



TRANSFERT ET MODIFICATIONS DE LA SOUFFLERIE S3 DU CENTRE ONERA DE MEUDON (CM)VERS LE CENTRE ONERA DE PALAISEAU (CP)

SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE BESOIN

	Rédacteurs	Vérificateurs		Approbateur
Fonction	Nicolas Cortes			Responsable Unité AMES
Nom	Jean Claude Lorier			Vincent Brion
Visa				

GEN-F24-3 (GEN-SCI-003)

HISTORIQUE

Version Révision	Date de mise en application	Cause et/ou nature de l'évolution
1.0	20/11/2025	Création
1.1	19/03/2026	Mise à jour
2.0	08/06/2026	Modifications, ajout d'un poste

SOMMAIRE

1	OBJET	9
2	DOMAINE D'APPLICATION ET STRUCTURATION DU BESOIN	9
3	DOCUMENTS APPLICABLES ET DE RÉFÉRENCE	12
4	DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS	12
4.1	DEFINITIONS	12
4.2	DEMARCHÉ POUR LE LISTING DES SPECIFICATIONS.....	12
4.3	ABREVIATIONS	13
4.4	EXIGENCES REGLEMENTAIRES	13
4.4.1	Réglementation.....	13
4.4.2	Normes et standards	14
5	DESCRIPTION DE LA SOUFFLERIE S3 DE CHALAI MEUDON.....	17
5.1	CONFIGURATION A MEUDON	17
5.2	CONFIGURATION A PALAISEAU	19
5.3	PLANNIFICATION	19
6	SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALE POUR LE POSTE 1 (ELEMENTS NEUFS)..	20
6.1	CONDITIONS DE SERVICE ET SPECIFICATIONS GENERALES	21
6.1.1	Conditions de service.....	21
6.1.2	Etanchéité.....	21
6.1.3	Normalisation des brides	21
6.1.4	Centrage des éléments de soufflerie.....	21
6.1.5	Corrosion, protection et peinture.....	21
6.1.1	Dilatation.....	21
6.1.2	Axe théorique du circuit aérodynamique	22
6.1.3	Axe géométrique du circuit aérodynamique	22
6.1.4	Tolérance de cylindricité	22
6.1.5	Marches ascendantes (ou désafileurement interne au raccordement)	22
6.1.6	Manutention et levage.....	23
6.1.7	Epaisseur de tôle des éléments neufs	23
6.1.8	Matériaux.....	23
6.1.9	Caractéristiques du pont roulant	23
6.1.10	Exigences vibratoires des machines à l'intérieur et à l'extérieur du local technique S3 ..	24
6.1.11	Modes propres et résonnance du circuit aérodynamique	25
6.2	DIFFUSEUR N°2.....	26
6.2.1	Description.....	26
6.2.2	Caractéristiques fonctionnelles souhaitées	26
6.2.3	Contrainte adaptable	27
6.2.4	Résumé des exigences.....	27
6.3	VIROLE N°3	27
6.3.1	Description.....	27
6.3.2	Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées	27
6.3.3	Contrainte adaptable	28
6.3.4	Résumé des exigences.....	28
6.4	COUDE N°3.....	28
6.4.1	Description.....	28
6.4.2	Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées	28
6.4.3	Contrainte adaptable	29
6.4.4	Résumé des exigences.....	29
6.5	VIROLE N°4	29
6.5.1	Description.....	29
6.5.2	Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées	29
6.5.3	Contrainte adaptable	30
6.5.4	Résumé des exigences.....	30
6.6	COUDE N°4.....	30

6.6.1	Description.....	30
6.6.2	Contraintes Fonctionnelles Souhaitées.....	30
6.6.3	Contrainte adaptable	30
6.6.4	Résumé des exigences.....	30
6.7	CHAMBRE DE TRANQUILISATION	31
6.7.1	Description.....	31
6.7.2	Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées	41
6.7.3	Spécifications particulières pour le nid d'abeille	43
6.7.4	Contraintes adaptables.....	44
6.7.5	Résumé des exigences.....	44
6.7.6	Système de ventelles.....	44
6.8	SYSTEME D'EXTRACTION DE PARTICULES.....	47
6.8.1	Caractéristiques fonctionnelles imposées pour l'extracteur.....	47
6.8.2	Caractéristiques fonctionnelles imposées pour la tuyauterie.....	47
6.8.3	Notation des exigences.....	48
6.8.4	Mutualisation du système d'extraction de particules avec les ventelles.....	48
6.9	VIROLE N°2.....	48
6.9.1	Description.....	48
6.9.2	Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées	49
6.10	EQUIPEMENT DES ELEMENTS DE SOUFFLERIE	49
6.10.1	Principe de conception d'un bouchon (ou bobine) pour prise de pression.....	49
6.10.2	Autres équipements.....	50
6.10.3	Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées	50
6.11	LIAISON AVEC LES ELEMENTS EXISTANT ET TRANSFERES	51
6.12	STOCKAGE TEMPORAIRE DES ELEMENTS NEUFS.....	51
7	SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES POUR LE POSTE 2 (ELEMENTS CONSERVES)	52
7.1	PRESENTATION SOMMAIRE	52
7.1.1	Définition des zones actuelles de la soufflerie S3 à Meudon.....	52
7.1.2	Implantation de la soufflerie dans son nouvel environnement	53
7.2	PRESENTATION DES ELEMENTS DE SOUFFLERIE A TRANSFERER.....	55
7.2.1	La veine d'essai.....	55
7.2.2	Le caisson de convergent	55
7.2.3	Le diffuseur du coude 1 avec sa virole.....	55
7.2.4	Le coude 1.....	55
7.2.5	La virole 1 avec son tronçon grillagé.....	55
7.2.6	Le coude n°2	57
7.2.7	Le support de ventilateur	57
7.2.8	Le ventilateur	57
7.2.9	Le moteur	57
7.2.10	Le diffuseur aval au ventilateur	58
7.2.11	Le système de manutention des portes de veine	58
7.2.12	La centrale hydraulique du ventilateur	63
7.2.13	La table élévatrice, sa centrale hydraulique et son armoire de commande	64
7.2.14	Les 4 batteries d'échangeur de la soufflerie.....	64
7.2.15	Le convergent de la soufflerie.....	64
7.2.16	Le caisson de convergent (pièce bleue dans le schéma ci-avant).....	66
7.2.17	Le système de surveillance vibratoire du moteur et du ventilateur	67
7.2.18	Les pompes à vide Leybold	70
7.2.19	Résumé des éléments de souffleries transférés.....	70
7.3	EXIGENCES POUR LE TRANSFERT DES ELEMENTS EXISTANTS.....	70
7.3.1	Etudes	71
7.3.2	Etat des lieux	74
7.3.3	Préparation du site de départ.....	75
7.3.4	Démontage et nettoyage.....	75

7.3.5	Conditionnement.....	76
7.3.6	Transport – déchargement – déballage	76
7.3.7	Remontage et contrôle.....	76
8	SPECIFICATIONS TECHNIQUES POUR LE POSTE 3 – SYSTEME DE REFROIDISSEMENT DE LA SOUFFLERIE S3	78
8.1	DESCRIPTION GENERALE DE LA NOUVELLE LIGNE DE REFRODISSEMENT DE LA SOUFFLERIE ET DU SERVICE A EXECUTER.....	78
8.1.1	Description.....	78
8.1.2	Service à exécuter	78
8.2	EXIGENCES REGLEMENTAIRES SUR LES NIVEAUX DE BRUIT DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR.....	78
8.2.1	Réglementation générale relative à la limitation des bruits de voisinage	78
8.2.2	Niveaux de bruit à ne pas dépasser pour un équipement (GF) du système de refroidissement qui sont en extérieur (hypothèse de 4 GFs).....	79
8.3	EXIGENCES VIBRATOIRES DES MACHINES A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DU LOCAL TECHNIQUE S3 : 79	79
8.4	RESERVATIONS	79
8.5	EXIGENCES DE PERFORMANCES	79
8.6	CARACTERISTIQUES DU VENTILATEUR.....	79
8.7	DESCRIPTION DE L'ECHANGEUR DE LA SOUFFLERIE	82
8.8	PILOTAGE DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT DE LA SOUFFLERIE.....	82
8.9	FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT	83
8.9.1	Mode « ARRET URGENCE »	83
8.9.2	Mode « EN FONCTIONNEMENT »	83
8.9.3	Mode « DEGRADE »	84
8.9.4	Mode « REPOS »	84
8.9.5	Mode « MAINTENANCE »	84
8.9.6	Mode « REMPLISSAGE / VIDANGE »	85
8.9.7	Autres modes de pilotage	85
8.9.8	Résumé des spécifications pour le pilotage	85
8.10	CONTROLE COMMANDE	85
8.10.1	Contrôle commande Bac d'eau glycolée	85
8.10.2	Contrôle commande des groupes froids	85
8.11	REGULATION DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT	86
8.11.3	Sécurité	87
8.12	SUPERVISION DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT	87
8.13	CARACTERISTIQUES DU FLUIDE THERMIQUE.....	87
8.14	COMPOSANTS DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT ET SPECIFICATIONS	88
8.14.1	Bac d'eau glycolée.....	88
8.14.2	Pompes 700 A/B (PID).....	89
8.14.3	Description de la pompe 701	90
8.14.4	Maintenance	91
8.14.5	Groupes froids	91
8.14.6	Tuyauteries du circuit de refroidissement.....	94
8.14.7	L'Armoire de commande principale « Groupes Froids ».....	95
8.15	FOURNITURES/EQUIPEMENTS	96
8.15.1	Equipements/matériels assurés par le Titulaire.....	96
8.15.2	Instrumentation	97
8.15.3	Vannes	97
8.15.4	Equipements/matériels assurés par l'ONERA.....	97
8.15.5	Limites de prestation pour les Pompes	98
8.15.6	Limites de prestation pour les Groupes froid et tuyauteries.....	98
8.15.7	Limites de prestation – Contrôle commande	99
8.15.8	Interfaces.....	99
8.16	CONDITIONNEMENT - LIVRAISON ET TRANSPORT – SOUS POSTES 3.4, 3.5.....	101

8.16.1	Bac d'eau glycolée.....	101
8.16.2	Pompes	101
8.16.3	Le déchargement, la manutention jusqu'au lieu de fonctionnement, et montage Groupes froid et tuyauteries	102
8.17	CONTROLES ET ESSAIS	102
8.17.1	Contrôle des équipements standards.....	102
8.17.2	Essais élémentaires sur site	102
8.17.3	Essais d'ensemble.....	103
8.18	STOCKAGE TEMPORAIRE	103
9	SPECIFICATIONS TECHNIQUES POUR LE POSTE 4 - CABLAGES	104
9.1	DESCRIPTION	104
9.2	DONNEES D'ENTREE BATIMENT	104
9.2.1	Détails de la distribution de puissance électrique jusqu'aux armoires de distribution (fait par ONERA)	104
9.2.2	Caractéristiques des cellules fournies par le bâtiment	105
9.2.3	Schéma de liaison à la terre (réalisé par le bâtiment)	107
9.2.4	Chemins de câbles (à réaliser par le titulaire)	107
9.2.5	Filiation	108
9.3	PERIMETRE DE LA PRESTATION	108
9.4	HORS PERIMETRE.....	109
9.5	ARCHITECTURE DU CONTROLE-COMMANDE	109
9.5.1	A la charge de l'ONERA	109
9.5.2	A la charge du titulaire	109
9.6	ARMOIRES ET COFFRETS A REALISER	110
9.6.1	Armoire A1 – « API S3 ».....	110
9.6.2	Armoire A3 – « MOTO VENTILATEUR »	111
9.6.3	Armoires A6 et A9.....	112
9.6.4	Coffret C1 – « PANOPLIE DES VANNES »	112
9.6.5	Coffret C2 - « HALL ESSAI »	112
9.6.6	Coffret C3 - « SALLE DE MESURE »	112
9.6.7	Coffret C4 - « PAV LEYBOLD ».....	113
9.6.8	Coffret C6 - « CUVE PROPYLENE » selon l'étude du poste 3.....	113
9.6.9	Caractéristiques Fonctionnelles souhaitées	114
9.7	ARMOIRES A ADAPTER.....	114
9.8	CABLAGES ET RACCORDEMENTS ELECTRIQUES	114
9.8.1	Implantation et fixation des armoires et coffrets	114
9.8.2	Réalisation du dossier de plans et notes de calcul.....	115
9.8.3	Réalisation du cheminement et de la pose des câbles.....	115
9.9	ESSAIS, MISE EN SERVICE ET RECEPTION	118
10	SPECIFICATIONS POUR LE POSTE 5 - ASSEMBLAGE FINAL DE L'ENSEMBLE ET RECETTES 119	
10.1	ASSEMBLAGE FINAL DE L'ENSEMBLE – SOUS-POSTE 5.1	119
10.1.1	Assemblage des éléments existants (poste 2) au sol.....	119
10.1.2	Assemblage des éléments neufs (poste 1)	120
10.1.3	Assemblage final du circuit aérodynamique	120
10.2	RECETTES - PREAMBULE	120
10.3	ORGANISATION DES ESSAIS DE RECETTE	121
10.3.1	Essais sur site hors connexions aux réseaux de l'ONERA.....	121
10.3.2	Essais élémentaires.....	122
10.3.3	Essais sur site d'ensemble	122
11	SPECIFICATIONS POUR LE POSTE 6 : GESTION ET INGENIERIE GLOBALE DE PROJET.....	123
11.1	MISE EN PLACE DE L'EQUIPE PROJET, PQM	123
11.2	SUIVI DU PROJET GLOBAL	124
11.3	GESTION DOCUMENTAIRE	124
11.4	EQUIPE TECHNIQUE ONERA	124

11.5 DOCUMENTATION	125
11.5.1 Gestion Electronique de la documentation.....	125
11.5.2 Sécurité, confidentialité.....	126
11.5.3 Numérotation de la documentation	126
11 CONTRAINTES D'INTERFACES AVEC LE NOUVEAU BATIMENT ET CONTRAINTES LOGISTIQUES	128
11.1 LOCALISATION DU SITE DE MEUDON.....	128
11.2 BATIMENT S3 EXISTANT	128
11.3 BATIMENT J POUR LE TRANSFERT DES POMPES LEYBOLD	130
11.4 ZONE VIE A MEUDON	130
11.5 ZONE LOGISTIQUE.....	130
11.6 ZONES DE STOCKAGES.....	130
11.7 LOCALISATION DU SITE DE PALAISEAU.....	131
11.7.1 Environnement proche.....	132
11.7.2 Accès / desserte	133
11.7.3 Le nouveau bâtiment Est	133
11.8 CONTRAINTES D'ACCES ET DE LOGISTIQUE.....	135
11.9 INTERFACES AVEC LE NOUVEAU BATIMENT EST	136
11.10 LOCAL D'ACCUEIL DES POMPES LEYBOLD	137
11.10.1 Accessibilité au bâtiment	137
11.11 CALEPIN DE SURCHARGE.....	139
11.12 INTERFACES AVEC LES AUTRES PRESTATIONS HORS PERIMETRE DU PRESENT MARCHE LIES A LA SOUFFLERIE S3.....	139
11.12.1 Interfaces avec les tuyauteries BP et HP	139
12 DEFINITION DU SERVICE A EXECUTER	140
12.1 POUR LES POSTES 1 (ELEMENTS NEUFS) ET 3 (REFROIDISSEMENT) :	140
12.1.1 Les études (sous-postes 1.1 et 3.1).....	140
12.1.2 Approvisionnements (sous-postes 1.2 et 3.2) et fabrication	140
12.1.3 Fabrications (sous-postes 1.3 et 3.3)	141
12.1.4 Essais et/ou contrôles usine	141
12.1.5 Transport et montage sur site	142
12.1.6 Documentation	142
12.2 POUR LE POSTE 2 (ELEMENTS CONSERVES).....	142
12.2.1 Les études	142
12.2.2 Etat des lieux	143
12.2.3 Préparation du site de départ.....	144
12.2.4 Démontage	144
12.2.5 Conditionnement.....	145
12.2.6 Transport-Déchargement-Déballage.....	145
12.2.7 Remontage et contrôles.....	145
12.3 POUR LE POSTE 4 (CABLAGE).....	146
12.3.1 Etudes	146
12.3.2 Approvisionnement et fabrication.....	146
12.3.3 Travaux sur site	146
12.4 POUR LE POSTE 5.....	146
12.4.1 Essais sur site hors connexions aux réseaux de l'ONERA.....	147
12.4.2 Essais élémentaires.....	147
12.4.3 Essais sur site d'ensemble	147
13 LIVRABLES.....	148
13.1 POUR LE POSTE 1.....	148
13.1.1 Phase d'études	148
13.1.2 Phase d'approvisionnement.....	148
13.1.3 Phase de fabrication	148
13.1.4 Phase conditionnement et transport.....	148
13.1.5 Phase déchargement mise en place et assemblage	148

13.1.6	Phase contrôles.....	149
13.2	POUR LE POSTE 2.....	149
13.3	POUR LE POSTE 3.....	149
13.3.1	Livrables Bac d'eau glycolée.....	149
13.3.2	Livrables – Pompes	150
13.3.3	Livrables – Groupes froid et tuyauteries.....	150
13.4	POUR LE POSTE 4.....	151
13.5	POUR LE POSTE 5.....	152
13.6	POUR LE POSTE 6.....	152
14	RECAPITULATIF DES EXIGENCES	153
14.1	POSTE 1	153
14.2	POSTE 2.....	154
14.3	POSTE 3	155
14.4	POSTE 4	156
14.5	POSTE 5	157
14.6	POSTE 6	157
15	RECAPITULATIF DES SPECIFICATIONS ISSUES DES ANNEXES	157

1 OBJET

Dans le cadre du déménagement du site ONERA de Meudon (CM) vers le site de Palaiseau CP, la soufflerie S3 doit être transférée et modifiée. Le présent document fournit les spécifications techniques pour réaliser ce transfert et ces modifications.

2 DOMAINE D'APPLICATION ET STRUCTURATION DU BESOIN

L'objet de ce présent CCTP est de définir les attendus pour les études et la réalisation :

- ✓ du transfert de composants existants de la soufflerie S3 depuis le site de Meudon jusqu'au site de Palaiseau,
- ✓ des modifications nécessaires pour ces composants pour sa nouvelle implantation à Palaiseau,
- ✓ des composants complémentaires pour son adaptation (réalisation d'éléments neufs, du système de refroidissement, et du raccordement électrique),
- ✓ de l'installation sur le site de Palaiseau,

et

- ✓ des essais de recette de cette nouvelle installation.

