



Maitre d' ouvrage



A.M.O



Maitre d' oeuvre



PROJET MIGA

Laboratoire Souterrain à Bas Bruit

GALERIE SOUTERRAINE

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

Cahier de Clauses Techniques Particulières (CCTP)

Fascicule G : Ventilation

Joint au contrat

N° :

Du :

Versions du document :

0	18/09/2017	TMN	PNS	MFE	17	Version Initiale
Indice	Date	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par	Nombre de pages	Observations
Z:\Projets\France\DD161100 Projet Miga\Secrétariat\Rapport\DCE\20171023_Rendu\1. CCTP\8. MIGA_DCE_CCTP Fascicule G - Ventilation.docx						
Réf. projet :		Réf. document :				Date :
DD161100		DD161100 DCE				Octobre 2017

SOMMAIRE

1 DISPOSITIONS GENERALES	4
1.1 OBJET DU PRESENT FASCICULE	4
1.2 GENERALITES	4
2 NATURE DES TRAVAUX DE VENTILATION	4
3 DESCRIPTION DE L'EXISTANT	5
4 DESCRIPTION DU SYSTEME DE VENTILATION	5
4.1 CRITERES DE DIMENSIONNEMENT	5
4.2 VENTILATEURS DU SAS MIGA	6
4.3 VENTILATEUR DU SAS PRINCIPAL	6
4.4 CAPTEURS	7
5 DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	8
5.1 VENTILATEURS	8
5.2 VARIATEUR DE FREQUENCE	9
5.2.1 Principe	9
5.2.2 Caractéristiques techniques et fonctionnelles	9
5.2.3 Câblage	10
5.2.4 Supportage des câbles	10
5.3 SILENCIEUX	10
5.4 GRILLES DE VENTILATION	10
5.5 REGISTRES D'ISOLEMENT	10
5.5.1 Caractéristiques	10
5.5.2 Mise en œuvre des registres	10
5.6 CAPTEUR DE PRESSION DIFFERENTIELLE	11
6 PRESTATIONS INTELLECTUELLES A ASSURER	11
6.1 ETUDES D'EXECUTION	11
6.2 ESSAIS USINE ET TRANSPORT EQUIPEMENT	13
6.2.1 Ventilateurs	13
6.2.2 Moteurs	13
6.2.3 Autres équipements	14
6.3 ESSAIS PREALABLES A LA MISE EN ORDRE DE MARCHE	14
6.4 ESSAIS OPR SITE	14
6.4.1 Essais aérauliques	14
6.4.2 Essais acoustiques	14
6.4.3 Essais vibratoires	14
6.4.4 Essais globaux	15
6.5 FORMATION DU PERSONNEL NECESSAIRES A LA MAINTENANCE	15
6.5.1 Généralités	15
6.5.2 Stage de formation pratique	15
6.5.3 Stage de formation maintenance	15

6.6 DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES (DOE)	15
6.6.1 Documents de conception, d'exécution et d'installation des équipements	16
6.6.2 Documents de recettes	16

1 DISPOSITIONS GENERALES

1.1 OBJET DU PRESENT FASCICULE

Le présent fascicule G traite des travaux liés à la mise en œuvre d'un système de ventilation à réaliser pour assurer le renouvellement d'air dans la galerie MIGA.

1.2 GENERALITES

La galerie MIGA sera équipée d'un dispositif de ventilation permettant d'assurer un taux de renouvellement d'air suffisant pour répondre aux exigences de la réglementation concernant les futurs utilisateurs.

La solution proposée prévoit la mise en place d'un SAS au niveau de la cavité C1 équipé de ventilateurs. L'air s'évacuera en bout de galerie au niveau de la cavité C5 par l'intermédiaire de vanelles qui seront normalement fermées.

En exploitation courante, la ventilation sera éteinte. Elle sera mise en route lors de l'utilisation de la galerie.

2 NATURE DES TRAVAUX DE VENTILATION

Les prestations relatives à la ventilation à réaliser dans le cadre du marché sont décrites ci-après :

- Les études d'exécution nécessaires pour l'ensemble des équipements ventilation du présent fascicule : analyse fonctionnelle préliminaire, analyse fonctionnelle détaillée, étude de dimensionnement de la ventilation, plans et notices techniques de tous les équipements installés,
- La fourniture, la pose et le raccordement des ventilateurs de soufflage dans le sas principal (existant déposé puis remis en place), et dans le sas de MIGA et leurs équipements associés (plots anti vibratiles, grilles de protection, registres motorisés, pièces de raccordement...),
- La fourniture, la pose et le raccordement des capteurs de pressions différentiels,
- La fourniture et la pose des dispositifs d'insonorisation dans les sas,
- Les essais (essais usine, essais de performance sur site, essais d'ensemble),
- Le DOE complet des installations, comprenant les documents des études d'exécutions validées par le Maître d'œuvre ainsi que l'ensemble des documents nécessaires à la maintenance et l'exploitation,
- Les interventions du Titulaire pour remédier aux dysfonctionnements durant l'année de garantie de parfait achèvement,
- La formation (exploitant et maintenance).

