de CO₂.

TABLEAU AVEC INSTALLATION MODIFIEE (régulateurs 50m ³ /h sur les MTA bureaux pour 30 trames + openspace sur bdv)								
CTA tout air neuf		110000	m ³ /h					
Débit de fuite		10%						
Débit soufflé disponible		99000	m ³ /h					
	nombre d'étages	nombre de MTA bureaux	débit bureaux m ³ /h	nombre de personnes open space	débit nécessaire sans foisonnement en m ³ /h	nombre de salles de réunion	débit theorique max réunion	debit avec foisonnement de 25% sur toutes les salles
d1(à verifier)	1	à vérifier	à vérifier			2 petites par étage (16p theorique)	960	240
d2-d8	7	30	10500	60	10500	2 petites par étage (16p theorique)	6720	3360
d9-d28	20	30	30000	60	30000	2 petites par étage (16p theorique)	19200	9600
d29-d32	4	30	0	40	4000	2 petites par étage (16p theorique)	3840	1920
			40500		44500		30720	15120
Soit un besoin air neuf de							100120	m ³ /h

Le bilan montre un équilibre qui pourrait être amélioré en tenant compte d'un foisonnement d'occupation des open-space sur l'ensemble de la tour. Cette solution autoriserait des économies d'énergies du fait de la régulation de l'apport d'air neuf par rapport à l'occupation des open-space.

3.3 Contenu de la mission

3.3.1 Préalable

Un diagnostic et programme GTB sera réalisé en parallèle de la présente mission. Selon son avancement, le titulaire en prendra connaissance pour alimenter son diagnostic sur la partie GTB.

3.3.2 Mission 1 : Diagnostic des installations

Eléments de mission :

- Analyse critique du descriptif du présent cahier des charges.
- Campagne de visite de l'ensemble de l'installation aéraulique et consignation des références, caractéristiques et de l'état de tous les équipements, des défauts d'étanchéité rencontrés.
- Analyse de la documentation mise à disposition.
- Réalisation d'un nouveau synoptique complet et détaillé de l'installation d'apport d'air neuf et d'extraction des bureaux et salles de réunion, comprenant notamment :
 - o Les CTA
 - o Les réseaux en unifilaire avec la mention du diamètre et sens de l'air.
 - o Les organes de réglage avec leurs caractéristiques.
 - o Les débits principaux
 - o Les points GTB
- Etablissement des calculs aérauliques théoriques de l'installation
 - o Calcul des pertes de charge
 - o Calcul des débits théoriques
- Mesure des débits et pressions caractéristiques à tous les niveaux
- A l'appui des mesures effectuées, production d'une note de calcul de fonctionnement réel de l'installation, faisant apparaître notamment le débit de fuite.
- Analyse du fonctionnement de la régulation actuelle et des données de d'occupation fournies pas la Maîtrise d'Ouvrage
- Etablissement du dossier de valeur de référence conformément à l'Arrêté du 8 octobre 1987
- Le diagnostic statuera sur la position de la prise d'air neuf actuellement relativement accessible depuis la voirie.

Livrable attendu : Rapport de diagnostic compilant les résultats de tous les éléments de mission décrits et décrivant notamment :

- Les caractéristiques initiales de l'installation
- La liste des mesures aérauliques effectuées
- Les caractéristiques actuelles de l'installation
- Les caractéristiques de la régulation de la tour, ses limites et ses axes d'amélioration (d'un point de vue du débit et des consommations énergétiques)
- Les mesures et les adaptations à conduire pour rétablir le fonctionnement nominal le cas échéant.
- Le synoptique complet
- Le dossier de valeur de références

3.3.3 Mission 2 – Etude de faisabilité des scénarios de densification

Eléments de mission :

Etude de faisabilité de la réalisation des trois scénarios envisagés de densification

- Scénario 1 : Densification sans décroissement
- Scénario 2 : Densification avec décroissement des pointes de tous les étages
- Scénario 3 : Densification avec mix d'étages décroissés et d'autres conservés en l'état

L'étude des scénarios de densification devra prendre en compte :

- Evolution des installations de ventilation ;
- Etude des solutions permettant d'assurer des débits d'air neufs minimaux
- Etude des solutions permettant une régulation adaptée selon le débit disponible et l'occupation des locaux, et analyse des foisonnements envisageables
- Calcul des débits aérauliques théoriques selon les solutions envisagées
- Calcul des impacts énergétiques des évolutions
- Chiffrage des travaux d'adaptation
- Etude des délais de réalisation
- En accessoire, les éventuelles mesures afférentes au déplacement de la prise d'air neuf

Livrable attendu : Rapport d'étude de faisabilité sur les trois scénarios comprenant notamment :

- Descriptif des solutions proposées (avec précision des hypothèses d'occupation)
- Un synoptique de ventilation par solution
- Un chiffrage par solution / scénario
- Un planning prévisionnel de travaux

3.4 Période d'intervention et délais d'exécution

Il est souhaité un démarrage d'intervention au plus tôt après notification.

Le titulaire remettra un planning de l'exécution de l'audit avec son offre, précisant l'articulation des sous éléments de mission et qui sera apprécié par le maître d'ouvrage.

Délais d'exécution :

- Le délai global pour la mission 1 est de 8 semaines ;
- Le délai global pour la mission 2 est de 4 semaines ;
- Le dépassement de ces délais par éléments de mission sera sanctionné par l'application d'une pénalité (cf Art 4.9.1 du CCAP) ;
- Le lancement des missions sera signifié par ordre de service.