Il est organisé en 6 postes :

- Poste 1 : Etude et réalisation des éléments neufs (hors matériels concernés par les postes 3 et 4), transport, montage de ces éléments sur site et contrôles ;
- Poste 2 : Etude du transfert, transfert, remontage des éléments conservés de la soufflerie et contrôles de ces éléments ;
- Poste 3 : Etude, réalisation, montage et contrôles du nouveau système de refroidissement de la soufflerie S3 et de son contrôle-commande
- Poste 4 : Etude, réalisation et contrôles du câblage électrique des organes de commandes et de maintenance de la soufflerie S3, et de la nouvelle architecture électrique de la soufflerie
- Poste 5 : Assemblage final, cahier de recette vierge et réalisation des contrôles et essais de recette de l'ensemble
- Poste 6 : Gestion et ingénierie de projet

Ces postes sont subdivisés en sous-postes comme suit :

- Poste 1 : Eléments neufs
 - o 1.1 : Etude
 - Diffuseur N°2
 - Virole N°3
 - Coude N°3
 - Virole N°4
 - Coude N°4
 - Chambre de tranquillisation
 - Système d'extraction de particules
 - Piquages bouchés pour P, T et H – Hublots -
 - Virole N°2
 - o 1.2 : Approvisionnements
 - Diffuseur N°2
 - Virole N°3
 - Coude N°3
 - Virole N°4
 - Coude N°4
 - Chambre de tranquillisation
 - Système d'extraction de particules

- Piquages bouchés pour P, T et H – Hublots -
- Virole N°2
- o 1.3 : Fabrication
 - Diffuseur N°2
 - Virole N°3
 - Coude N°3
 - Virole N°4
 - Coude N°4
 - Chambre de tranquillisation
 - Système d'extraction de particules
 - Piquages bouchés pour P, T et H – Hublots -
 - Virole N°2
- o 1.4 : Conditionnement et transport à CP
 - Diffuseur N°2
 - Virole N°3
 - Coude N°3
 - Virole N°4
 - Coude N°4
 - Chambre de tranquillisation
 - Système d'extraction de particules
 - Piquages bouchés pour P, T et H – Hublots -
 - Virole N°2
- o 1.5 : Déchargement, mise en place et assemblage à CP
 - Diffuseur N°2
 - Virole N°3
 - Coude N°3
 - Virole N°4
 - Coude N°4
 - Chambre de tranquillisation
 - Système d'extraction de particules
 - Piquages bouchés pour P, T et H – Hublots -
 - Virole N°2
- o 1.6 : Contrôles
 - Diffuseur N°2
 - Virole N°3
 - Coude N°3
 - Virole N°4
 - Coude N°4
 - Chambre de tranquillisation
 - Système d'extraction de particules
 - Piquages bouchés pour P, T et H – Hublots -
 - Virole N°2
- o Stockage temporaire des éléments neufs d'une durée de 6 mois maximal
- Poste 2 : Eléments conservés
 - o 2.1 : Etude
 - o 2.2 Etat des lieux
 - o 2.3 Préparation du site de départ
 - o 2.4 : Démontage,

- o 2.5 Conditionnement des composants manutention et acheminement sur la zone de prise en charge du transport
 - o 2.6 : Transport à CP
 - o 2.7 : Déchargement, mise en place et assemblage à CP
 - o 2.8 : Contrôles
- Poste 3 : Refroidissement
 - o 3.1 : Etude
 - o 3.2 : Approvisionnements
 - o 3.3 : Fabrication
 - o 3.4 : Conditionnement et transport à CP
 - o 3.5 : Déchargement, mise en place et assemblage à CP
 - o 3.6 : Contrôles
 - o 3.7 : Stockage temporaire des éléments du poste 3 pour une durée maximale de 6 mois
- Poste 4 : Câblage
 - o 4.1 Adaptation des armoires électriques transférées
 - o 4.2 Armoires électriques neuves
 - 4.2.1 : Etude
 - 4.2.2 : Approvisionnements, réalisations et livraisons à CP
 - 4.2.3 : Câblage à CP
 - 4.2.4 : Contrôles
 - o 4.3 Mise en place des armoires transférées et neuves
 - o 4.4 Mise en place des câbles
 - o 4.5 Raccordement
 - o 4.6 Contrôles
- Poste 5 :
 - o 5.1 : Assemblage final de l'ensemble
 - o 5.2 : Cahier de recette vierge
 - o 5.3 : Réalisation des contrôles et essais de recette de l'ensemble
 - 5.3.1 Essais sur site hors connexions aux réseaux de l'ONERA
 - 5.3.2 Connexion aux réseaux de l'ONERA
 - 5.3.3 Essais élémentaires
 - 5.3.4 Essais sur site d'ensemble
 - 5.3.5 Recette sur site
- Poste 6 :
 - o 6.1 : Chef de projet et équipe dédiée
 - o 6.2 : Coordination technique et gestion des interfaces entre postes
 - o 6.3 : Instances de suivi et reporting
 - o 6.4 : Gestion documentaire
 - o 6.5 : Planning et jalons critiques

Il détaille :

- Les éléments à transférer ;
- Les pièces à fabriquer et les contraintes mécaniques associées ;
- Les prescriptions pour la fourniture de matériels ;
- Les conditions de réinstallation sur le site de Palaiseau ;

- Les contrôles à effectuer ;
- La documentation à fournir ;
- Les exigences de pilotage du projet

3 DOCUMENTS APPLICABLES ET DE RÉFÉRENCE

Documents applicables :

Ce sont les documents (amont ou aval) dont l'application est obligatoire. Ils sont repérés dans le texte par leur numéro dans la liste.

- [DA1] RPC
- [DA2] Annexes au CCTP

4 DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS

Le présent CCTP précise les spécifications à respecter. Leurs codifications sont définies au paragraphe suivant.

4.1 DÉFINITIONS

- **CFI N° - Caractéristique Fonctionnelle Imposée** : Ces caractéristiques correspondent à des fonctions imposées par l'ONERA pour lesquelles la prestation du titulaire doit être conforme complètement.
- **CFS N° - Caractéristique Fonctionnelle Souhaitée** : Ces caractéristiques correspondent à des fonctions souhaitées par l'ONERA mais pour lesquelles la prestation du titulaire peut être partielle et les niveaux adaptés. Les niveaux retenus contractuellement seront précisés dans une mise à jour du CCTP avant notification suite aux négociations.
- **CI N° - Contrainte Imposée** : Ces contraintes correspondent à des contraintes incontournables dans ce Projet.
- **CA N° - Contrainte Adaptable** : Ces contraintes correspondent à des contraintes qui peuvent être discutées dans ce Projet.
- **VL N° - Variante Libre** : Les variantes libres doivent permettre de réaliser les exigences du CCTP d'une manière alternative au concept de base, pour un coût et un délai plus avantageux pour l'ONERA.
- **PSE N° - Prestations supplémentaires éventuelles**. Les PSE sont à chiffrage OBLIGATOIRE (PSEo) ou à chiffrage FACULTATIF (PSEf).
- **L N° - Livrables** : Ce contenu correspond à des livrables exigés pour l'exécution du marché.
- **PA N°** : Points d'arrêt nécessitant une validation écrite de l'ONERA de la prestation concernée.

4.2 DEMARCHE POUR LE LISTING DES SPECIFICATIONS

Pendant la lecture du présent CCTP, les spécifications techniques, essentiellement des CFSs, sont définies au fil du texte. Afin d'éviter de trop volumineuses descriptions, la description des CFI, CIs, etc.... ramène à la lecture de certains paragraphes, qui détaillent ces spécifications.

A la fin du CCTP, le chapitre 14 récapitule l'ensemble des spécifications techniques écrites dans ce document. Egalement, des spécifications techniques sont définies dans certaines annexes au CCTP. Le chapitre 14 du présent document récapitule toutes ces spécifications et l'annexe qui y est rattachée.

4.3 **ABREVIATIONS**

- AI Air Instrumentation
- APD Avant-Projet Détaillé
- API Automate Programmable Industriel
- APS Avant-Projet Sommaire
- b.g Bar relatif gauge (ou effectif)
- BP Basse Pression
- C/C Contrôle-Commande
- CA Contrainte Adaptable
- CD Condensats
- CFI Caractéristique Fonctionnelle Imposée
- CFS Caractéristique Fonctionnelle Souhaitée
- CI Contrainte Imposée
- CODAP Construction des appareils sous pression
- CODETI Code de construction des tuyauteries industrielles ou tuyauteries d'usine
- CODRES Code de construction des réservoirs de stockage cylindriques, verticaux, à fonds plats
- CPU Central Processing Unit (Unité centrale de traitement)
- DAAA Département Aérodynamique, Aéroélasticité, Acoustique
- DESP Directive Equipements Sous Pression
- DFA Dossier de Fin d'Affaire
- DMOS Descriptif du Mode Opérateur de Soudage
- DN Diamètre Nominal
- EG Eau Glycolée
- EGR Eau Glycolée Retour
- E/S Entrée/Sortie automate
- IHM Interface Homme-Machine
- HP Haute Pression
- LOFC Liste des Opérations Fabrication et Contrôle
- LOMC Liste des Opérations Montage et Contrôle
- MP Moyenne Pression
- PAQ Plan d'Assurance Qualité
- PID Process & Instrumentation Diagram
- PID Proportionnelle, Intégrale et Dérivée (boucle de régulation)
- PV Procès-verbal
- QMOS Qualification du Mode Opérateur de Soudage
- TOR Tout ou Rien

4.4 **EXIGENCES REGLEMENTAIRES**

4.4.1 **Réglementation**

Les équipements et travaux de ce lot doivent être estampillés CE en accord avec les Directives européennes à minima :

- Code de la Santé publique ;
- Code du Travail ;
- Codes de la Construction, le cas échéant le CODAP, le CODETI ou dans le cas d'aucune imposition « les règles de l'art » ;
- Code de l'Environnement ;
- Directive des équipements sous pression (PED) 2014/68/EU ;

- Directive machine 2006/42/CE ;
- Directive basse tension 2006/95/CE modifiée 2014/35/UE ;
- Directive compatibilité électromagnétique 2004 /108/CE modifiée 2014/30/UE.

4.4.2 Normes et standards

Les équipements et les fournitures doivent respecter les normes Françaises et Européennes,

Les normes applicables et standards sont (liste principale non limitative) :

- ANSI B 16.5 / EN 1759-1 : Tuyaux et raccords ;
- ISO 7005/NF E 29-203 : Tuyaux et raccords ;
- EN 1092-1 : Tuyaux et raccords ;
- ISO 2858/NFE 44121 : désignation, point de fonctionnement nominal et dimensions ;
- ISO 9906 : Pompes roto dynamiques - Essais de fonctionnement hydraulique pour la réception - Niveaux 1,2 et 3 ;
- ISO 5199 : spécifications techniques pour pompes centrifuges ;
- CODAP, construction des appareils sous pressions ;
- CODETI : code de construction des tuyauteries industrielles ou tuyauteries d'usine ;
- CODRES : code de construction des réservoirs de stockage cylindriques, verticaux, à fonds plats ;
- ASTM standards for thermal insulations system.
- EN 9606, Test de qualification des soudeurs ;
- EN 837, Manomètres ;
- EN 17637/ISO 17637, Contrôle non destructif des assemblages soudés -contrôle visuel ;
- EN 17636-1, Contrôle non destructif des assemblages soudés -contrôle par radiographie ;
- EN ISO 3452-4 - Essais non destructifs - Examen par ressuage - Partie 4 : équipement ;
- EN 10246-11 - Essais non destructifs des tubes en acier - Partie 11 : contrôle par ressuage des tubes en acier sans soudure et soudés pour la détection d'imperfections de surface ;
- EN ISO 23277 - Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par ressuage des soudures ;
- EN 1990 (Eurocode 0), Bases de calcul des structures ;
- EN 1991 (Eurocode 1), Actions sur les structures. Partie 1-1 : Actions générales — Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments ;
- EN 1090-1 - Exécution des structures en acier et en aluminium ;
- EN 10204, Produits métalliques -types d'inspection et de documents de contrôles ;
- EN 10675-1, Essais non destructifs des assemblages soudés — Niveaux d'acceptation pour évaluation par radiographie — Partie 1 : Acier, nickel, titane et leurs alliages ;
- EN 12944-2, Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Partie 1 : Introduction générale, Partie 2, Classification des environnements ;

- EN 13445, Récipients sous pression non soumis à la flamme : conception de fabrication et de vérification des équipements sous pression ;
- EN 13480, Tuyauterie industrielle métallique ;
- EN 15609 : Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques - Descriptif d'un mode opératoire de soudage ;
- EN 23278 Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par magnétoscopie des soudures - Niveaux d'acceptation ;
- EN 60034-1 to 18 : Machines électriques tournantes - Partie 1 : caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement ;
- ISO 17638, Contrôle non destructif des assemblages soudés – magnétoscopie ;
- ISO 17640, Essais non destructifs des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Techniques, niveaux d'essai et évaluation ;
- NF EN 13067 : Personnel en soudage des plastiques – Épreuve de qualification des soudeurs – Assemblages soudés thermoplastiques ;
- NF A 88800 : Soudage et techniques connexes – Qualification des soudeurs et des opérateurs ;
- NF A 89803 : Soudages et techniques complexes –qualification de mode opératoire de soudage– Assemblages soudés thermoplastiques ;
- DVS Technical Codes on Plastics Joining Technologies : comme DVS 2212 -Tests de qualification des soudeurs plastiques ainsi que toutes les chapitres se référents aux travaux demandés ;
- NF T 57900 : Réservoirs et appareils en matière plastique renforcée-Code de construction ;
- EN 60204-1, Sécurité des machines –Équipement électrique des machines –Partie 1 : Règles générales ;
- EN 60751, Capteurs industriels à résistance thermoélectrique de platine ;
- ISO 5208 (2015) Robinetterie industrielle — Essais sous pression des appareils de robinetterie métalliques ;
- ISO 10628, Diagrammes pour l'industrie chimique et pétrochimique spécifie la classification, le contenu et la représentation des organigrammes ;
- NF EN 558- Robinetterie industrielle - Dimensions face-à-face et face-à-axe de la robinetterie métallique utilisée dans les systèmes de canalisations à brides - Appareils de robinetterie désignés PN et Class ;
- ISO 6002 :2021 - Robinetterie industrielle - Robinets-vannes en acier à chapeau boulonné ;
- ISO 10631 :2021- Robinetterie industrielle - Robinets métalliques à papillon ;
- NF EN 12266-1- Robinetterie industrielle - Essais des appareils de robinetterie métalliques - Partie 1 : essais sous pression, procédures d'essai et critères d'acceptation - Prescriptions obligatoires ;
- API STANDARD 598 - Valve Inspection and Testing.

- ISO 15848 -1&2 (Europe)/ API 622: Valve Packing for Fugitive Emissions.
- NF X08-100 - norme d'application obligatoire : Couleurs - Tuyauteries rigides - Identification des fluides par couleurs conventionnelles.
- DIN 28031 : Brides assemblages pour appareils - Brides à souder pour appareils non pressurisés
- NF EN 1514-1 : Brides et leurs assemblages - Dimensions des joints pour les brides désignées PN - Partie 1 : joints plats non-métalliques avec ou sans insert
- NF C 15-100 pour les installations électriques Basse Tension

5 DESCRIPTION DE LA SOUFFLERIE S3 DE CHALAIS MEUDON

La soufflerie S3 du site de Meudon, a été réalisée en 1949 pour contribuer en tant que maquette à l'échelle 1/8^e de la soufflerie S1MA du centre ONERA de Modane Avrieux, alors en construction. Elle a contribué à la réalisation de nombreux programmes d'essais pendant près de 40 ans. Sa rénovation, retardée pour cause de projet de décentralisation, a été réalisée en 1987. Cette décentralisation, appelée maintenant transfert du centre de Meudon dans celui de Palaiseau, est en cours d'exécution, et la soufflerie S3 fait partie intégrante de ce transfert.

La rénovation en 1987 comportait des modifications notables qui sont toujours en fonctionnement :

- Le groupe moto-ventilateur est de cette origine (ventilateur, moteur électrique, centrale hydraulique)
- Le convergent et la veine d'essai sont également de cette origine
- Ainsi que le système de refroidissement (tour aérotherme, batteries d'échangeur, pompes)

Ces équipements, sont toujours en fonctionnement et seront transférés en l'état sur le site de Palaiseau (cf. § Figure 4 : Vue d'ensemble de la soufflerie en configuration transfert à Palaiseau ci-après), exceptée la tour aérotherme. Le non transfert de cette dernière provient du fait qu'il est maintenant interdit d'utiliser des systèmes de refroidissement pouvant générer des problèmes de santé de l'entourage de la soufflerie de type légionnellose. De plus cet équipement est très abîmé du fait de sa corrosion avancée sur plusieurs zones.

5.1 CONFIGURATION A MEUDON

Cette soufflerie est dite à retour puisque le circuit aérodynamique est continu. Ses entraxes principaux sont de 24m de longueur pour un empattement de 5m, comme le montre l'image ci-dessous (fig 1). Elle est située dans le bâtiment dédié, nommé bâtiment S3 (fig 2 et 3). Les plans de ce bâtiment sont donnés en Annexe 02-06 à ce document.