3 DESCRIPTION DE L'EXISTANT

Le LSBB dispose actuellement d'une ventilation par l'intermédiaire d'un SAS équipé de ventilateurs situés dans la galerie A. L'ouverture/fermeture des portes étanches du SAS est piloté grâce à des capteurs de pressions différentielles.

Le SAS est muni de deux ventilateurs. Un emplacement en réserve est disponible pour l'installation d'une troisième machine. Le débit total des ventilateurs du SAS existant est de 16 000 m³/h et mobilise 2 x 5,5 kW. Les ventilateurs sont chacun équipés d'un variateur de fréquence de capacité maximale 7,5 kW.

Les ventilateurs sont pilotables depuis la GTC, via une interface homme-machine. Le développement et la programmation de la GTC est réalisée en interne par les équipes du LSBB.

Les ventilateurs sont également pilotables manuellement depuis l'armoire variateur.

Le pilotage par la GTC permet de couvrir une plage d'utilisation de 0% à 70%. L'activation des ventilateurs à 100 % ne se fait que depuis l'armoire.

Les ventilateurs sont équipés de silencieux type baffles.

Compte tenu des caractéristiques géométriques de la galerie A, qui dispose d'une section d'environ 8.9 m², la vitesse d'air résultante est de 0.5 m/s.

On remarque que les points du réseau générant la majorité des pertes de charges sont les orifices d'évacuation de l'air en bout de la galerie de secours. Leurs dimensions réduites par rapport aux sections courantes des galeries génèrent des vitesses importantes.

Des réseaux de ventilation sont également présents pour ventiler les locaux tels la capsule, LASA, LEGSA et servitudes avancés. Pour ces réseaux, l'air est prélevé dans la galerie principale puis est rejeté plus loin dans cette même galerie. Ces systèmes n'impactent donc pas le débit entre l'air injecté depuis le sas et l'air évacuant au bout de la galerie de secours. Ces équipements se trouveront en aval de la galerie MIGA et n'auront donc pas d'interface avec le projet.

4 DESCRIPTION DU SYSTEME DE VENTILATION

4.1 CRITERES DE DIMENSIONNEMENT

La ventilation sanitaire pour l'exploitation de la galerie MIGA devra permettre d'assurer un renouvellement d'air suffisant afin de respecter les normes relatives à la sécurité des personnels y travaillant (code du travail, recommandations AFTES, CNAMTS, INRS).

Il est prévu d'installer des silencieux en amont et en aval des ventilateurs afin de respecter les niveaux sonores réglementaires et de réduire le bruit pouvant perturber le fonctionnement de l'interféromètre.

Afin de dimensionner la ventilation, des critères de vitesses de courant d'air en galerie et renouvellement d'air sont retenus.

Selon l'article R.232-1-3 du décret N°84.1093 du 7 décembre 1984 « aération et assainissement des locaux de travail », nous pouvons classer la galerie dans son état final comme un local sans travail physique. Le débit d'air minimal à mettre en œuvre est donc de 25 m³/h par occupant (Art R.232-5-3).

En parallèle de ces éléments, l'installation de ventilation devra respecter les critères de vitesses d'air. Il est important d'induire une vitesse d'air suffisante pour assurer la capture des polluants.

Selon les règles de l'art, il est usuellement retenu une vitesse minimale de 0,3 m/s et maximale de 0,7 m/s en moyenne dans la section.

Enfin, le débit de ventilation doit être dimensionné afin de limiter la hausse des températures dans la galerie due à la chaleur dissipée par les équipements électriques et l'interféromètre.

Les hypothèses retenues pour la consommation des niches interférométriques sont les suivantes :

- Consommation ponctuelle jusqu'à 100 kVA à chaque point d'interférométrie,
- 1 seul point d'interférométrie consomme à la fois.

Les bases de calculs retenues pour le dimensionnement de la ventilation pour limiter la température dans la galerie sont :

- Température moyenne en entrée de MIGA : 15°C
- Température ambiante maximale au droit des niches interférométriques : 34°C.
- Puissance thermique dissipée retenue pour les appareils : 80% de la puissance électrique à pleine charge

4.2 VENTILATEURS DU SAS MIGA

Selon les critères évoqués précédemment, il est proposé de retenir une vitesse minimum de passage dans la galerie MIGA de 0,3 m/s. Cette vitesse, compte tenu de la section définitive de la galerie MIGA de 8,9 m², correspond à un débit d'environ 9 612 m³/h.

Le débit de ventilation nécessaire pour compenser les dissipations thermiques des équipements est de 10 105 m³/h.

Afin d'obtenir une réserve de capacité pour faire face à des imprévus, le débit maximal à mettre en place dans la galerie MIGA est majoré de 20 %. Le débit finalement retenu est de **12 200 m³/h**.

Il faut signaler que si la vitesse objective d'air dans MIGA est trop importante, cela induira une augmentation de la vitesse dans la galerie. Compte tenu des critères de bruit et de confort pour les usagers du LSBB, il est important de veiller à ne pas viser une vitesse trop importante. Avec un débit de 12 200 m³/h, la vitesse dans la galerie MIGA est de 0,38 m/s.