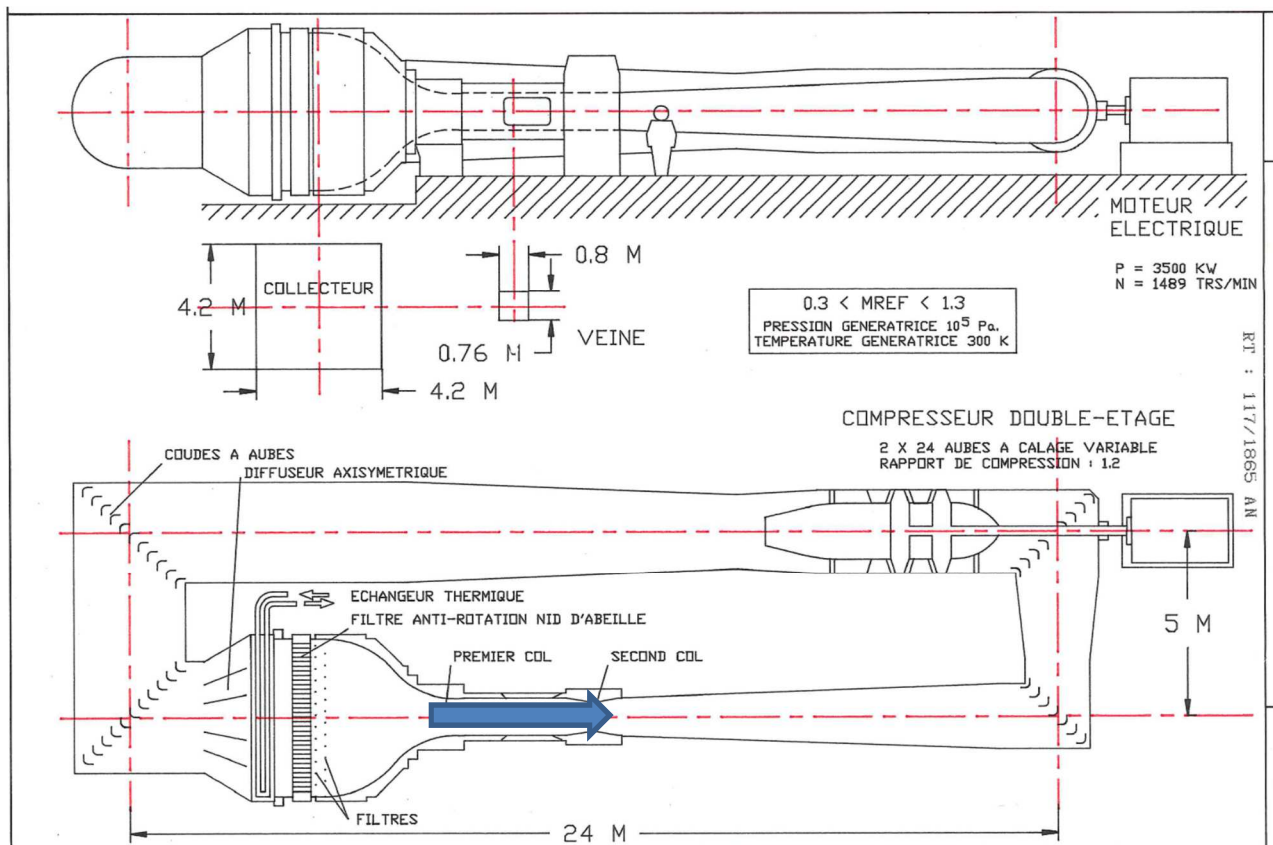


Figure 1 : Vues du circuit aérodynamique de S3 (sens du fluide en bleu)

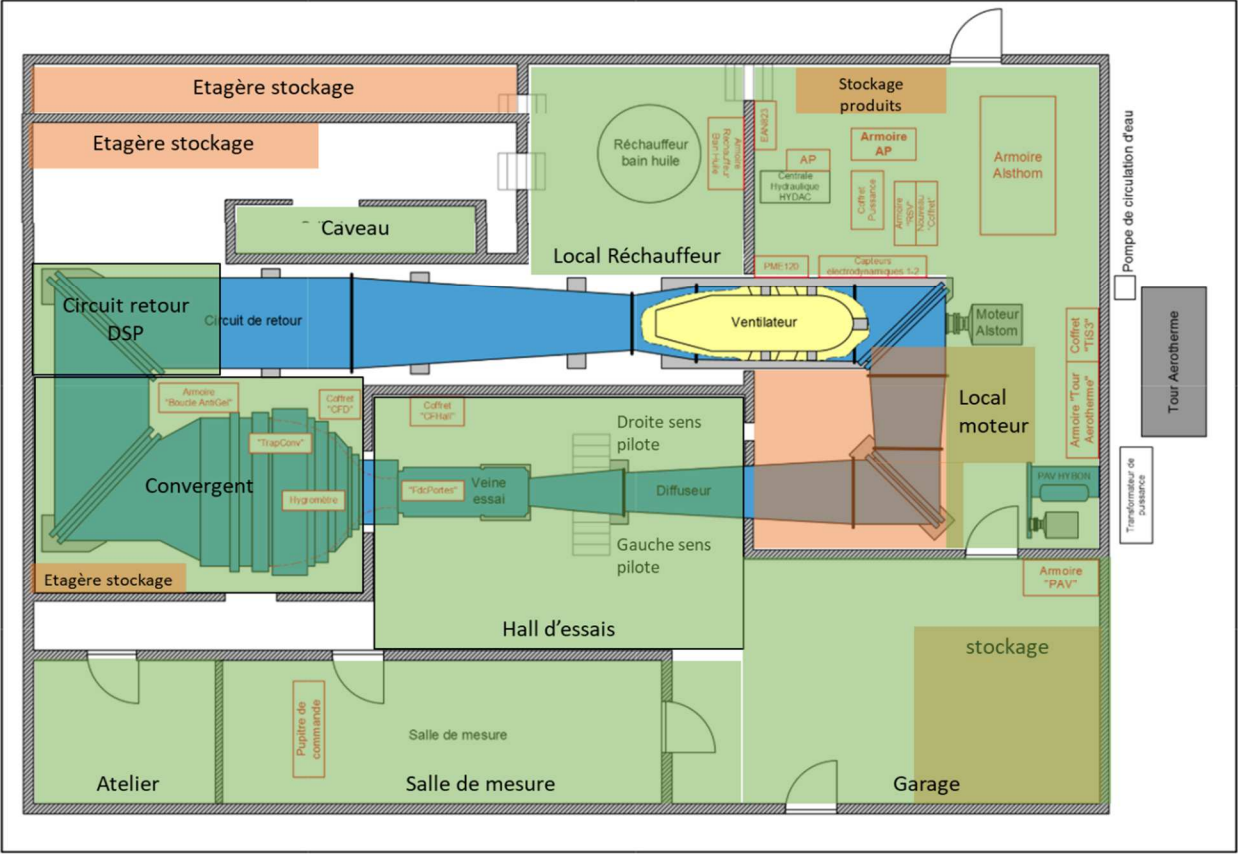


Figure 2 : Vue de dessus dans le local du bâtiment S3

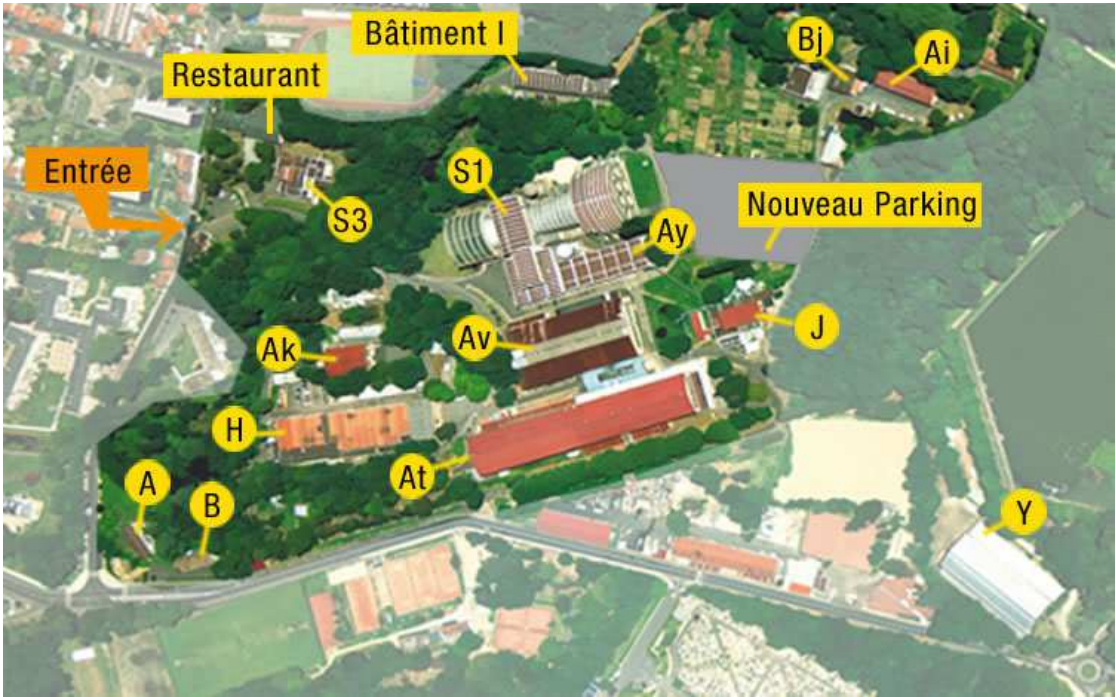


Figure 3 : Vue aérienne du centre de Meudon

5.2 **CONFIGURATION A PALAISEAU**

Le transfert de cette soufflerie sur le site de Palaiseau va permettre de créer quelques opportunités d'amélioration de certaines performances et de rénovation de certains équipements de soufflerie. L'entraxe du circuit aérodynamique passe de 24 à 26 mètres et l'empattement de 5 à 6 mètres. L'augmentation de ces deux cotes permet d'améliorer significativement la qualité de l'écoulement aérodynamique de l'écoulement d'air dans la veine d'essais, à condition que les fonctionnalités pour la nouvelle chambre de tranquillisation soient réalisées selon les exigences décrites dans le présent CCTP

Sur l'entraxe le plus grand (26 mètres), le gain de 3 mètres est réalisé sur les éléments neufs du circuit aérodynamique de la soufflerie : le coude n°4 et la chambre de tranquillisation. Le reste des éléments de soufflerie est inchangé. Pour l'entraxe le plus petit, un simple élément de soufflerie de 1 mètre de long sera ajouté entre l'amont du coude n°2 et l'aval de la virole n°1.

Le local accueillant cette soufflerie n'est pas encore construit au jour d'aujourd'hui. La livraison est prévue dans le courant du second semestre 2028. Contrairement à Meudon, le local de S3 à Palaiseau ne sera composé que d'une seule pièce qui contiendra l'ensemble de la soufflerie, ses organes connexes, la salle de mesure et l'atelier de préparation des maquettes d'essais. La partie refroidissement sera quant à elle située sur le toit du local.

5.3 **PLANNIFICATION**

L'annexe 05-01 présente un planning simplifié des opérations de transfert.

6 SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALE POUR LE POSTE 1 (ELEMENTS NEUFS)

Le transfert de la soufflerie S3 du centre ONERA de Meudon sur le centre de Palaiseau inclut l'étude et la réalisation d'éléments de soufflerie neufs, qui d'une part remplacent la partie du circuit aérodynamique la plus ancienne de la soufflerie (les éléments dits « gris », datant de l'origine de la construction à la fin des années 1940), et d'autre part évoluent au niveau de leur géométrie.

Sur la figure ci-après (fig 4), les éléments neufs de la soufflerie S3 à réaliser sont ceux dont les noms sont écrits en gras sur la figure, à savoir :

- Le diffuseur n°2
- La virole n°3
- Le coude n°3
- La virole n°4
- Le coude n°4
- La chambre de tranquillisation (pièce en noir sur la figure ci-dessous)
- La virole n°2

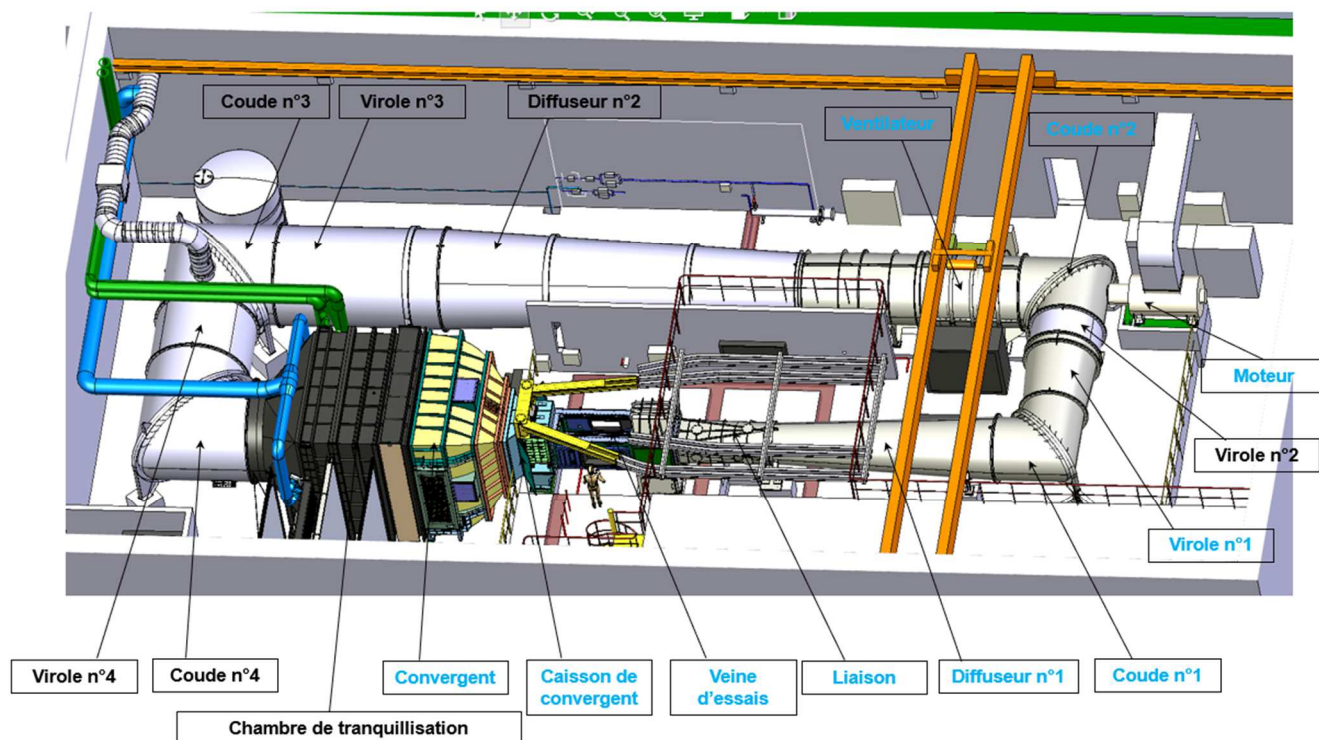


Figure 4 : Vue d'ensemble de la soufflerie en configuration transfert à Palaiseau

Les descriptions en noir sont les éléments neufs, en bleu les éléments existants et transférés. Certains détails tels que trous d'homme, accès pour extraction de particules, ventelles, etc... ne sont pas représentés sur cette figure (cf. textes ci-après).

6.1 CONDITIONS DE SERVICE ET SPECIFICATIONS GENERALES

6.1.1 Conditions de service

Pour tous les éléments neufs et transférés, les conditions de service sont les suivantes :

- Fluide en circulation : air
- Pression maximale de service : 0.2 bg (= 1.2b abs)
- Température maximale de service : 60°C (333K)
- Durée de fonctionnement : 5h maximum dans une journée, 500h maximum par an
- Nombre de cycles de fonctionnement annuel : entre 100 et 200 cycles

6.1.2 Etanchéité

Les éléments neufs du circuit aérodynamique sont des éléments de gros diamètre. La pression interne du circuit étant très proche de la pression atmosphérique, l'étanchéité des éléments neufs entre eux devra respecter la classe C de la norme NF EN 12237, pour des éléments dits chaudronnés. Cette contrainte minimum doit permettre de définir des qualités de brides suffisantes (état de surface, soudures de la bride sur l'élément chaudronné, etc..)

6.1.3 Normalisation des brides

Les brides définies dans l'avant projet conceptuel sont issues de la norme DIN 28031 spécifique aux chaudronniers. Elle permet de limiter le nombre de vis de fixation pour des équipements pour des équipements soumis à de très faibles surpressions. Ce sera le cas pour le circuit aérodynamique de cette soufflerie. Le titulaire donnera son avis sur cette approche. Le titulaire peut proposer cependant une autre norme de bride, européenne, plus adaptée

6.1.4 Centrage des éléments de soufflerie

L'avant projet conceptuel ne propose pas de centrer les éléments de soufflerie entre eux, pour des raisons de montage. Cependant, le titulaire peut proposer de les centrer selon les spécifications sur les absences de marche ascendantes sur le profil aérodynamique interne.

6.1.5 Corrosion, protection et peinture

Les éléments neufs du circuit aérodynamique seront dans un local fermé et à l'abris des intempéries. Néanmoins, il sera demandé au titulaire de poser sur les parois internes des éléments neufs, une peinture anti corrosion, transparente ou de couleur à proposer. Pour les parois extérieures, il est demandé de fournir une peinture anti corrosion ayant une couleur identique ou proche de celles des éléments existants, de manière à garantir l'homogénéité sur l'esthétisme globale de la soufflerie.

6.1.1 Dilatation

La condition de température maximale de service étant de 60°C, la dilatation maximale du circuit dans sa plus grande longueur (27m) est de 24mm en théorie (en supposant un coefficient de dilatation de 11.5×10^{-6} m/m/°C). Les échanges thermiques sont supposés très peu denses, et cette dilatation n'est pas forcément atteinte. Les liaisons entre le circuit neuf et existant est assuré par des joints de liaison qui sont parallèles (pour une géométrie carrée) ou coaxiaux (pour des géométries cylindriques ou coniques) qu'il faudra approvisionner lors du montage. La conception de la soufflerie est faite de manière que cette dilatation soit encaissée au niveau de ces 2 liaisons.

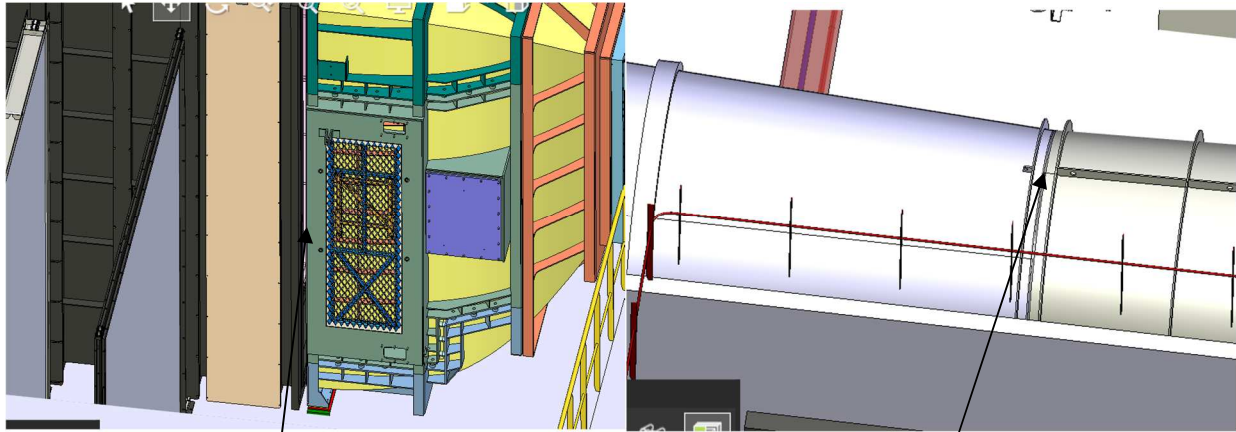


Figure 5 – Jonction entre circuit neuf et circuit existant

Joint entre chambre de tranquillisation et convergent

Joint entre support ventilateur et diffuseur n°2

6.1.2 Axe théorique du circuit aérodynamique

L'axe du circuit aérodynamique est défini comme étant la ligne théorique pour laquelle tous les éléments du circuit aérodynamique sont symétriques.