En outre, il est indiqué que le système de ventilation de la galerie MIGA viendra prélever de l'air dans la galerie C au niveau de la cavité C1 pour le rejeter dans la galerie C au niveau de la cavité C5.

Le rameau situé entre C3 et C5 ne doit pas être sous-ventilé. Il doit donc être intégré dans la conception la contrainte supplémentaire d'avoir une vitesse minimale dans ce rameau de 0,3 m/s.

Compte tenu des différences de section entre les galeries C et MIGA, le développement sera fait à présent en débit pour simplifier l'analyse.

Compte tenu de la vitesse réduite en section courante de MIGA (0,38 m/s), les pertes de charges linéiques en galerie sont très faibles. La variation de longueur du projet n'influe donc pas sur le dimensionnement des ventilateurs du sas de MIGA.

On retient la pose de 2 ventilateurs avec pour chacun les caractéristiques suivantes :

- Débit 6100 m³/s
- Perte de charge du réseau aéraulique : 172 Pa
- Diamètre 450 mm.
- Puissance électrique : 0.5 kW

Les deux ventilateurs seront chacun alimentés par un variateur.

4.3 VENTILATEUR DU SAS PRINCIPAL

La mise en place d'une ventilation spécifique dans la galerie MIGA nécessite de s'assurer que les installations en amont (SAS existant) sont en capacité de répondre au nouveau besoin.

Selon les données, le débit maximal des ventilateurs du SAS existant est d'environ 2 x 8 000 m³/h ce qui correspond à une vitesse en galerie C d'environ 0,5 m/s.

Les besoins de la galerie MIGA sont estimés à 12 200 m³/h.

Les synoptiques ci-dessous détaillent les besoins et les compensations à mettre en œuvre au niveau de l'existant :

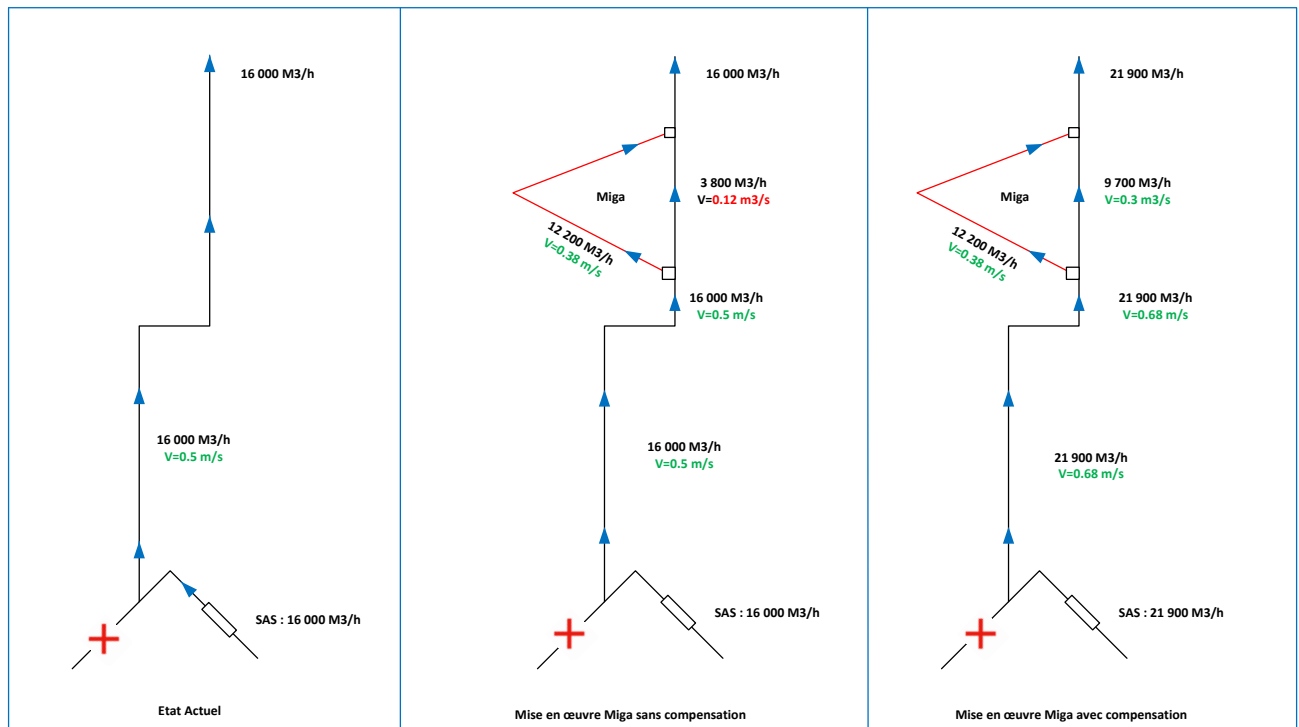


Figure 1 : Compensation des débits dans la galerie principale

Le débit à mettre en œuvre dans le sas principal est donc de 21 900 m³/h.

Le SAS existant dispose d'un espace en réserve pour une troisième machine. On retient la pose de 3 ventilateurs avec pour chacun les caractéristiques suivantes :

- Débit 7300 m³/s
- Perte de charge du réseau aéraulique : 2830 Pa
- Puissance électrique : 8,5 kW

Les ventilateurs actuels seront remplacés.

Les trois ventilateurs seront chacun alimentés par un variateur. La puissance unitaire des ventilateurs étant de 8,5 kW, les deux variateurs existants de 7,5 kW seront remplacés. Un nouveau variateur sera également ajouté pour le troisième ventilateur.

4.4 CAPTEURS

La fourniture des capteurs oxygène et radon est à la charge du CNRS. Les données issues de ces capteurs seront intégrées dans l'automate afin de piloter les équipements de ventilation.

L'objectif des capteurs est de permettre au personnel de travailler dans de bonnes conditions.

Compte tenu de la section de la galerie et des différentes options de longueur, nous obtenons le tableau suivant :

Longueur MIGA	300 m	400 m	500 m
Section MIGA	8,9 m ²	8,9 m ²	8,9 m ²
Débit de renouvellement d'air	10 105 m ³ /h	10 105 m ³ /h	10 105 m ³ /h
Taux de renouvellement d'air	3,78 vol/h	2,83 vol/h	2,27 vol/h
Temps de renouvellement d'1 volume	16 min	22 min	26 min

Tableau 1 : Renouvellement d'air dans la galerie MIGA en fonction de la longueur du projet

5 DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

5.1 VENTILATEURS

Les caractéristiques indicatives des ventilateurs sont les suivantes :

Localisation	Sas principal	Sas MIGA
Diamètre	500 mm	450 mm
Débit volumique	7 300 m ³ /h	6100 m ³ /h
Pression totale	2830 Pa	172 Pa
Puissance nominale	8,5 kW	0,5 kW
Variateur de fréquence	oui	oui
Baffles acoustiques	oui	oui
Registre d'isolement motorisé	oui	oui

Les ventilateurs sont du type hélicoïde, à axe horizontal et à entraînement direct par moteur asynchrone.

Les groupes moto-ventilateurs seront conçus pour permettre la transition la plus rapide possible entre les régimes avec l'absence de sollicitations mécaniques nuisibles à l'intégrité des équipements. Ce temps de transition sera inférieur à 30 secondes.

L'angle de calage des pâles sera réglable à l'arrêt.

Chaque ventilateur sera constitué par :

- Une virole en forte tôle d'acier galvanisé, avec des brides de raccordement au réseau de ventilation,
- Une hélice à pales réglables à l'arrêt, équilibrée statiquement et dynamiquement,
- Un socle support moteur équipé de plot antivibratiles et d'un dispositif de manutention,

Les moteurs de chaque ventilateur seront alimentés en triphasé 400 V.

Les moteurs seront de type asynchrone et présenteront un indice de protection minimal IP55, au sens de la norme NF EN 60 529 et un degré de protection contre les chocs mécaniques IK7 au sens de la norme EN 50 102.

Le facteur de puissance à pleine charge sera supérieur à 0,94 après compensation par le coffret variateur de fréquence. Le rapport I_d/I_n sera inférieur à 2 (variateur de fréquence).

Le rendement global de l'ensemble composé du variateur de fréquence et du groupe moto-ventilateur sera supérieur à 70% au régime maximal.

La puissance nominale de chaque moteur sera au minimum de 20% supérieure à la puissance mécanique à l'arbre au point de fonctionnement nominal.

Chaque moteur sera classe F et comportera une protection thermique isotherme des bobinages et une sonde thermique sur paliers permettant de commander l'arrêt en cas d'échauffement anormal.

Les groupes moto-ventilateurs seront montés sur des dispositifs anti-vibratiles travaillant en compression et conçus pour limiter les vibrations à 5 mm/s sur la virole et 1 mm/s sur les structures porteuses des châssis (valeur crête à crête).

5.2 VARIATEUR DE FREQUENCE

5.2.1 PRINCIPE

Les ventilateurs seront asservis à des variateurs de fréquence pour moteur asynchrone.

Les variateurs de fréquence seront conformes aux normes en vigueur, ils seront triphasés sous une tension nominale de 400 V.

La puissance de chaque variateur sera adaptée à la puissance du ventilateur.

Les variateurs seront installés dans des coffrets dont les caractéristiques techniques sont décrites dans le Fascicule H – Equipements du présent dossier de consultation.

5.2.2 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET FONCTIONNELLES

Les moteurs des ventilateurs seront pilotés unitairement par un variateur de fréquence assurant les fonctions de démarreur / ralentisseur progressifs et de freinage d'arrêt sous contrôle vectoriel de flux.

Le variateur sera équipé de :

- Filtre CEM intégré,
- Inductance DC,
- Des entrées sorties logiques et analogiques configurable dédiées aux informations de marche et de défaut,
- Protocoles de communication : Modbus ou Profibus,
- D'un terminal opérateur avec afficheur pour les paramétrages et visualisation de l'état des principales mesures (I, V, P, F, ...).