Sur la longueur la plus grande du circuit aérodynamique (27m), la tolérance exigée est **de 0.1°** d'inclinaison de l'axe théorique entre les deux points extrêmes du circuit. Autrement dit, l'axe théorique devra s'inscrire dans un cylindre de diamètre 47mm. Le titulaire déclinera cette spécification pour la réalisation des éléments neufs.

6.1.3 Axe géométrique du circuit aérodynamique

Pour les éléments neufs, il sera défini comme étant le lieu des centres d'inertie de diverses sections réelles mesurées lors de leur contrôle. Les outils de contrôle de l'axe géométrique seront précisés par le titulaire.

6.1.4 Tolérance de cylindricité

La cylindricité de l'équipement neuf devra être soignée. Pour des éléments de diamètre 3000mm, la tolérance sera de l'ordre de 15mm, à confirmer par le titulaire.

Selon la conception de l'équipement, la tolérance de cylindricité peut être décomposée en tolérance de circularité (ovalisation) et de rectitude :

Pour l'ovalisation, la tolérance ne devra pas dépasser 1% de la cote dimensionnante (le diamètre interne pour un cylindre/cone, ou le côté d'un carré pour la chambre de tranquillisation).

Pour la rectitude (flèche de l'équipement), la classe de plus grande précision (classe A selon NF EN ISO 13920) est demandée (environ 4mm).

L'ensemble de ces contraintes nécessitera probablement l'utilisation de raidisseurs.

6.1.5 Marches ascendantes (ou désaffleurement interne au raccordement)

On définit une marche ascendante comme la marche d'escalier que voit l'écoulement dans son sens de circulation. Pour un circuit aérodynamique, il sera demandé que la marche ascendante maximale ne doit pas être supérieure à **0.5mm** à la jonction entre deux équipements. Cette marche pourra être adoucie par la réalisation soit d'une pente (1 :4 par exemple), ou l'ajout d'un revêtement spécifique (joint silicone ou autre) permettant d'adoucir la marche, ou un meulage de la marche, lors du montage des éléments. Si cette contrainte ne peut pas être atteinte, le point important sera apporté sur l'adoucissement de cette pente.

6.1.6 Manutention et levage

Tous les systèmes conçus et réalisés par le titulaire nécessaires à la manutention d'éléments de soufflerie ou de tout autre élément lourd, seront calculés selon la norme EN-13445-3 ou l'eurocode (3 a priori). Il seront soumis aux tests règlementaires pour validation. Pour la réalisation des éléments neufs de soufflerie, le titulaire utilisera ces mêmes règles si ces derniers doivent être manutentionnés.

6.1.7 Epaisseur de tôle des éléments neufs

L'avant projet conceptuel propose une épaisseur de tôle de 6mm pour la réalisation des contraintes générales citées précédemment dans ce chapitre. Le titulaire pourra proposer une autre épaisseur s'il le juge nécessaire. Cependant, si l'épaisseur est revue à la hausse, il devra alerter l'ONERA sur l'augmentation de masse générée, et l'ONERA devra vérifier l'adéquation de ces masses avec la dalle du bâtiment.

6.1.8 Matériaux

Le matériau proposé dans l'avant projet conceptuel est de type S355. Un autre matériau de type acier peut être proposé. Les contraintes mécaniques étant faible, le titulaire pourra proposer un matériau de résistance mécanique plus faible. Une bonne soudabilité est demandé (dans les coudes 3 et 4 par exemple, des aubages doivent être soudés sur les parties internes).

6.1.9 Caractéristiques du pont roulant

Le pont roulant du local de la soufflerie aura les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques générales de levage et de manipulation	Longueur de portée en mètres :	19.60
	Longueur de roulement en mètres (perpendiculaire à la portée) :	37.20
	Hauteur crochet position haute max en mètres	6,10 depuis dalle RDC
	Hauteur crochet position basse max en mètres	0,00 depuis la dalle RDC
	Capacité de levage maximum en DaN	5000
Distance minimale du crochet exigée (mm)	Distance minimale du crochet sur mur côté portée (mm)	1200
	Distance minimale du crochet sur mur côté portée (mm)	800
Hauteur sous plafond minimale (mm)	Du sol à plafond (y compris charpente + néons ou autre élément limitant la hauteur sous plafond)	8,5 (TBC)
	Hauteur du crochet maximale au-dessus ou au-dessous des poutres de chemin de roulement	Pas d'exigence particulière
Environnement :	Intérieur :	OUI
	Extérieur :	NON
	Mixte :	NON
Température ambiante en °C :	Minimum (en °C) :	-5°C
	Maximum (en °C) :	+ 40°C
Condition environnementale spéciale :	Environnement salin, humide	NON
Palan :	Nbre de levage par heures :	<20
	Nbre d'heures par jour :	4h/jour maxi
	Hauteur de levage moyenne :	6 mètres
Chariot :	Nbre de mouvements par heures :	<20
	Nbre d'heures par jour :	4h/jour maxi
	Distance de déplacement moyenne :	5 mètres et peut aller jusqu'à 30 mètres

Figure 6 : Caractéristiques du pont roulant du local de la soufflerie à Palaiseau

6.1.10 Exigences vibratoires des machines à l'intérieur et à l'extérieur du local technique S3 :

L'impact vibratoire du projet devra respecter les exigences de la circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées, au niveau des premières habitations entourant le site de l'ONERA.

L'annexe technique de la circulaire du 23 juillet 1986 définit des niveaux vibratoires au-delà desquels des risques d'endommagement pour le bâtiment sont possibles. Ces valeurs dépendent de la sensibilité des bâtiments et de la catégorie de la source vibratoire. Ces deux aspects sont détaillés dans les paragraphes suivants.

6.1.10.1 Sensibilité du bâtiment

La sensibilité du bâtiment dépend du type de construction (catégorie de constructions et de fondations) et de terrain. L'annexe technique de la circulaire fournit un guide pour la classification des constructions. EST-MOE-DCE-055-ACO-NTE-XX-A-NoteAcoustique

La circulaire du 23 juillet 1986 distingue trois catégories de construction :

Catégorie A : constructions résistantes ;
Catégorie B : constructions sensibles ;
Catégorie C : constructions très sensibles.

6.1.10.2 Catégorie de la source vibratoire

La circulaire du 23 juillet 1986 distingue deux catégories de sources vibratoires :

- **Sources continues ou assimilées** : cette catégorie comprend toutes les machines émettant des vibrations continues et les sources émettant des impulsions à intervalles assez courts sans limitation du nombre d'émissions ;
- **Sources impulsionnelles à impulsions répétées** : cette catégorie comprend les sources émettant des impulsions à intervalles assez courts mais dont la durée d'une émission est inférieure à 500 millisecondes. L'espacement de temps entre deux émissions successives est supérieur à une seconde.

Le titulaire devra déboucher les réservations, et les reconstruire tout en assurant l'étanchéité et l'atténuation acoustique et vibratoire, et la dilatation.

6.1.10.3 Seuils vibratoires

Compte tenu de ces considérations, les valeurs limites en $\text{dB}_{\text{vitesse}}$ (réf. 5.10^{-8} m/s) et en mm/s des niveaux vibratoires à ne pas dépasser sont les suivantes :

Fréquence (Hz)	Catégorie A Constructions résistantes	Catégorie B Constructions sensibles	Catégorie C Constructions très sensibles
4 à 8 Hz	100 dB (5 mm/s)	96 dB (3 mm/s)	92 dB (2 mm/s)
8 à 30 Hz	101,5 dB (6 mm/s)	100 dB (5 mm/s)	95,5 dB (3 mm/s)
30 à 100 Hz	104 dB (8 mm/s)	102 dB (6 mm/s)	98 dB (4 mm/s)

6.1.10.4 Objectifs vibratoires

Le tableau suivant présente les objectifs de vitesse vibratoire en mm/s selon les gabarits ASHRAE « Vibration Criteria » présentés dans le document «1999 ASHRAE Applications Handbook ».

Les critères VC (Vibration Criteria) représentent des seuils à ne pas dépasser en fonction d'un type d'espace ou d'un équipement donné, sur **le nu du plancher**. Le local de la soufflerie et la toiture sont en catégorie A.

Soufflerie S3Ch et toiture	Critère VC-A : $\leq 50 \mu\text{m/s}$ de 4 à 80 Hz
----------------------------	--

6.1.11 Modes propres et résonnance du circuit aérodynamique

Le circuit aérodynamique de la soufflerie est découplé à deux endroits, qui sont les deux jonctions entre le circuit neuf et le circuit existant/transféré (voir figure 5). Il est également découplé entre les éléments transférés nommés « liaison » et « diffuseur n°1 ». Cette conception permet d'éviter à la veine d'essais de subir une transmission de vibrations issues de la rotation du ventilateur. En

conséquence, il n'est pas demandé d'analyse vibratoire ni de détermination de modes propres du circuit aérodynamique de la soufflerie.

6.2 DIFFUSEUR N°2

6.2.1 Description

Cet élément de soufflerie est monté à l'aval de l'élément de circuit contenant le ventilateur. Il permet de ralentir l'écoulement, limite les pertes de charges et contribue à homogénéiser l'écoulement.

6.2.2 Caractéristiques fonctionnelles souhaitées

Les contraintes fonctionnelles imposées sont essentiellement des dimensions imposées ayant des tolérances issues des spécifications générales, et qui seront annotées par le titulaire sur les plans d'exécution, selon son procédé de fabrication, et les spécifications d'assemblage final présentées au poste 5 :

- La longueur totale de cet équipement est de 10830 mm
- Le diamètre intérieur à l'entrée est de 2000 mm
- L'épaisseur souhaitée est de 6 mm, avec un minimum de 4mm
- Le diamètre intérieur de sortie est de 3000 mm
- Le diamètre extérieur de la bride est de 3160 mm, peut être différent selon les tailles standard de brides du commerce. Cependant, et pour toutes les autres liaisons des éléments neufs, on considèrera selon la norme DIN 28031 une bride en DN3000 série légère
- La fixation à la virole n°3 est réalisée à l'aide de 48 vis M30 sur un diamètre de 3090 mm, par rapport à l'étude d'avant projet conceptuelle qui définit une bride standard
- La masse de cet élément est environ de 4860 kg (pour une épaisseur de 6mm)
- Le matériau est en S355, cela peut être un autre matériau de Re moindre si le titulaire justifie un meilleur emploi (S235 par exemple), selon la norme EN 10025-2
- Un trou de passage pour une tuyauterie d'AC sera à réaliser. La localisation est précisée sur la CAO et en Annexe 01-01. Un bouchon de fourniture du titulaire viendra combler le passage de cette future tuyauterie, qui est hors fourniture du présent CCTP. Actuellement, une tuyauterie de diamètre extérieure 60 mm est implantée dans le diffuseur n°2.



Cet élément de soufflerie possède quatre pieds assurant une liaison simplement en appui avec les massifs béton du local. Le réglage en hauteur peut se faire à l'aide de cales métalliques, qui feront parties de la fourniture du titulaire, ou un autre système de réglage en hauteur. La contrainte étant de pouvoir assurer un glissement suffisant lié à la dilatation de l'ensemble du circuit

Cet équipement sera équipé de 3 plans dans lesquels seront implantées 4 bobines (ou bouchons) (cf § pour l'implantation de prises de pression). Ces prises de pression seront connectées par l'ONERA. Cependant la réalisation des bobines pour l'équipement est à la charge du titulaire. Il s'agit des bobines qui seront soudées ou serrées sur l'élément, ainsi que les pièces filetées. Les bobines sont réparties à 90° les unes des autres dans le plan considéré, suivant le schéma de principe présenté en Annexe 01-01 qui présente le plan d'équipement de la soufflerie. Le principe de conception est également présenté.

Une autre fonction souhaitée est d'avoir une trappe d'accès dont les spécifications, communes avec celles des autres équipements neufs, sont présentées également dans cette annexe.

La dernière fonction souhaitée est d'avoir un piquage pour raccorder une tuyauterie HP d'air comprimé provenant d'un réseau HP à réaliser. Le diamètre du tuyau qui est raccordé est de 60mm. Son repérage est imposé et fournit dans un plan de l'Annexe 01-01.

6.2.3 Contrainte adaptable

Pour des questions de manutention et/ou de mise en place, le titulaire fera son analyse sur le besoin d'équiper l'élément de soufflerie d'un système pour le manutentionner, par exemple des oreilles de levage ou anneau de levage.

Le diffuseur n°2 ayant une grande longueur (>10m), le titulaire réalisera la conception et la réalisation de tout outillage nécessaire à la mise en place de l'élément.

6.2.4 Résumé des exigences

CFS N°1-1 : La prestation du titulaire doit satisfaire les caractéristiques fonctionnelles imposées au § 6.2.2

CA N°1-1 : Le titulaire satisfera les contraintes adaptables qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.2.3.

6.3 VIOLE N°3

6.3.1 Description

La virole n°3 est l'élément de soufflerie faisant la liaison entre le diffuseur n°2 et le coude n°3. C'est un élément simple de conception et de réalisation du fait que son diamètre est constant.

6.3.2 Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées

Les contraintes fonctionnelles imposées sont essentiellement des dimensions imposées sans tolérance (elles seront annotées par le titulaire sur les plans d'exécution, selon son procédé de fabrication) :

- La longueur totale de cet équipement est de 4994 mm
- Le diamètre intérieur à l'entrée est de 3000 mm
- L'épaisseur est de 6 mm, avec un minimum de 4mm

- Le diamètre intérieur de sortie est de 3000 mm
- Le diamètre extérieur des brides amont et aval est de 3160 mm, peut être différent selon les tailles standard de brides du commerce
- La fixation à la virole n°3 et au coude n°3 est réalisée à l'aide de 48 vis M30 sur un diamètre de 3090 mm, par rapport à l'étude d'avant projet qui définit une bride standard
- La masse de cet élément est environ de 2930 kg (pour une épaisseur de 6mm).
- Le matériau est en S355, cela peut être un autre matériau de Re moindre si le titulaire justifie un meilleur emploi

Cet élément de soufflerie possède deux pieds assurant une liaison simplement en appui avec les massifs béton du local. Le réglage en hauteur se fera à l'aide de cales métalliques ou tout autre système de réglage en hauteur, comme pour le diffuseur n°2, qui feront parties de la fourniture du titulaire. Le titulaire portera une attention particulière sur le fait que cet élément ne pourra tenir seul en équilibre avec les deux seuls pieds en appui.

Cet équipement sera équipé de 3 plans dans lesquels seront implantées 4 bobines (cf § 6.9.1) pour l'implantation de prises de pression. Ces prises de pression seront connectées par l'ONERA. Le reste des exigences est identique à la description du § 7.1.3

6.3.3 Contrainte adaptable

Pour des questions de manutention et/ou de mise en place, le titulaire fera son analyse sur le besoin d'équiper l'élément de soufflerie d'un système pour le manutentionner, par exemple des oreilles de levage ou anneau de levage.

6.3.4 Résumé des exigences

CFS N°1-2 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles imposées au § 6.3.2

CA N°1-2 : Le titulaire réalisera les contraintes qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.3.3.

6.4 COUDE N°3

6.4.1 Description

Le coude n°3 a deux fonctionnalités : la première est de dévier l'écoulement de 90° et la seconde est de réaliser cette déviation avec le minimum de pertes de charges. Ce minimum est réalisé à l'aide d'aubages simples, constitués de tôles pliées et soudées à la structure du coude. Leur forme et leur position sont imposées par l'ONERA, qui fournit la CAO de l'élément complet. La réalisation des aubages et leur assemblage sur la structure du coude sont à la charge du titulaire. L'ONERA n'impose pas de contrainte particulière sur la réalisation des soudures, cependant si l'ensemble des aubages constitue une paroi en liaison avec l'extérieur, cette dernière doit être étanche.

L'effort maximal sur une aube est de l'ordre de **70N** sans marge.

6.4.2 Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées

Les contraintes fonctionnelles imposées sont essentiellement des dimensions imposées ayant des tolérances issues des spécifications générales :

- Diamètre intérieur en entrée et en sortie : 3000 mm
- Epaisseur de la tôle : 6 mm souhaitée, avec un minimum de 4mm
- Dimensions hors tout : 3580x3580 mm

- Le coude est symétrique avec un angle à 90° par jonction de deux tubes droits par l'intermédiaire d'une virole elliptique (issue de la coupe entre deux cylindres). Des aubes sont positionnées à cette jonction.
- Diamètre extérieur des brides : 3160 mm, peut être différent selon les tailles standard de brides du commerce
- La fixation du coude à ses voisins est réalisée à l'aide de 48 vis M30 sur un diamètre de 3090 mm, par rapport à l'étude d'avant projet qui définit une bride standard
- La masse de cet élément est de environ 3450 kg (pour une épaisseur de 6mm).
- Le matériau est en S355, cela peut être un autre matériau de Re moindre si le titulaire justifie un meilleur emploi
- Un piquage de diamètre intérieur 500mm sera réalisé sur le dessus du coude, pour permettre son raccordement à un système d'extraction de particules qui sera décrit plus loin § à préciser..

Cet élément de soufflerie possède deux pieds assurant une liaison simplement en appui avec les massifs béton du local. Le réglage en hauteur se fera à l'aide de cales métalliques ou d'un autre système de réglage en hauteur, comme pour le diffuseur n°2 et la virole n°3, qui feront parties de la fourniture du titulaire.

Le nombre d'aubes et leur profil sont fournis par l'ONERA, sur la CAO globale.

6.4.3 Contrainte adaptable

Pour des questions de manutention et/ou de mise en place, le titulaire fera son analyse sur le besoin d'équiper l'élément de soufflerie d'un système pour le manutentionner, par exemple des oreilles de levage ou anneau de levage.

6.4.4 Résumé des exigences

CFS N°1-3 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles imposées au § 6.4.2

CA N°1-3 : Le titulaire réalisera les contraintes qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.4.3.

6.5 VIROLE N°4

6.5.1 Description

La virole n°4 est l'élément de soufflerie faisant la liaison entre les coudes n°3 et 4. Sa forme simple (cylindrique), n'a pas de fonction aérodynamique à proprement parler. Mécaniquement, il doit permettre une liaison avec les deux coudes, et un accès à l'intérieur du circuit grâce à un trou d'homme.