Le variateur assurera les fonctions dédiées à la ventilation :

- Economie d'énergie,
- Rattrapage automatique avec recherche de vitesse (reprise à la volée),
- Adaptation de la limitation de courant en fonction de la vitesse,
- Plus vite / moins vite, vitesse présélectionnées
- Régulation PI intégrée, avec consigne PI présélectionnées,
- Compteur d'énergie et de temps de fonctionnement,
- Réduction du bruit moteur,
- Vitesse présélectionnées.

Le variateur assurera les fonctions de protection suivantes :

- Protection thermique du moteur et du variateur, gestion sonde thermique PTC,
- Protection contre les surcharges et les surintensités en régime permanent,
- Protection mécanique de la machine avec la fonction "fréquences occultées", rotation de phase,
- Protection par gestion de nombreux défauts et alarmes configurables,
- Sécurité de l'installation par fonction marche forcée avec inhibition des défauts.

Toutes les dispositions seront prises pour :

- Limiter les rejets d'harmonique sur le réseau produit par le variateur.
- Ne pas nuire à l'environnement proche par des émissions électromagnétiques et radioélectriques produites par le variateur.
- Protéger le variateur contre les surtensions du réseau.
- Répondre à la norme CEM.
- Compenser l'énergie réactive.

Le Titulaire vérifiera dans le choix des matériels et dans les méthodes de montage, l'absence de risque de résonance dans les coffrets des variateurs.

5.2.3 CABLAGE

Le Titulaire devra fournir, la pose et le raccordement des câbles de puissance et de contrôle / commande depuis le coffret variateur jusqu'aux bornes du moteur des ventilateurs.

5.2.4 SUPPORTAGE DES CABLES

Le Titulaire devra la fourniture, la pose des supports de câbles de toute nature depuis le coffret variateur jusqu'aux bornes des ventilateurs.

5.3 SILENCIEUX

Des dispositifs d'insonorisation à baffles parallèles seront mis en place sur les circuits d'air du sas afin de limiter le bruit en dehors du sas.

Ils comprennent :

- Des baffles acoustiques constituées d'un cadre en tôle d'acier galvanisé enveloppant le matériau absorbant. Ce matériau sera de classe de réaction M0 et présentera une bonne résistance à l'humidité et au tassement. Les faces latérales des baffles seront protégées contre l'érosion par un surfaçage et une tôle perforée en acier galvanisé,
- Des profilés aérodynamiques sur les bords d'attaque et de fuite des baffles pour minimiser les pertes de charge.

Le taux d'obstruction des baffles est choisi de façon que les vitesses d'air n'excèdent pas 15 m/s et qu'aucune régénération de bruit n'apparaisse en sortie des silencieux.

5.4 GRILLES DE VENTILATION

Les grilles de ventilation seront constituées d'un grillage en acier à maille en fil rond de 3 mm monté sur cadre support et convenablement raidi.

5.5 REGISTRES D'ISOLEMENT

5.5.1 CARACTERISTIQUES

Le corps rigide ainsi que l'ensemble des volets seront réalisés en acier galvanisé et éventuellement en plusieurs modules pour éviter tout problème de flambage.

Les ailettes seront commandées par une tringlerie robuste. Le système de manœuvre ne devra présenter aucun risque de blocage dû notamment au dépôt de salissure aux jointures des pièces mobiles et ne devra pas nécessiter de maintenance. L'étanchéité du dispositif d'isolement sera assurée par une lame souple sur le cadre, remplaçable sans démontage des ailettes. L'axe, l'embellage et les huisseries seront en acier inoxydable.

La commande du registre sera réalisée par servomoteur électrique avec des contacts de fin de course (ouverture et fermeture) pour connaître la position des volets. Le servomoteur assurera une ouverture et fermeture rapide avec des temps de manœuvre inférieurs à 10 secondes.

L'étanchéité de l'ensemble bâti / registre fermé sera soignée, de façon à limiter le débit de fuite à 2% maximum du débit du réseau et conforme à la classe 3 de la norme NF EN 1751. Les profils des ailettes seront étudiés de façon à limiter les pertes de charge lorsque le registre est ouvert.

Le registre sera préférentiellement de type monobloc mais pourra en fonction des contraintes d'accessibilité et de mise en œuvre être disposé en batteries avec accouplement.

5.5.2 MISE EN ŒUVRE DES REGISTRES

Le Titulaire optimisera le mode de montage et de mise en œuvre des registres afin de faciliter leur démontage en cas de dépose ou de remplacement. Le bâti sera fixé aux parois à l'aide de cheville inox reprenant les efforts de pressions appliqués sur l'ensemble. Un joint en fibre minérale artificielle devra être placée en interface registre / bâti.

5.6 CAPTEUR DE PRESSION DIFFERENTIELLE

Deux capteurs de pression différentielle seront installés dans le sas de MIGA afin de mesurer la différence de pression entre le sas et la galerie principale et entre le sas et MIGA. Les valeurs de pression mesurées seront transmises à l'automate pour l'ouverture des portes du sas.

Les caractéristiques techniques des capteurs à installer sont les suivantes :

- Echelle de mesure : -200 à 200 Pa (échelles intermédiaires configurables),
- Indication de la mesure sur afficheur digital
- Indice de protection : IP65,
- Montage sur platine de fixation murale,
- Electrovanne d'auto-calibration,
- Alimentation 24 V,
- Sortie analogique : 4-20 mA, 0-10 V,
- Température de fonctionnement : 0 à +50 °C.

6 PRESTATIONS INTELLECTUELLES A ASSURER

6.1 ETUDES D'EXECUTION

L'Entreprise doit réaliser l'ensemble des études d'exécution permettant de justifier la conformité de sa conception aux spécifications du C.C.T.P. et aux réglementations en vigueur.

Les études d'exécution du système de ventilation donneront lieu à l'établissement des documents suivants :

- Un dossier d'agrément des matériels. Ce dossier devra comporter pour chaque matériel une fiche technique correspondant exactement au matériel, et non une photocopie d'un document général constructeur. Cette fiche technique devra comporter au minimum :
 - Les constructeurs consultés et les raisons du choix,
 - Les dérogations éventuelles au marché,
 - Les incidences sur le génie civil et sur les équipements d'alimentation,
 - Les caractéristiques techniques du matériel, alimentation, interfaces avec les autres équipements (liaison, report des informations,),
 - Les essais techniques nécessaires prévus par le Titulaire avant recette, les garanties,
 - Les délais,
 - Les plans et documents liés au matériel.
- Les notes de calcul justificatives :
 - Bilans de puissance des installations de ventilation,
 - Notes de dimensionnement des installations de ventilation : Ces notes seront précédées d'une note d'hypothèse dans laquelle le Titulaire définira le choix des logiciels utilisés, les hypothèses de calcul liées au rendement des équipements, les caractéristiques des équipements (débit, pression), les scénarios de dimensionnement, le fonctionnel.
 - Justification des points de fonctionnement des ventilateurs,

- Analyse fonctionnelle préliminaire et détaillée de la ventilation,
- Note de dimensionnement des supports,
- Note de dimensionnement des dispositifs d'insonorisation,
- Les plans de construction. Le Titulaire établira autant de plans d'ensembles et de sous-ensembles que cela est nécessaire pour la compréhension du matériel, pour son montage et pour le repérage de toutes ses pièces.
- Les notices techniques de maintenance et d'exploitation. Ces documents sont destinés à la maintenance et à l'exploitation. Ils précisent l'ensemble des conditions d'installation, d'entretien et de fonctionnement des appareils et des installations fournis. Les notices techniques comprendront notamment :
 - Les caractéristiques fonctionnelles complètes et détaillées des matériels et équipements,
 - Les caractéristiques d'utilisation et d'exploitation,
 - La périodicité et la nature des interventions sur les différents matériels installés,
 - Les fiches signalétiques des entreprises, de leur sous-traitant et fournisseurs accompagnées des adresses, numéros de téléphone et nom des correspondants des établissements concernés par les prestations du présent marché,
 - Les spécifications techniques détaillées des matériels et équipements,
 - Un catalogue des pièces détachées des matériels et équipements,
 - Les divers niveaux d'entretien et de maintenance,
 - La description des opérations à effectuer pour chacun des niveaux,
 - Les notices de réglages mécaniques, géométriques, électriques et électroniques accompagnées de prescriptions détaillées des modes de réglage et valeur à obtenir,
 - Les schémas (mécaniques, électriques et électroniques),
 - La description des méthodes de détection des pannes et leur mode opératoire,
 - La liste des appareils de mesures nécessaires pour effectuer les opérations d'entretien, de maintenance et de dépannage.
- Les manuels de maintenance. Ces manuels contiennent les informations exhaustives de l'ensemble du système. Il s'agit notamment :
 - Des périodicités d'entretien,
 - Des références des sous-ensembles,
 - Des spécifications exactes des équipements.
- Les notices seront établies dans les délais suffisants pour permettre la conduite et l'entretien à la réception des travaux.
- Le Titulaire devra la vérification et la mise au point des documents de spécification des interfaces, et en particulier celles concernant :
 - Les liaisons électriques, afin de permettre de dimensionner les équipements nécessaires à l'alimentation et le contrôle/commande des ventilateurs (câbles, armoires...),
 - Les caractéristiques dimensionnelles du SAS pour vérifier l'implantation des ventilateurs,
- Tous autres documents nécessaires à la définition technique complète du système et des prestations à réaliser.
- Documents d'essais (essais usine, essais plateforme, essais préalables à la mise en ordre de marche, essais dans le cadre des OPR, etc.)
- Document relatif aux modalités d'exécution des essais (organisation des essais, matériels utilisés, etc.),

- Document relatif aux protocoles d'essais (ensemble des fonctionnalités),
- Tous autres documents nécessaires à la définition technique complète du système et des prestations à réaliser.