6.5.2 Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées

Les contraintes fonctionnelles imposées sont essentiellement des dimensions imposées sans tolérance :

- Longueur : 1993 mm
- Diamètre intérieur : 3000 mm
- Epaisseur : 6 mm souhaitée, avec un minimum de 4mm
- Diamètre extérieur des brides : 3160 mm
- La fixation de la virole à ses voisins est réalisée à l'aide de 48 vis M30 sur un diamètre de 3090 mm. par rapport à l'étude d'avant projet qui définit une bride standard
- La masse de cet élément est de 1245 kg (pour une épaisseur de 6mm).
- Le matériau est en S355, cela peut être un autre matériau de Re moindre si le titulaire justifie un meilleur emploi

- Un passage par trou d'homme est exigé pour permettre l'accès aux deux coudes 3 et 4.

6.5.3 Contrainte adaptable

Pour des questions de manutention et/ou de mise en place, le titulaire fera son analyse sur le besoin d'équiper l'élément de soufflerie d'un système pour le manutentionner, par exemple des oreilles de levage ou anneau de levage.

6.5.4 Résumé des exigences

CFS N°1-4 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles imposées au § 6.5.2

CA N°1-4 : Le titulaire réalisera les contraintes qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.5.3.

6.6 COUDE N°4

6.6.1 Description

Le coude n°4 a les mêmes fonctions que le n°3.

6.6.2 Contraintes Fonctionnelles Souhaitées

Les caractéristiques fonctionnelles imposées sont essentiellement des dimensions imposées sans tolérance :

- Diamètre intérieur en entrée et en sortie : 3000 mm
- Epaisseur de la tôle : 6 mm souhaitée, avec un minimum de 4mm
- Dimensions hors tout : 3580x3580 mm
- Le coude est symétrique avec un angle à 90° par jonction de deux tubes droits par l'intermédiaire d'une virole elliptique. Des aubes sont positionnées à cette jonction.
- Diamètre extérieur des brides : 3160 mm
- La fixation du coude à ses voisins est réalisée à l'aide de 48 vis M30 sur un diamètre de 3090 mm. par rapport à l'étude d'avant projet qui définit une bride standard suivant la norme DIN28030
- La masse de cet élément est de 3488 kg (pour une épaisseur de 6mm).
- Le matériau est en S355, cela peut être un autre matériau de Re moindre si le titulaire justifie un meilleur emploi

Cet élément de soufflerie possède deux pieds assurant une liaison simplement en appui avec les massifs béton du local. Le réglage en hauteur se fera à l'aide de cales métalliques.

Les aubes ont auront les caractéristiques en nombre et en profil comme présenté dans la CAO globale.

6.6.3 Contrainte adaptable

Pour des questions de manutention et/ou de mise en place, le titulaire fera son analyse sur le besoin d'équiper l'élément de soufflerie d'un système pour le manutentionner, par exemple des oreilles de levage ou anneau de levage.

6.6.4 Résumé des exigences

CFS N°1-5 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles imposées au § 6.6.2

CA N°1-5 : Le titulaire réalisera les contraintes qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.6.3.

6.7 CHAMBRE DE TRANQUILLISATION

6.7.1 Description

La chambre de tranquillisation précède le convergent vers la veine d'essai. Elle permet d'homogénéiser le flux d'air et réduire le taux de turbulence. Elle est constituée d'un divergent muni d'un filtre WAD (Wide-Angle Diffusor), puis d'une chambre de section carrée où se succèdent un échangeur thermique, un nid d'abeille et deux filtres. Ces éléments doivent pouvoir être chargés et déchargés par la gauche (sens pilote) (cf. figure 5).

Le WAD permet de passer d'une section circulaire de diamètre intérieur 3000 mm à une section carrée de 4230mm

Cette chambre de tranquillisation est également l'élément sur lequel est fixé l'équipement de sécurité qui permet d'éviter de faire monter le circuit aérodynamique en pression, grâce un système nommé « ventelles » fixé sur le WAD.

L'échangeur thermique est composé de 4 batteries (tuyaux + ailettes) SP246-4160 qui seront transférées (Poste 2). Le raccordement des 4 batteries au système de refroidissement sera réalisé dans le cadre du poste 3. Les batteries d'échangeur sont les seuls éléments interne de la chambre de tranquillisation qui sont existants et transférés, tous les autres équipements sont à concevoir et à fabriquer.

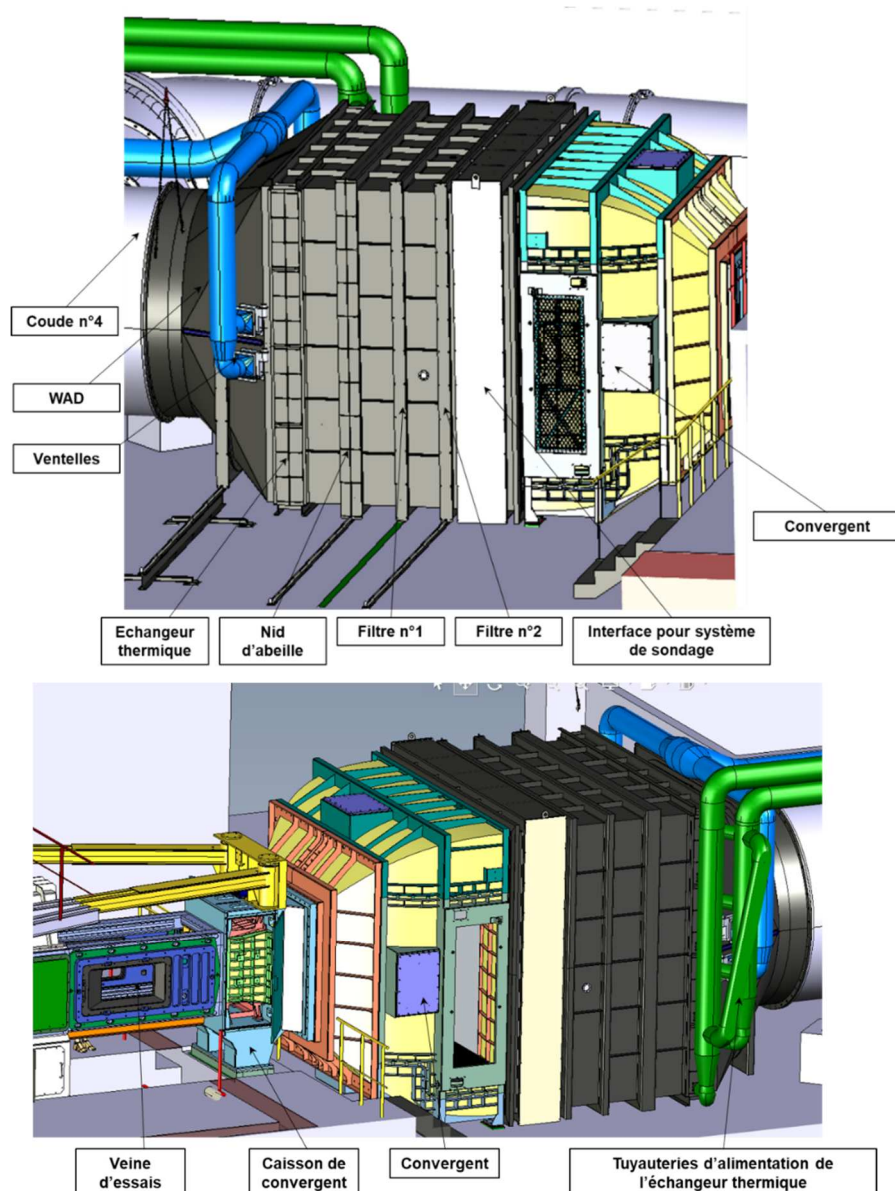


Figure 7 : Description chambre de tranquillisation

6.7.1.1 Description du WAD

Le WAD permet le passage d'une section circulaire de diamètre interne (passage d'air) de diamètre 3000mm à une section carrée de 4230mm de côté (passage d'air). Sa longueur totale est de 1746mm. Le changement de section a lieu sur une longueur de 1250mm (porte-filtre WAD compris).

Il est composé :

- D'un diffuseur amont avec un tronçon circulaire de longueur 496mm et de diamètre interne 3000mm, et le début du diffuseur jusqu'au porte-filtre WAD, sur une longueur de 562mm. Il comporte la bride d'assemblage avec le coude 4 et une bride d'assemblage avec le porte-filtre WAD ;
- De deux joints plats, entre le diffuseur amont et le porte-filtre WAD et entre le porte-filtre WAD et le diffuseur aval. Ces joints plats sont en EPDM et d'épaisseur 3mm, de dureté entre 60 et 80 shore A idéalement 70 lors de l'étude de détails, conforme à la norme NF EN 1514-1
- Du porte-filtre WAD;
- D'un diffuseur aval de longueur 562mm et de section finale 4230 mm * 4230 mm (passage d'air). Il comporte une bride d'assemblage avec le porte-filtre WAD. Il est soudé sur la chambre de tranquillisation en elle-même. 4 ventelles récupérées sur l'installation existante sont positionnées et montées « vissées » sur le diffuseur aval avec des joints plats en EPDM pour assurer l'étanchéité (mêmes spécifications qu'au point de la page précédente)

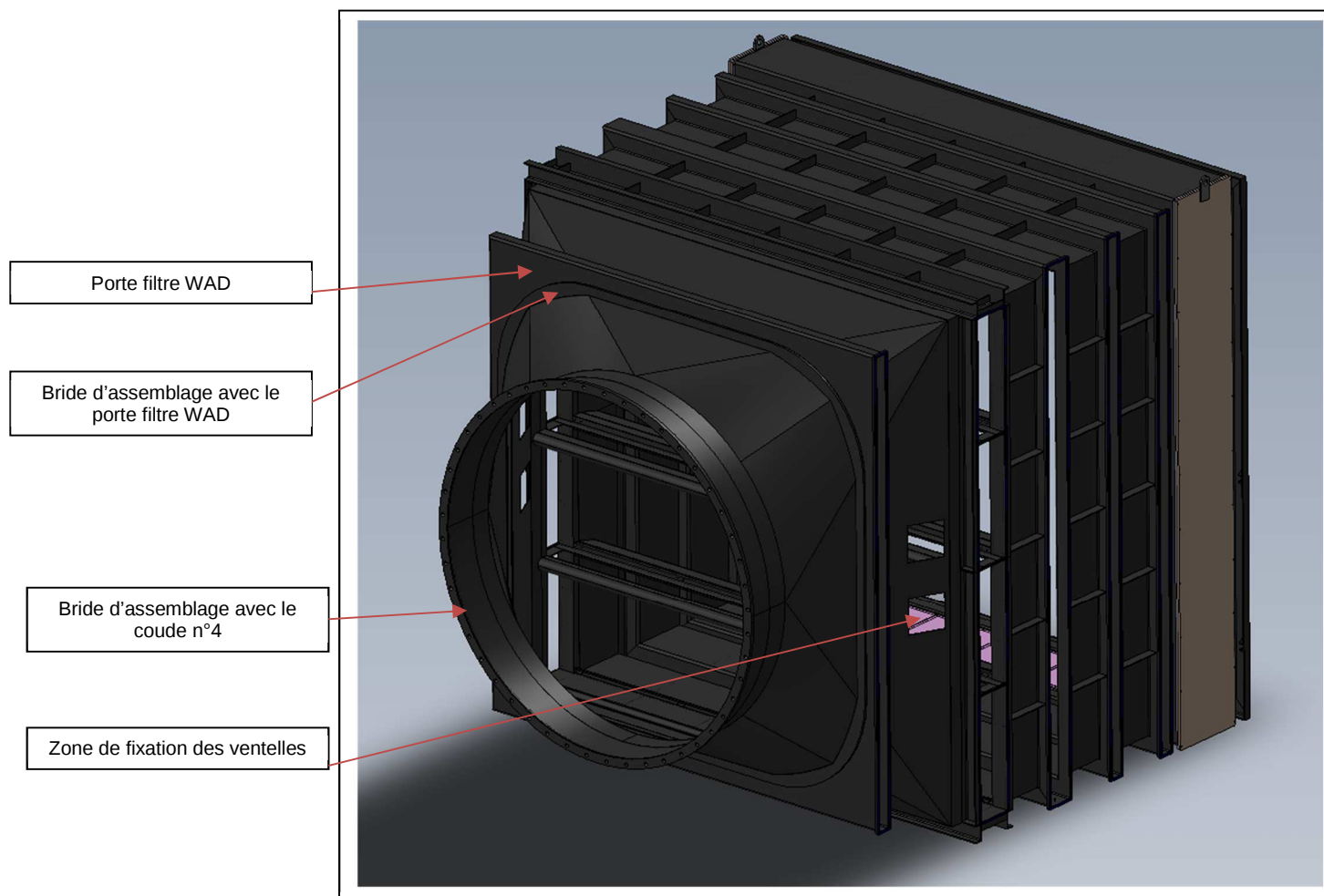
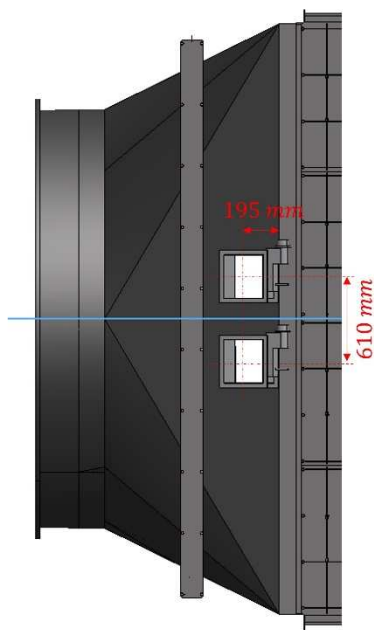


Figure 8 : WAD de la chambre de tranquillisation

Le plan central du porte-filtre WAD est à 625 mm du début du changement de section.

La bride d'assemblage avec le coude n°4 a un diamètre extérieur de 3160mm et possède 48 passages de vis de diamètre 33 mm réparties sur un diamètre 3090 m. (Bride DN3000 série légère selon norme DIN28031).



Les ventelles sont positionnées selon le schéma ci-contre.

Deux ventelles sont positionnées à droite et à gauche du diffuseur, symétriquement par rapport au plan central horizontal de la chambre avec un entraxe de 610 mm entre elles et de 195 mm avec le bord aval du diffuseur.

Figure 9 : Position des ventelles (vue de côté)

6.7.1.2 Porte filtre WAD

Le porte-filtre WAD est constitué :

- D'un cadre métallique pris en sandwich entre les deux parties du diffuseur
- D'un porte-filtre avec une structure métallique portant le filtre WAD.

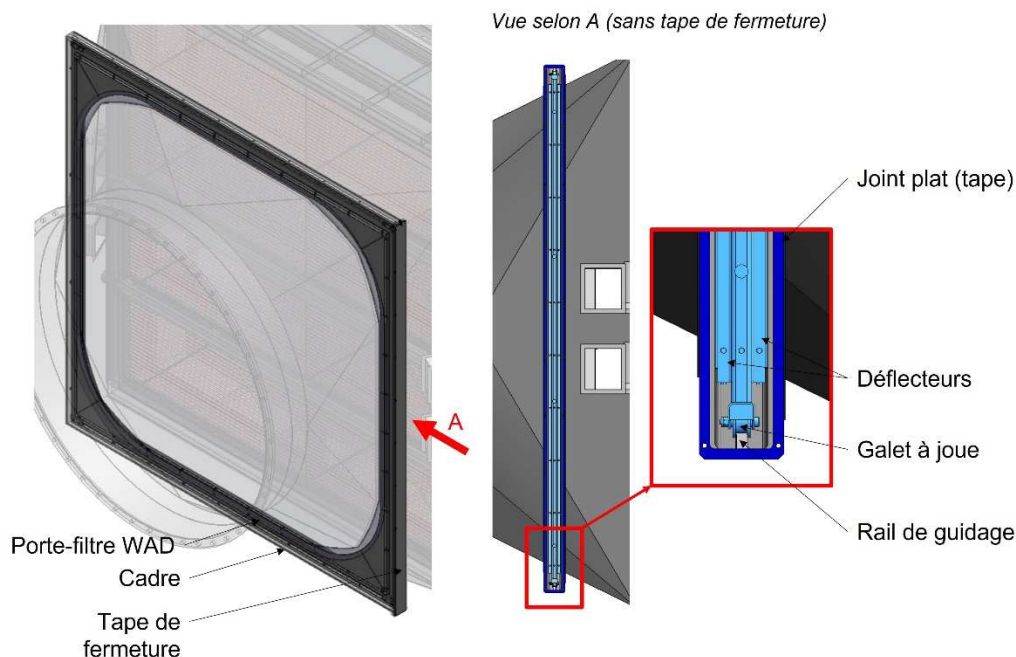


Figure 10 : Porte filtre du WAD

L'avant projet conceptuel est le suivant :

Le cadre est ouvert pour le passage d'air aux dimensions des sections des diffuseurs. Il est aussi ouvert sur le côté gauche (sens pilote) pour permettre la sortie du filtre, fermé par une tape et un joint plat. Des rails de guidage en partie supérieure et inférieure permettent de guider le cadre-filtre. Le rail mesure 4458 mm de long pour une section de $22,5\text{ mm} \times 30\text{ mm}$.

Le porte-filtre supporte le filtre WAD :

Il est muni de quatre chariots de 2 galets à joues, deux en partie supérieure, deux en partie inférieure, en extrémité gauche et droite du cadre. L'entraxe entre les galets d'un chariot doit être supérieur à l'écart entre le rail de guidage dans le cadre-structure et le rail de roulement, sa valeur est de 70 mm . Le jeu théorique entre le rail de guidage et les galets à joues est de $0,25\text{ mm}$ de chaque côté. Il est aussi muni de deux déflecteurs, un en amont et un en aval. Le jeu théorique entre les déflecteurs et le cadre est de 1 mm de chaque côté.

Le titulaire peut proposer une variante libre de cette conception, dans la mesure où les fonctions sont assurées.

6.7.1.3 Partie tranquillisation

Le passage d'air est de $4230\text{ mm} \times 4230\text{ mm}$ sur une longueur de 3441 mm .

Les dimensions extérieures hors-tout (oreilles de levage, tapes et raccords des tubulures des échangeurs compris) sont de 4600 mm (H) $\times$ 4730 mm (l).

Les échangeurs thermiques, le nid d'abeille et les deux filtres doivent pouvoir être chargés et déchargés par le côté gauche (sens pilote) de la chambre de tranquillisation.