Les études d'exécution seront réalisées dans un délai conforme au planning général fourni dans le présent dossier.

6.2 ESSAIS USINE ET TRANSPORT EQUIPEMENT

Les équipements seront réceptionnés en usine dans les locaux des constructeurs.

Le programme des contrôles et des vérifications sera communiqué aux représentants du maître d'œuvre devant y assister au moins 10 jours avant pour accord. L'ensemble des frais inhérents à ces recettes usines seront pris en charge par le Titulaire pour des représentants du MOE et des représentants du MOA.

Des essais devront être effectués sur ces équipements. Ils auront pour but de vérifier la qualité du matériel et leur conformité avec les caractéristiques décrites dans ce document. Au cours de cette visite technique il sera examiné notamment :

- l'aspect des équipements,
- la mise en œuvre,
- la qualité des matériels utilisés,
- les dispositions au regard de la sécurité,
- les performances des équipements.

Tous les tests seront consignés sur le fiche de recette usine, afin de produire les procès-verbaux établis par le constructeur et remis par le Titulaire au Maître d'œuvre.

En cas de défaut mis en évidence pendant ces essais, le Titulaire devra prendre toutes les mesures correctives nécessaires à sa charge et à ses frais, jusqu'au complet achèvement des prestations prévues au marché conformément au CCTP et aux réglementations en vigueur.

La bonne conclusion des essais en usine enclenchera la livraison sur site.

6.2.1 VENTILATEURS

Les groupes moto-ventilateurs feront l'objet d'une recette en usine, portant au minimum sur :

- Certificats d'essai matière,
- Contrôles dimensionnels,
- Contrôles d'aspect, des protections anticorrosion et des soudures,
- Contrôle de fonctionnement (vitesse de rotation, vibrations),
- Essais aérauliques et électriques,
- Essais acoustiques conformément à la norme NF ISO 13347-3,
- Essai de survitesse à 120% de la vitesse de rotation nominale.

Le contrôle des performances sera effectué conformément à la norme NF ISO 5802.

6.2.2 MOTEURS

Les moteurs seront essayés en usine conformément aux normes UTE. Seront en particulier mesurés les échauffements et les rendements.

Les PV d'essai seront transmis au Maître d'œuvre.

6.2.3 AUTRES EQUIPEMENTS

Les autres équipements feront l'objet des contrôles suivants :

- Certificats d'essai matière,
- Contrôles dimensionnels,
- Contrôles d'aspect, des protections anticorrosion et des soudures,
- Contrôle de fonctionnement,
- Contrôle des certifications.
- Certificats d'étalonnage (capteurs)
-

6.3 ESSAIS PREALABLES A LA MISE EN ORDRE DE MARCHE

Les essais sur site porteront sur :

- La conformité de l'installation aux plans approuvés,
- La bonne exécution en interfaces avec les courants forts et courant faibles,
- La vérification de l'aspect des équipements,
- La vérification du bon fonctionnement des équipements, des commandes manuelles et automatiques, de la simulation des défauts dans les différentes configurations.

6.4 ESSAIS OPR SITE

Le Titulaire établira un programme des essais de performance qui devra faire l'objet d'une validation par le Maître d'œuvre. Ce programme d'essais devra être exhaustif et intégré dans le planning de l'offre.

6.4.1 ESSAIS AERAIQUES

Le programme d'essai intègre les mesures de performance suivantes:

- Débit aux ventilateurs avec tube de Pitot,
- Débit dans les sections de l'ouvrage avec anémomètre,
- Vérification des courbes de fonctionnement des ventilateurs au regard des points de fonctionnement.

L'ensemble du matériel, tube du Pitot, anémomètres à hélice, enregistreur, nécessaires aux essais sont inclus dans la prestation du Titulaire.

Concernant les mesures en section de galeries, la section de mesure devra comprendre au minimum 8 points de mesure.

6.4.2 ESSAIS ACOUSTIQUES

Le Titulaire assurera le relevé des niveaux de pression acoustique par bande d'octave au niveau du sas et dans les galeries (MIGA, galerie principale). La définition des points de relevés des niveaux de pression acoustique sera à définir en relation avec le Maître d'œuvre.

6.4.3 ESSAIS VIBRATOIRES

Le Titulaire mettra en œuvre l'ensemble des moyens nécessaires à la mesure des vibrations des ventilateurs au moyen de mesures in situ réalisées conformément à la norme ISO 10816 et à la série de normes NFE 90, notamment en ce qui concerne le matériel de mesure (analyseur de vibrations et accéléromètre étalonné).

6.4.4 ESSAIS GLOBAUX

Les essais globaux porteront sur :

- La mise en service de l'ensemble du système et le contrôle de la conformité à l'analyse fonctionnelle,
- La simulation des alarmes et défauts,
- La simulation des pannes des principaux composants,
- Le test des sécurités,
- Les essais en fonctionnement dégradé,
- Les performances demandées au cahier des charges,
- Le contrôle des commandes mises à disposition des opérateurs,
- Les interfaces avec les systèmes extérieurs,
- La vérification des échauffements des organes et appareillages.