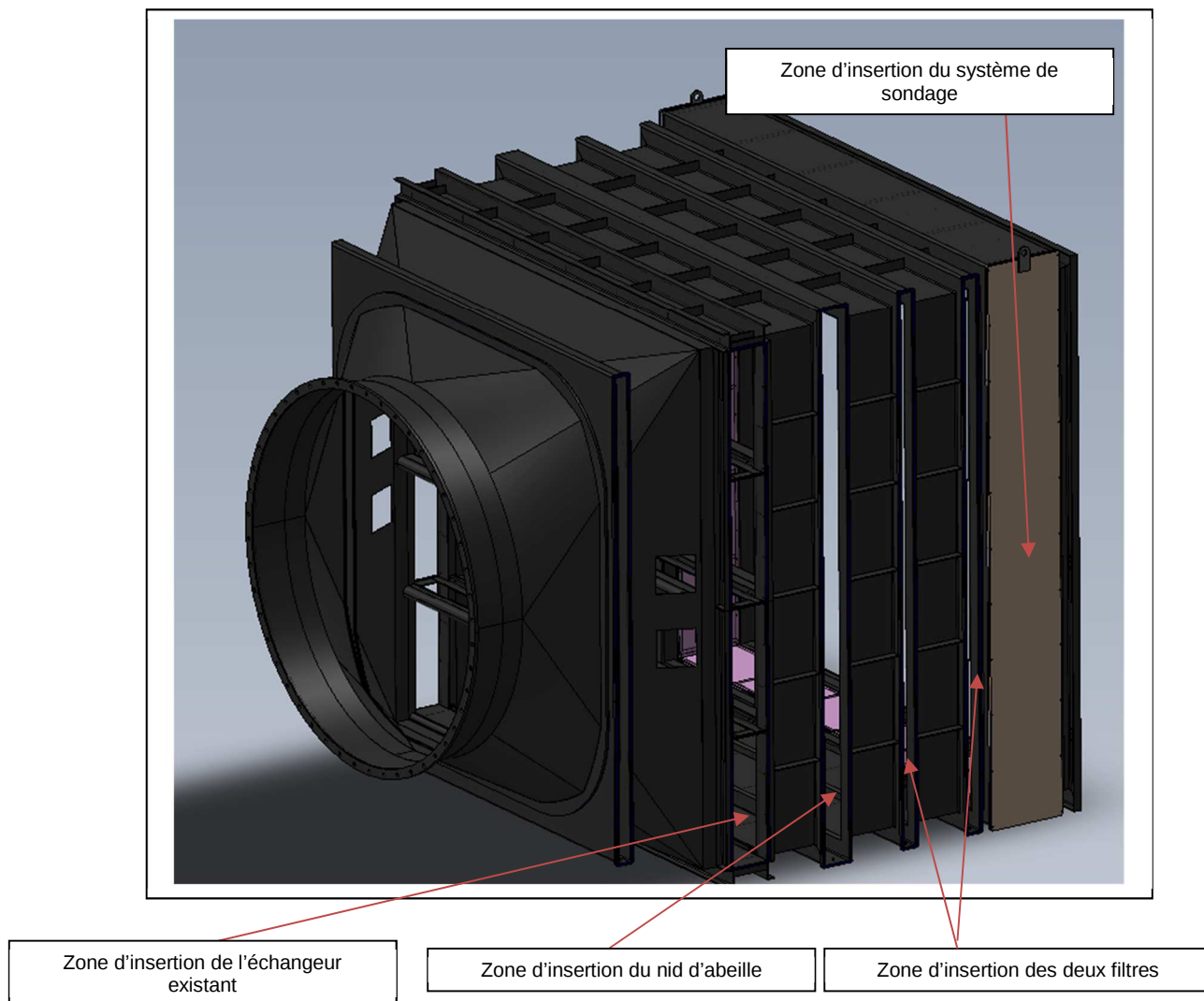
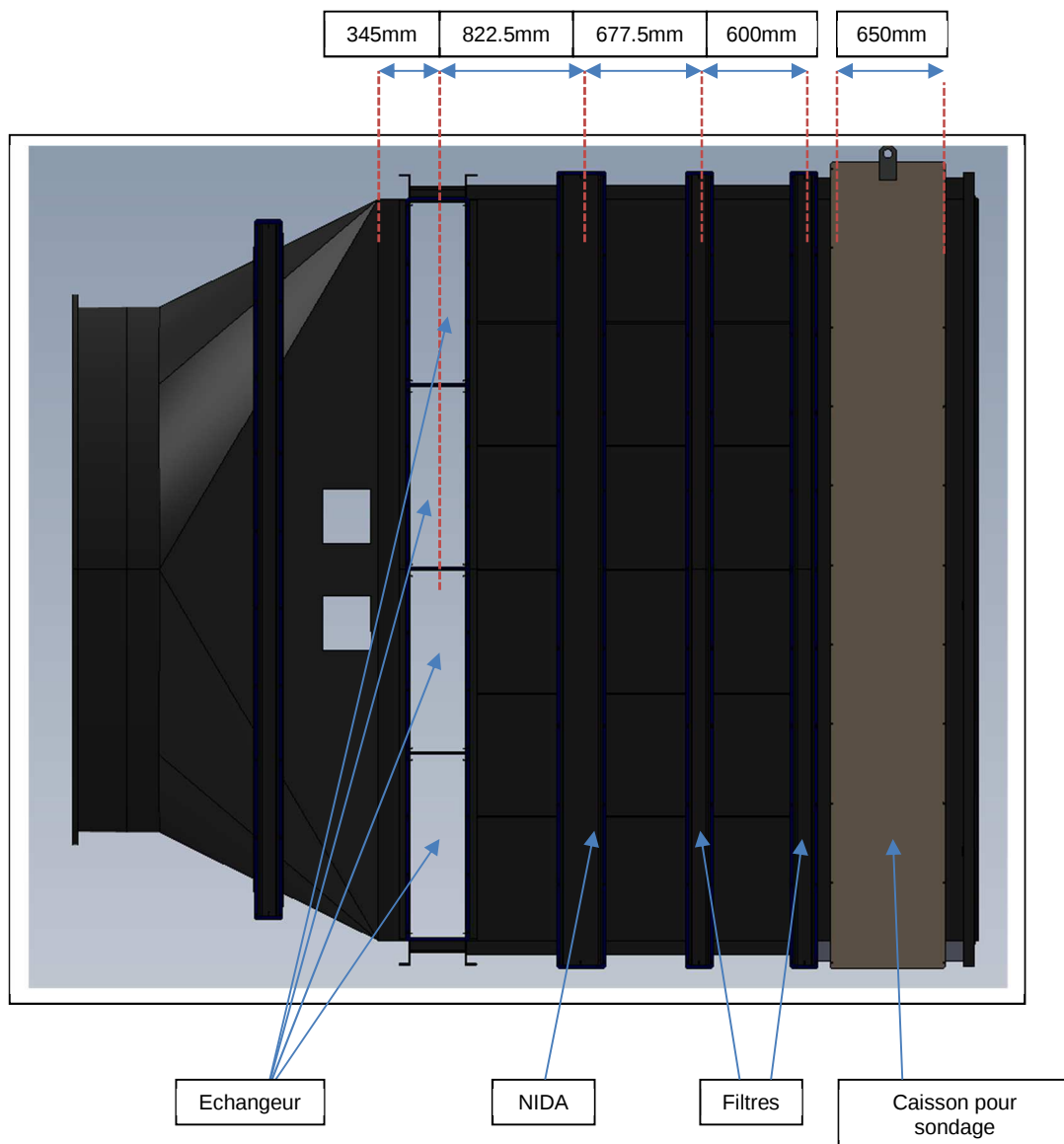


Figure 11 : Chambre de tranquillisation - Tronçon à section carrée

La structure de la chambre de tranquillisation comprend :

- Quatre emplacements pour les batteries d'échangeurs thermiques, situés dans le même plan vertical. Ces emplacements sont situés de façon que l'axe des batteries d'échangeurs soient situés à 345 mm du début du tronçon droit de la chambre de tranquillisation.
- Un emplacement pour le nid d'abeille. L'axe du nid d'abeille est espacé de 822.5 mm de l'axe des batteries d'échangeurs thermiques ;
- Deux emplacements pour les filtres n°1 et n°2, d'un entraxe de 600 mm et dont l'axe du filtre n°1 est espacé de l'axe du nid d'abeille de $677,5\text{ mm}$;
- Un emplacement pour loger ultérieurement un système de sondage de l'écoulement

Les emplacements sont fermés par des tapes amovibles à gauche (sens pilote) de la chambre



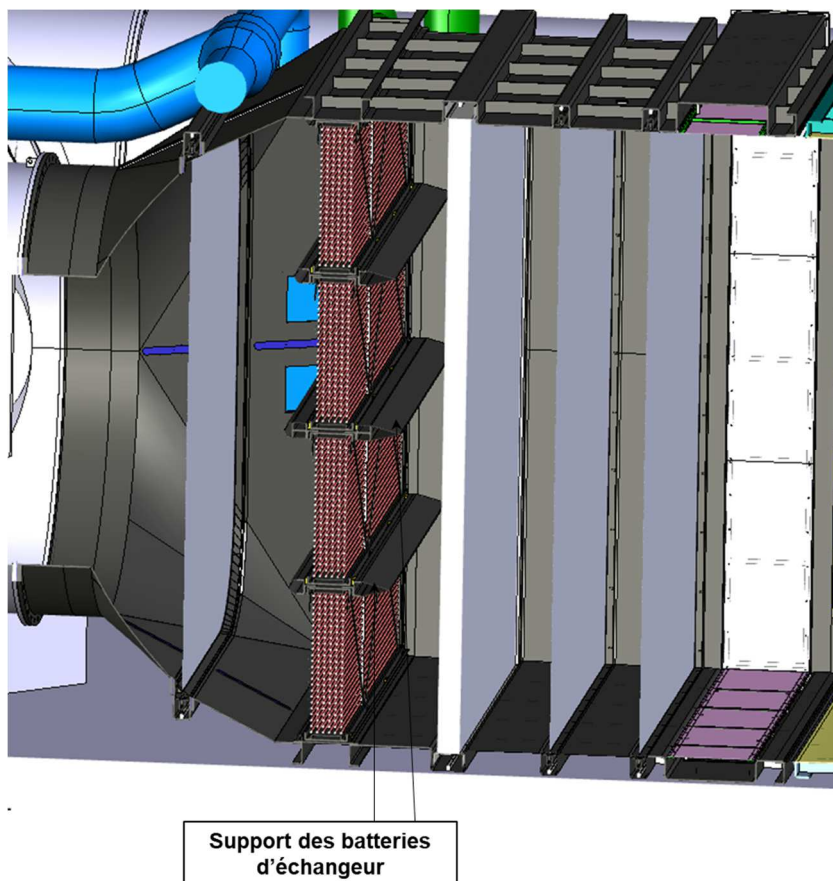


Figure 12 : Position relative des échangeurs avec leur supportage, du nid d'abeille et des filtres n°1 et n°2 dans la chambre de tranquillisation

Les quatre emplacements pour les échangeurs thermiques sont positionnés les uns au-dessus des autres, formés par une structure ajourée. Des déflecteurs sont présents en amont et aval de chaque traverse (bord d'attaque et bord de fuite). Leur forme seront fournis en CAO. Les dimensions internes de chaque emplacement sont de $319\text{ mm (l)} * 1048\text{ mm (h)}$. Des passages sont laissés libre à droite (sens pilote) pour les tubulures des échangeurs (deux tubulures par échangeur). Des patins de guidage en bronze en partie supérieure et inférieure de chaque emplacement sont présents pour guider l'échangeur. Un jeu latéral de 2 mm est laissé entre les patins et l'échangeur. L'échangeur repose sur les patins inférieurs par leur forme en « L ». Chaque emplacement est fermé par une tape individuelle. Des plans de la solution technique actuelle seront fournies à la passation du marché.

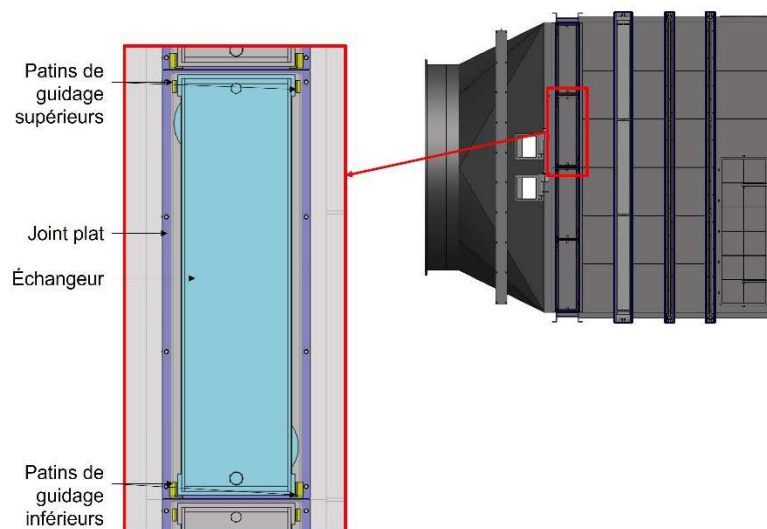


Figure 13 : Emplacement pour un échangeur dans la chambre de tranquillisation

L'emplacement pour le nid d'abeille présente des dimensions internes de 220 mm (l) * 4530 mm (h). Des rails de guidages sont présents sur la face supérieure et inférieure de l'emplacement du nid d'abeille pour le chargement et le déchargement du cadre du nid d'abeille ainsi que son maintien en place. Le rail mesure 4458 mm de long pour une section de $22,5\text{ mm}$ * 30 mm .

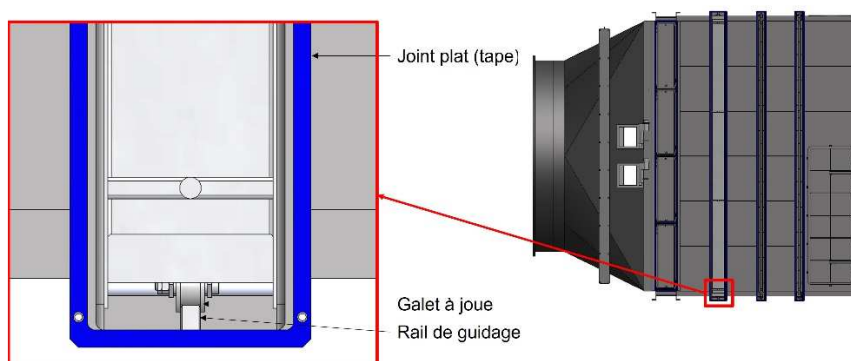


Figure 14 : Emplacement pour le Nid d'abeille (guidage) dans la chambre de tranquillisation

Les emplacements pour les filtres n°1 et n°2 présentent des dimensions internes de 100 mm (l) * 4530 mm (h). Des rails de guidages sont présents sur la face supérieure et inférieure des emplacements des filtres pour le chargement et le déchargement des cadres des filtres ainsi que leur maintien en place. Le rail mesure 4458 mm de long pour une section de $22,5\text{ mm}$ * 30 mm .

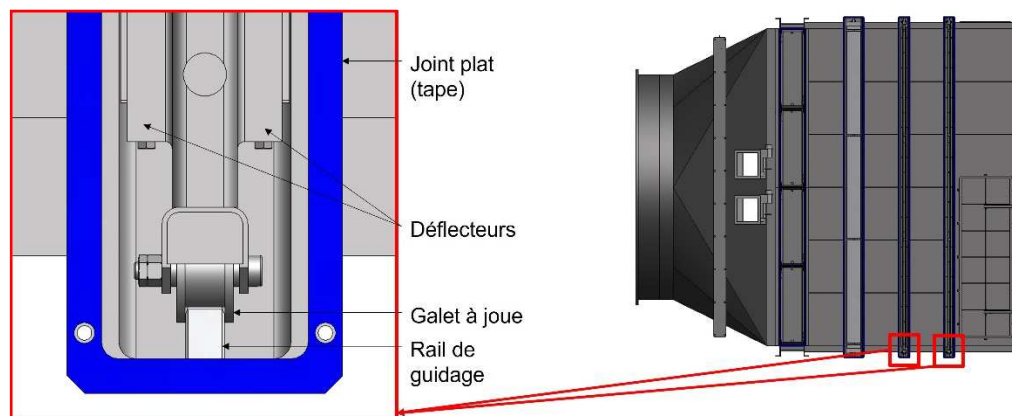


Figure 15 : Emplacement pour les filtres n°1 et n°2 (guidage) dans la chambre de tranquillisation

Une échelle à crinoline permet d'accéder au toit de la chambre de tranquillisation afin que l'opérateur puisse atteindre les points d'attache des élingues. Cette échelle est située à droite sens pilote de la chambre de tranquillisation. L'espace accessible en toit de la chambre de tranquillisation est protégé par des garde-corps.

6.7.1.4 Batteries d'échangeurs thermiques (existantes)

Les batteries d'échangeurs sont des batteries de type SP246-4160. Leur manutention hors de la chambre de tranquillisation est réalisée par élingage.

6.7.1.5 Nid d'abeille (à fournir)

Le nid d'abeille est monté dans un cadre de dimension $4480\text{ mm (l)} * 4480\text{ mm (L)} * 200\text{ mm (h)}$. Ce cadre présente deux points d'accroche pour être manutentionné par élingage (manutention aérienne).

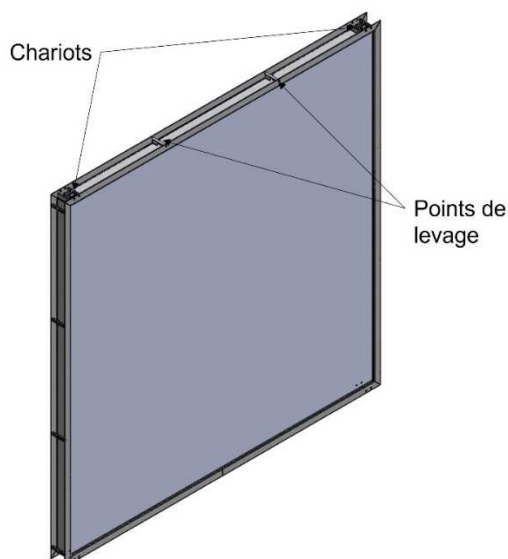


Figure 16 : Nid d'abeille et son cadre

Quatre chariots de 2 galets à joues sont montés sur ce cadre, deux en partie supérieure, deux en partie inférieure, en extrémité gauche et droite du cadre. L'entraxe entre les galets d'un chariot doit être supérieur à l'écart entre le rail de guidage dans la chambre de tranquillisation et le rail de roulement

(voir §6.7.1.7), sa valeur est de 70 mm . Le jeu théorique entre le rail de guidage et les galets à joues est de $0,25\text{ mm}$ de chaque côté.

Le jeu théorique entre le cadre du nid d'abeille et son emplacement est de 10 mm de chaque côté.

6.7.1.6 Filtres n°1 et n°2 (à fournir)

Chaque filtre n°1 et n°2 est monté dans un cadre de dimension $4450\text{ mm (l)} * 4450\text{ mm (L)} * 98\text{ mm (h)}$. Ce cadre présente deux points d'accroche pour être manutentionné par élingage (manutention aérienne) et deux déflecteurs (un amont et un aval).

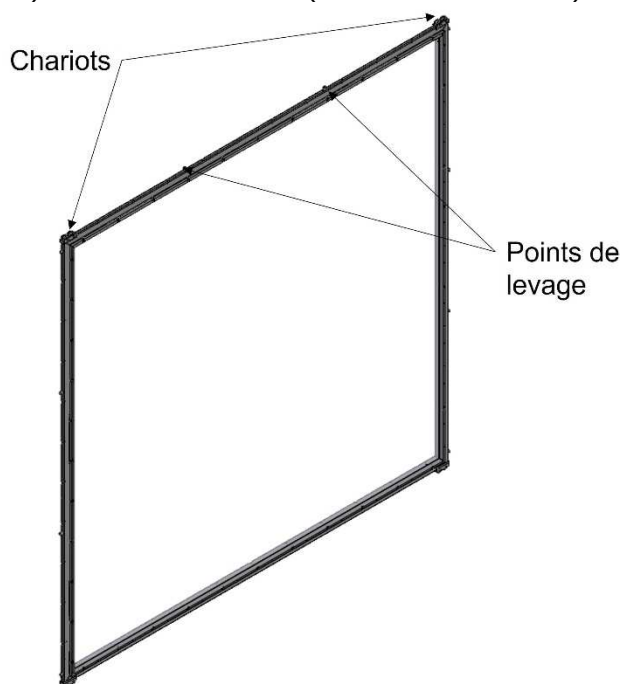


Figure 17 : Filtre (n°1 ou n°2) de la chambre de tranquillisation

Quatre chariots de 2 galets à joues sont montés sur ce cadre, deux en partie supérieure, deux en partie inférieure, en extrémité gauche et droite du cadre. L'entraxe entre les galets d'un chariot doit être supérieur à l'écart entre le rail de guidage dans la chambre de tranquillisation et le rail de roulement (voir §6.7.1.7), sa valeur est de 70 mm . Le jeu théorique entre le rail de guidage et les galets à joues est de $0,25\text{ mm}$ de chaque côté.

Le jeu théorique entre le cadre du filtre et son emplacement est de 1 mm de chaque côté.

6.7.1.7 Maintenance

Des éléments pour le déchargement et le chargement des cadres (porte-filtre WAD, cadre filtre et cadre nid d'abeille) sont à prévoir par le Titulaire pour soutenir et guider ceux-ci hors de la chambre de tranquillisation.

6.7.1.7.1 Ensemble rail de roulement pour les filtres n°1, n°2, WAD et le nid d'abeille

L'ensemble du rail de roulement pour les deux filtres n°1 et n°2, le filtre WAD et le nid d'abeille de la chambre de tranquillisation est constitué :

- D'un rail de roulement de section identique à celui de la chambre de tranquillisation ;
- D'un support au rail de roulement.

La longueur du rail de roulement est de 4836 mm pour une longueur hors-tout de 4844 mm . La hauteur de l'ensemble est de 55 mm .

L'ensemble est positionné sur des platines pré-scellées, dans l'alignement de l'ouverture latérale du cadre des porte-filtres n°1 et n°2 ainsi que du nid d'abeille tel que l'écart entre le rail de la chambre de tranquillisation et le rail de roulement extérieur soit inférieur à l'écart entre deux galets d'un chariot. L'écart conseillé est de 51 mm.

6.7.1.7.2 Support rail de roulement pour le porte-filtre WAD

Le porte filtre WAD n'étant pas au même niveau que le nid d'abeille ou que les filtres n°1 et n°2, il est nécessaire d'intercaler entre le rail de roulement et le sol un support pour compenser cette différence de niveau.

La longueur du support rail de roulement est de 4844 mm et sa hauteur est de 279 mm.

L'ensemble est positionné sur des platines pré-scellées, dans l'alignement de l'ouverture latérale du cadre du porte-filtre WAD, tel que l'écart entre le rail du cadre du porte-filtre WAD et le rail de roulement extérieur soit inférieur à l'écart entre deux galets d'un chariot. L'écart conseillé est de 51 mm.

6.7.1.8 Montage sur le centre ONERA de Palaiseau

La chambre de tranquillisation est fabriquée en différents éléments et montée à blanc en usine et livrée et installée soit déjà montée (après le montage à blanc), soit démontée en usine et remontée sur site ONERA.

Elle est fixée sur le coude n°4 à l'aide de sa bride d'assemblage à l'entrée du tronçon circulaire du diffuseur et de 48 vis M30. Un joint plat d'épaisseur 3 mm assure l'étanchéité entre les éléments.

Le porte-filtre WAD est pris en sandwich entre les deux parties du diffuseur. Un joint plat d'épaisseur 3 mm assure l'étanchéité à chaque liaison.

Le diffuseur et l'ensemble de la structure de la chambre de tranquillisation sont soudés entre eux.

Un jeu théorique de dilatation de 40 mm est prévu entre la chambre de tranquillisation et le convergent. Il est censé combler les tolérances de fabrication et l'empilage des éléments de soufflerie. Cette liaison sera étanchéifiée par des bandes en caoutchouc placées entre les cadres de sortie de la chambre de tranquillisation et d'entrée du convergent, tout en garantissant la continuité du profil interne du circuit aérodynamique.

La chambre de tranquillisation observe un jeu minimum de 5 mm avec le sol au niveau de chacune des tapes afin de permettre leur retrait.

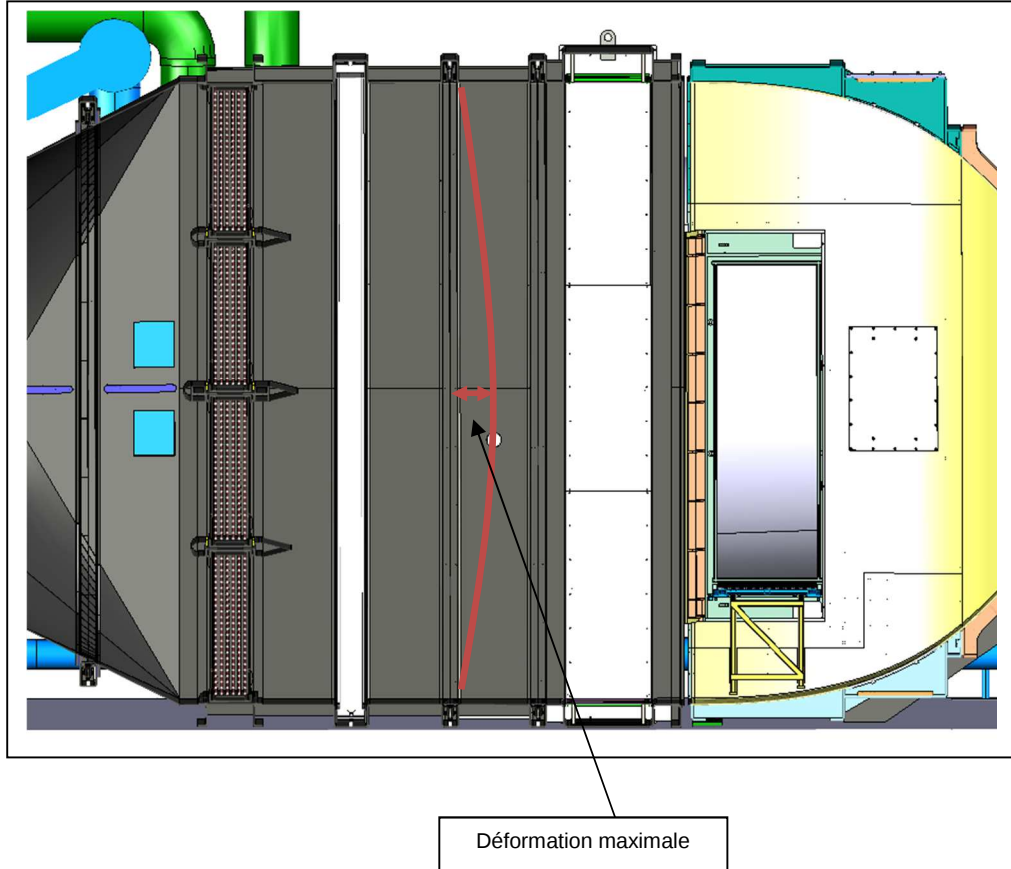
L'axe de la veine est situé à 2290 mm du rez-de-chaussée du futur local de la soufflerie.

6.7.2 Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées

Les caractéristiques fonctionnelles imposées sont essentiellement des dimensions imposées sans tolérance. Le titulaire proposera à l'ONERA ses tolérances selon le procédé de fabrication. Elles seront néanmoins soumises aux remarques de l'ONERA.

- La longueur totale de la chambre de tranquillisation est de 5187 mm
- La chambre de tranquillisation est liée au coude n°4 grâce à la bride d'assemblage à l'amont du WAD
- L'épaisseur souhaitée est de 6mm, avec 4mm minimum
- Le diamètre intérieur est de 3000 mm
- La section de sortie de la chambre est de 4230 mm de côté
- Elle est réalisée en acier S355.
- Sa masse est de 14910 kg
- Les deux filtres à l'aval du nid d'abeille et celui du WAD auront un Kt (coefficient de perte de charge) de 1. Il est demandé, dans la mesure du possible, que ces deux filtres aient une maille carrée de 1,9 mm de côté avec un diamètre de fil de 0,4 mm. Le titulaire réalisera une conception et une fabrication de ce filtre (Grillage + Châssis + Renfort + Etanchéité) adaptées à cette exigence et avec le Kt de 1. Avec ces données, la porosité des filtres est de l'ordre de 57%. La déformation maximale autorisée (dans le sens de l'écoulement) pour ce type de filtre est de l'ordre de 0.5% de la valeur d'un côté de la chambre, soit 4.23m. Soit une déformation

du plan de **21 mm**. Si ces filtres ne sont pas renforcés ou tendus, la déformation maximale est prise au centre géométrique de ces équipements. Ces possibilités (tension et renfort) sont a priori des solutions à adopter. L'impact de la porosité globale sera à apprécier en fonction des solutions proposées par le titulaire. La valeur de la déformation maximale peut être discutée selon ces mêmes propositions.



- Pour pouvoir contrôler cette déformation lors des essais de réception objet du poste 5, le titulaire proposera une méthodologie non intrusive qui peut impacter la conception de la chambre de tranquillisation. Cela peut se traduire, par exemple, par un positionnement de hublot entre les deux filtres, centré sur l'axe veine, et permettant de visualiser la déformation de manière visuelle. Si cette proposition est acceptée, les hublots devront être démontables et remplacés par des hublots métalliques pleins.
- La chambre de tranquillisation sera équipée de 5 plans d'équipements en prises de pression. Les détails seront fournis en Annexe 01-01.
- Elle sera également équipée d'une traversée de paroi pour monter un hygromètre dont les caractéristiques d'interface seront données en Annexe 01-01.
- La chambre est équipée d'un système de sondage de l'écoulement, situé à l'aval du second filtre. La conception et la réalisation de cet équipement, nommé « peigne de sondage motorisé », ne font pas partie de la fourniture du titulaire.
- Cependant, ce système de sondage sera réalisé ultérieurement, et la conception actuelle de la chambre de tranquillisation devra prendre en compte son intégration future. La zone d'accueil de ce système est conçue pour accueillir un futur châssis de supportage.
- Les jeux nécessaires pour permettre les déplacements des châssis du nida et des filtres seront soit minimisés soit comblés pour éviter des recirculations d'air dans les zones mortes de la chambre de tranquillisation. Cela peut se traduire par une diminution des rayons de congé ou

un comblement par une technique de joint par exemple. L'étude APD du titulaire devra prendre en compte cette exigence.

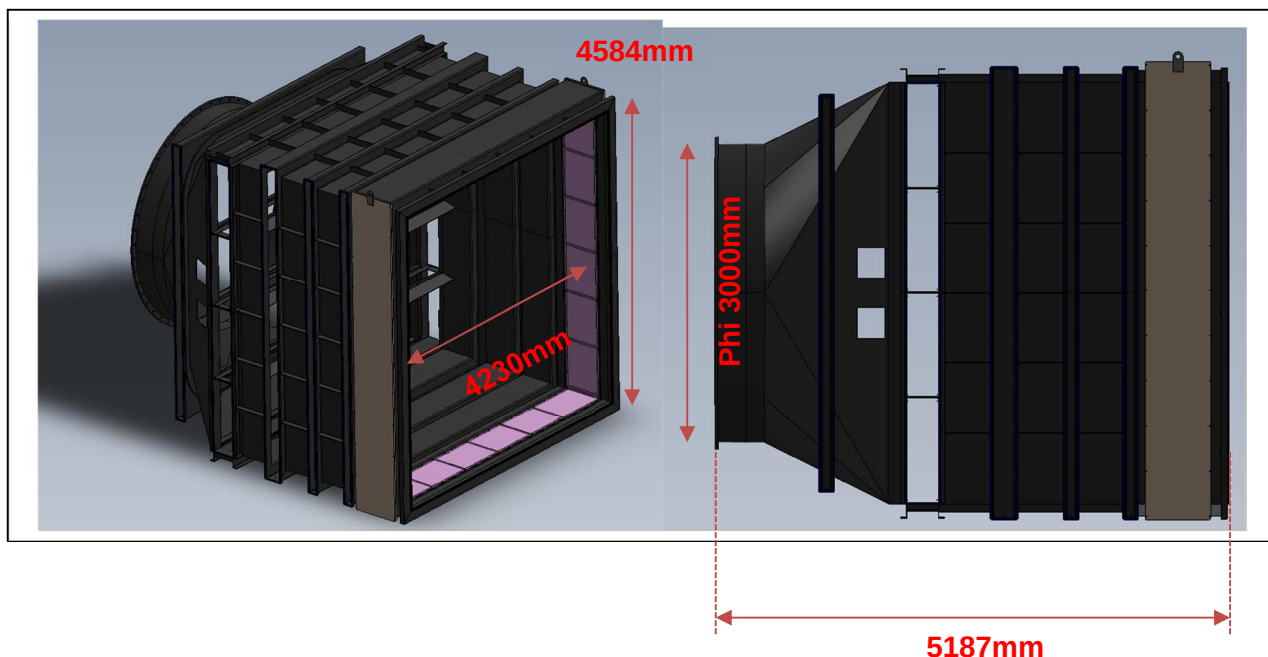


Figure 18 : Dimensions de la chambre de tranquillisation

6.7.3 Spécifications particulières pour le nid d'abeille

1. Le nid d'abeille a une épaisseur (ou une longueur dans le sens de l'écoulement) de 155 mm, la taille de la maille est de 10mm, et l'épaisseur de la feuille métallique est de 0,1 mm. Il sera fixé sur un châssis qui pourra être extrait de la chambre de tranquillisation, tout comme les autres filtres.
2. Il sera composé d'un certain nombre de panneaux, permettant de rigidifier l'ensemble du cadre les supportant.
3. Les panneaux doivent respecter une planéité globale inférieure à 0.35°.
4. Les cellules doivent être alignées dans le sens de la largeur et de la longueur du panneau. Un décalage d'une à 2 cellules est autorisé tant que cela n'affecte pas les bords du panneau
5. La forme des cellules doit être hexagonale. Des écarts de forme peuvent être tolérés localement et ponctuellement. L'appréciation des écarts sera jugée par l'ONERA.
6. Les cellules doivent avoir un diamètre d'entrée identique au diamètre de sortie. Un écart < 1.5 mm est accepté.
7. Les cellules doivent avoir leurs faces internes à 90° par rapport au plan d'entrée et au plan de sortie. Un écart inférieur à 0.75° est accepté. Cet écart se traduit par une distance inférieure à 1.5mm sur le test de perpendicularité
8. Les bords des panneaux doivent avoir une découpe propre, permettant un collage sur les cadres. Les bords des cellules doivent être découpés de manière identique dans l'épaisseur et la longueur, le long d'une même rangée de cellules.
9. Les cellules ne doivent pas être bouchées lors du collage sur les cadres, en privilégiant un collage sur les arêtes internes des cellules. Le collage doit se faire de telle manière à ce que

l'épaisseur du cadre, additionnée à celle de la colle, reste inférieure à 4 mm sur tout le pourtour des panneaux du nid d'abeille.

Les points 6 et 7 doivent être contrôlés sur au moins 20 cellules réparties selon un maillage régulier de la surface de chaque panneau.

6.7.4 Contraintes adaptables

Pour des questions de manutention et/ou de mise en place, le titulaire fera son analyse sur le besoin d'équiper l'élément de soufflerie d'un système pour le manutentionner, par exemple des oreilles de levage ou anneau de levage.

Les supports de rail de roulement pour le chargement et le déchargement du porte-filtre WAD, du nid d'abeille, des porte-filtres 1 et 2 seront positionnés sur des platines pré-scellées dans l'alignement de l'ouverture du cadre du porte-filtre WAD. Le pré-scellement consiste à positionner les rails dans la dalle béton qui sera équipée du passage adéquat, puis une fois les châssis positionnés dans la chambre, de terminer le scellement de ces rails par une méthode à définir par le titulaire.

6.7.5 Résumé des exigences

CFS N°1-6 : Filtre et porte filtre WAD : Le titulaire réalisera les caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées pour la réalisation du filtre et porte filtre du WAD décrites aux § 6.7.1.1 et 6.7.1.2 pour le WAD.

CFS N°1-7 : Filtres n°1 et 2, et porte filtre : Le titulaire réalisera les caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées pour la réalisation des filtres n°1 et 2 et de leur porte filtre décrites aux §§ 6.7.1.6 et 6.7.1.7.

CFS N°1-8 : Réalisation du nid d'abeille et de son support : Le titulaire réalisera les caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées pour la réalisation du nid d'abeille décrites aux § 6.7.1.5 et 6.7.3.

CFS N°1-9 : Chambre de tranquillisation : Le titulaire réalisera les caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées pour la réalisation de la chambre de tranquillisation décrites dans l'entièreté du § 6.7.

VL N°1-1 : Le titulaire peut proposer une conception différente de l'avant projet conceptuel dédié aux châssis des filtres n°1 et 2, du filtre du WAD et du nid d'abeille.

6.7.6 Système de ventelles

Les ventelles sont un ensemble de 4 volets présents sur les parties plates du WAD, qui peuvent s'ouvrir soit manuellement soit pour une pression trop forte de l'air circulant dans le circuit aérodynamique de la soufflerie. Ce dernier étant équipée d'une tuyauterie permettant d'injecter de l'air comprimé dans le diffuseur n°2, il y a des risques que le circuit monte en pression. Le niveau de débit injecté dans le circuit peut aller jusqu'à 4 kg/s. La section de passage des ventelles est donc déterminée pour pouvoir évacuer ce débit, qui doit être canalisé jusqu'en dehors du bâtiment pour éviter de gonfler le local de la soufflerie, même si celui est équipé d'un système CVC permettant d'évacuer ce niveau de débit.