6.5 FORMATION DU PERSONNEL NECESSAIRES A LA MAINTENANCE

6.5.1 GENERALITES

Le personnel du LSBB doit acquérir toutes les connaissances nécessaires à la maintenance, grâce à la formation qui doit être donnée par les fournisseurs. Cette formation, effectuée sur le site du LSBB, à la charge du titulaire du Marché, comprend :

- un stage de 2 jours (15 heures effectives) de formation pratique, dispensé par le formateur
- un cours de 2 jours (15 heures effectives) de cours de formation maintenance.

Le titulaire du Marché précisera le niveau de qualification minimum requis pour ce personnel de maintenance.

Le Titulaire devra fournir un support de formation.

6.5.2 STAGE DE FORMATION PRATIQUE

Ces stages sont destinés à donner au personnel du LSBB une connaissance pratique des divers matériels mis en œuvre, de leur fonctionnement, de leurs performances.

6.5.3 STAGE DE FORMATION MAINTENANCE

Ce stage a pour but d'instruire le personnel du LSBB sur les procédures d'exploitation, d'entretien et de dépannage des équipements. Le contenu de ce stage est le suivant :

- la présentation de la documentation et la façon de l'utiliser,
- la description de l'outillage nécessaire à la maintenance préventive et curative,
- la précision des durées de vie des composants,
- la remise des notices.

Ce stage est orienté pour permettre les opérations de maintenance préventive et curative sur les équipements.

6.6 DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES (DOE)

Le DOE sera remis en 3 exemplaires sur support informatique et 3 exemplaires papiers. Le Titulaire fournira également les versions sources des logiciels et programme des équipements.

6.6.1 DOCUMENTS DE CONCEPTION, D'EXECUTION ET D'INSTALLATION DES EQUIPEMENTS

Le dossier des ouvrages exécutés (DOE) contiendra l'ensemble des documents fournis lors des études d'exécution.

6.6.2 DOCUMENTS DE RECETTES

Programme général des essais

Avant les premiers essais, le Titulaire est tenu de fournir au Maître d'Œuvre pour approbation, un programme général d'essais.

Ce programme précisera :

- Pour chaque ensemble et sous-ensemble, les essais envisagés d'une part en usine, et d'autre part sur site ;
- Le planigramme général des essais en usine avec les contraintes et interfaces éventuelles ;
- Le planigramme général des essais sur site avec les contraintes et interfaces éventuelles.

Cahier des recettes

Pour la recette des matériels, le Titulaire sera tenu de fournir au minimum un mois avant la réalisation des essais, pour chaque sous-ensemble, un cahier de recettes qui comportera :

- La description sommaire du matériel essayé,
- La méthodologie des essais :
 - Découpage fonctionnel (zones, chapitres, sous-systèmes et systèmes,...),
 - Description des essais (procédure à suivre, scénarios et jeux de tests,...),
 - Liste des matériels nécessaires,
 - Besoins en énergie,
 - Besoins en hommes.
- Une fiche récapitulative comportant :
 - Les résultats attendus avec les tolérances éventuelles,
 - La place disponible pour noter les résultats obtenus et les commentaires éventuels.

Un cahier de recettes sera donc établi au minimum pour les tests suivants :

- Recette usines des matériels,
- Recette site des matériels.

Dossier de tests

L'ensemble des tests effectués par le Titulaire pour assurer le bon fonctionnement de ses matériels seront consignés dans des dossiers de tests.

Ils devront répondre aux procédures d'assurance qualité du Titulaire et aux exigences du marché.

Ces dossiers de tests comporteront donc au minimum :

- Les cahiers de recette complétés après réalisation des essais,
- Les PV de recette,
- La consignation des tests réalisés dans le cadre des essais matériels en usine,
- La consignation des campagnes de mesures effectuées par le Titulaire pour le matériel installé sur site.

Dossier conforme à l'exécution

Le dossier conforme à l'exécution regroupera tous les documents précédemment définis :

- Les documents de conception, d'exécution et d'installation des matériels,
- Les notices techniques définitives de maintenance et d'exploitation,
- Les dernières versions mises à jour du manuel d'utilisation et de maintenance et du manuel d'exploitation,
- Les dossiers de tests des matériels, avec tous les résultats d'essais,
- Les fichiers informatiques relatifs aux documents papier précédents (textes sous Word et Excel, et schémas sous Autocad, versions sources des logiciels et programme des équipements).
- Les plans DOE feront apparaître les débits de chacune des bouches après travaux, afin de permettre le contrôle périodique réglementaire

Dossier Qualité

Le Titulaire, et produites jusqu'à l'achèvement des travaux et prestations, soit au minimum :

- Le document d'organisation générale,
- Les documents de définition des procédures d'exécution,
- Les documents de suivi de procédure,
- Les PV de contrôle interne et externe,
- Les résultats des mesures et essais,
- Les comptes rendus de revues et audits,
- Les rapports de surveillance,
- Les fiches ou rapport de non-conformité dûment finalisés et approuvés,
- La liste des modifications et dérogations éventuelles.