Les dimensions de ces quatre sections sont un carré de 250mm de côté. Ces sections de passage sont situées sur les parties planes du WAD comme présentées sur les figures 6, 9 et 16. La surface de passage du nouveau système de ventelles est plus faible que l'actuel (4 carrés de côté 310mm).

Chaque ventelle sera équipée d'un système à 2 volets. Ce type de solution technique a l'avantage d'épouser complètement le profil interne quand il est fermé, et d'être discret quand il est ouvert.

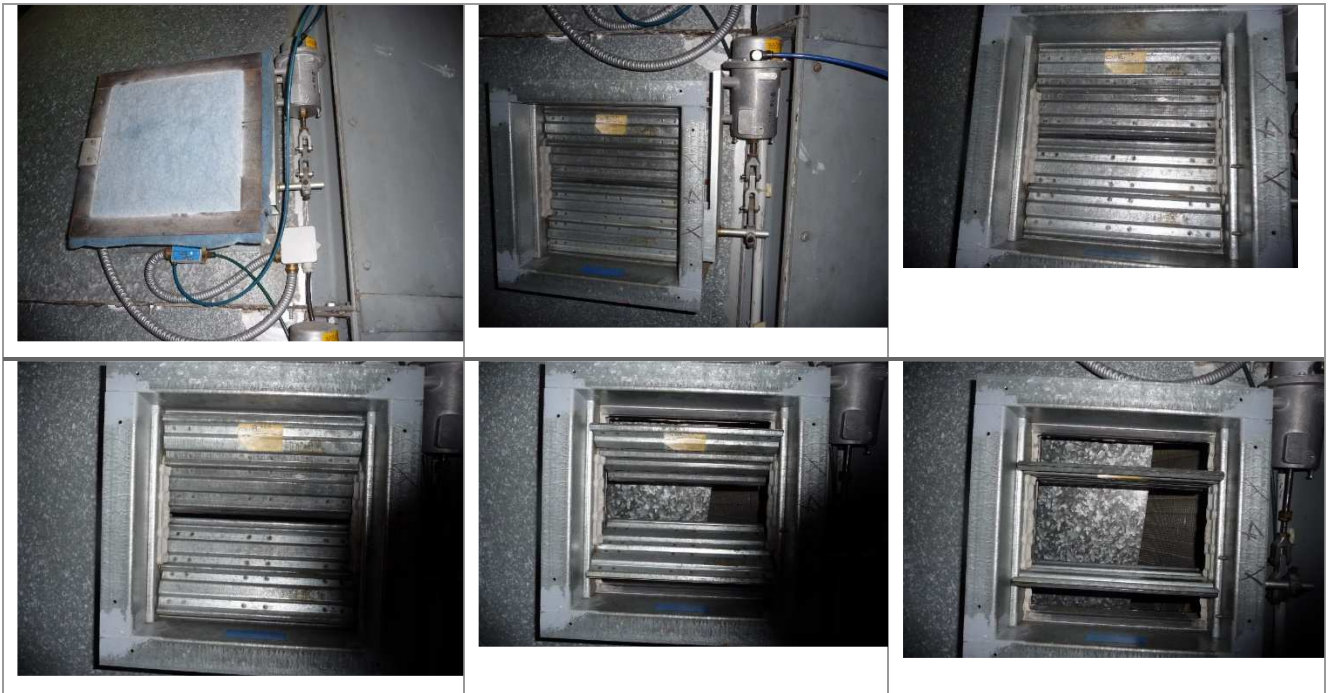


Figure 19 : Fonctionnement du système actuel des ventelles

6.7.6.1 Caractéristiques imposées

Ce système doit pouvoir être piloté depuis le pupitre de commande de la soufflerie. Il sera équipé d'un pressostat qui déclenchera l'ouverture automatique des 4 ventelles lorsque la pression interne du circuit aérodynamique atteint une pression située entre **1.1 et 1.2 bar** absolu. Ce pressostat sera positionné juste en amont des ventelles.

Les volets de toutes les ventelles doivent pouvoir s'ouvrir à 100% dans un temps maximal de 10 secondes.

L'actionneur pourra être alimenté soit en énergie électrique soit en énergie pneumatique, l'ONERA pouvant fournir de l'air provenant de son réseau 7 bar. Actuellement l'actionneur est pneumatique.

Le câblage à l'automate sera réalisé par le titulaire, ainsi que le raccordement des actionneurs aux servitudes électriques et/ou pneumatiques (poste 5 ?).

Le système de ventelles doit être démontable complètement pour inspection périodique

6.7.6.2 Canalisation des ventelles

Les quatre ventelles seront chacune raccordées à une canalisation de section carrée, de dimensions interne 250mm. Chaque canalisation sera raccordée à une tuyauterie unique de ventilation de diamètre interne minimal de 500mm. (comme montré ci-dessous sur la figure 20)

Cette canalisation débutera au-dessus du WAD et se raccordera à l'aval de l'extracteur de particules, et avant la sortie du local.

Le cheminement de cette tuyauterie ne devra pas entraver le fonctionnement du pont roulant. En conséquence la tuyauterie devra atteindre le mur le plus proche et le longer pour pouvoir se raccorder au système d'extracteur de particules.

La figure ci-dessous propose un cheminement (tuyauteries en bleu)

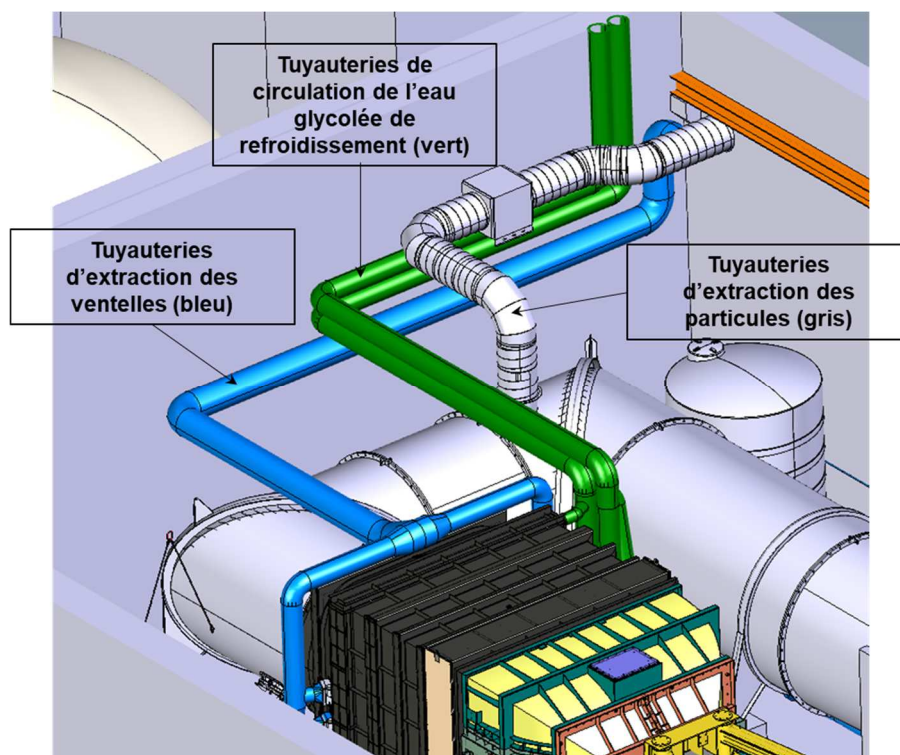


Figure 20 : Tuyauterie de canalisation des ventelles en bleu et de l'extraction d'air en gris vers l'extérieur , et en vert la tuyauterie de refroidissement (poste 3)

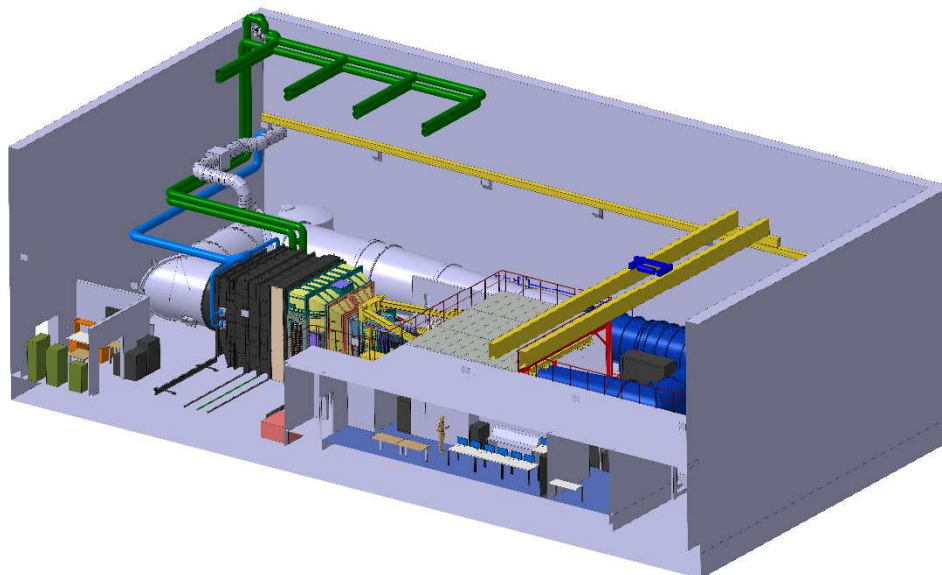


Figure 21 : Autre vue de la tuyauterie des ventelles en bleu et de l'extraction des particules d'huile de la PIV en gris.

6.7.6.3 Résumé des exigences

CFS N°1-10 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 6.7.6.1 concernant le système de ventelles

CFS N°1-11 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 6.7.6.2 pour la tuyauterie de raccordement des ventelles

6.8 SYSTEME D'EXTRACTION DE PARTICULES

Le système d'extraction de particules est constitué d'une vanne TOR, d'un ventilateur fonctionnant en aspiration, et d'une tuyauterie. Il doit permettre d'évacuer une certaine quantité de particules d'huile, qui sont utilisées lors d'essais spécifiques dans la soufflerie. Les particules sont injectées au niveau du convergent de la soufflerie, et de manière générale, un brouillard d'huile s'installe dans cette zone après l'essai. L'évacuation de ces particules, sans en évaluer l'efficacité, s'effectue par une canalisation de diamètre intérieur 500mm reliée à une extrémité au piquage spécifié dans le coude 3, et d'autre part au mur ouest du local, en hauteur et juste au-dessus du coude 3. La figure ci-dessus montre l'emplacement.

Le côté aspiration étant défini, un autre passage doit être ouvert pour permettre de forcer la circulation de l'air chargé en particules. Ce passage sera l'un des trous d'homme du circuit aérodynamique de la soufflerie, soit un existant, soit un présent dans les nouveaux équipements à réaliser. L'ouverture de l'un de ces passages sera faite par un opérateur de la soufflerie.

6.8.1 Caractéristiques fonctionnelles imposées pour l'extracteur

- L'extracteur doit être dimensionné pour évacuer 6 fois le volume du circuit de la soufflerie en une heure, soit environ 2400 m³/h à la pression atmosphérique, pour une durée minimale de 30 minutes et pouvant aller jusqu'à 2 heures sans arrêt
- L'extracteur doit pouvoir également permettre de sectionner le passage de l'écoulement soufflerie pendant que cette dernière fonctionne, afin d'éviter une fuite vers l'extérieur.
- Une vanne TOR doit pouvoir sectionner ce circuit d'extraction quand la soufflerie fonctionne. Cette vanne sera placée juste à l'aval de l'extracteur. Elle pourra se fixer au mur du bâtiment ou supportée par une équerre. Son actionneur sera de type pneumatique, la technologie de vanne de type guillotine ou papillon. L'accès pour la manutention doit pouvoir être le plus aisé possible.
- L'extracteur sera mis en place à l'extrémité de la canalisation mais à l'intérieur du bâtiment. La tuyauterie à l'aval se terminera à l'extérieur du bâtiment, par une coupe en sifflet afin d'éviter le retour d'eau de pluie.
- La maintenance de la vanne et de l'extracteur doivent être le plus aisé possible. Ces éléments étant en hauteur, le titulaire devra concevoir, fabriquer et installer tous les éléments d'accès et de sécurité, et éventuellement de démontage (potence ou chèvre) à fixer sur le mur

6.8.2 Caractéristiques fonctionnelles imposées pour la tuyauterie

- Entre l'extracteur et le mur du bâtiment, la tuyauterie sera équipée d'un piquage permettant de raccorder la tuyauterie d'extraction d'air des ventelles.
- Cela implique que le sectionnement de la canalisation doit se faire avant le piquage.
- Le cheminement de la tuyauterie devra permettre le fonctionnement du pont roulant.

Les figures 20 et 21, en plus de montrer une proposition de cheminement des tuyauteries de canalisation des ventelles, présentent également une proposition des cheminements de la tuyauterie d'extraction des particules, en gris.

6.8.3 Notation des exigences

CFS N°1-12 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées pour l'extracteur de particules décrites au § 6.8.1.

CFS N°1-13 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées pour la tuyauterie de raccordement décrites au § 6.8.2.

6.8.4 Mutualisation du système d'extraction de particules avec les ventelles

Les deux fonctions sont décrites pour être séparées mais il est possible de les réaliser par une canalisation commune. En effet, la tuyauterie des ventelles est un bon candidat pour réaliser en plus la fonction d'extraction de particules. Elle a l'avantage, de par le système d'ouverture des ventelles, de pouvoir s'ouvrir ou se fermer à la demande, et d'avoir également les sections de passage compatible avec l'extracteur. Cependant, en fonctionnement avec injection d'air sec (jusqu'à 4kg/s), ce même extracteur pourrait gêner le passage de l'air à évacuer si sa section de passage était trop petite.

Le problème pourrait être résolu en by passant l'extracteur si nécessaire. Cependant il faudra également une vanne de sectionnement. Cette solution permettrait d'économiser la tuyauterie grise d'extraction dans le coude 3.

L'étanchéité des ventelles devra a priori respecter également la classe C de la norme NF EN 12237. Cependant, le système étant très différent d'une bride, le titulaire pourra proposer une autre spécification d'étanchéité plus adaptée à ce type d'équipement.

CA N°1-7 : Le titulaire étudiera la possibilité de mutualiser les deux fonctions d'extraction de particules et de l'évacuation de l'air par les ventelles quand la soufflerie fonctionne.

6.9 VIROLE N°2

6.9.1 Description

L'empattement latéral du circuit aérodynamique est augmenté de 1 mètre. Il s'agit donc de rajouter entre deux éléments existant et transférés une virole de 1 mètre de long.

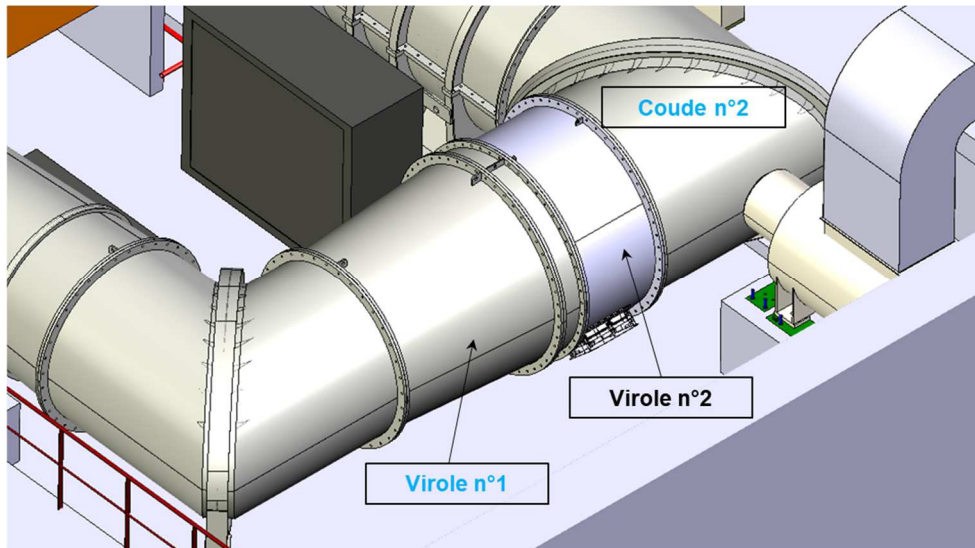


Figure 22 : Virole n°2

6.9.2 Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées

Les caractéristiques fonctionnelles imposées sont essentiellement des dimensions imposées sans tolérance :

- Diamètre intérieur en entrée et en sortie : 2120 mm
- Epaisseur de la tôle : 6 mm, avec un minimum de 4mm
- Dimensions hors tout : 997 mm de longueur pour un diamètre ext de 2332 mm
- La fixation de la virole à ses voisins est réalisée à l'aide de 52 vis HM20x90 sur un diamètre de 2255 mm.
- La masse de cet élément est de 675 kg pour une épaisseur de 6mm.
- Le matériau est en S355, cela peut être un autre matériau de Re moindre si le titulaire justifie un meilleur emploi
- Un trou d'homme est demandé, de manière à pouvoir accéder au grillage fin qui se situe juste en amont de cette virole

CFS N°1-10 : Le titulaire réalisera les contraintes fonctionnelles imposées pour la virole n°2 décrites au §6.11.2

6.10 EQUIPEMENT DES ELEMENTS DE SOUFFLERIE

Les nouveaux éléments de soufflerie seront équipés d'un certain nombre de fonctionnalités, notamment des prises de pression, d'hygrométrie, de hublot de visualisation, de température. Un plan d'équipement est fourni en Annexe 01-01. Il précise les plans dans lesquels seront mis en place soit des pièces incluant des prises de pression, soit des bouchons en remplacement. Ces plans de prises de pression concernent tous les nouveaux éléments de soufflerie.

Chaque plan sera équipé de 4 emplacements pour prise de pression.

Les équipements seront fournis et câblés et raccordés par l'ONERA, le titulaire réalisera uniquement les trous de passage avec les bouchons définis dans l'Annexe 01-01.

6.10.1 Principe de conception d'un bouchon (ou bobine) pour prise de pression

La prise de pression en elle-même, consiste à percer dans la paroi de la soufflerie un trou de diamètre 0.4mm. Ce trou ne pouvant se faire sur une trop longue profondeur, une solution simple consiste à

réaliser dans la paroi de l'équipement un trou d'un certain diamètre, ici un $\phi 25\text{mm}$, et d'y raccorder un bouchon qui sera monté à l'aide d'une bride et de 4 vis. Pour pouvoir visser, il s'agira de souder sur l'élément de soufflerie une rondelle d'épaisseur suffisante pour avoir suffisamment de longueur filetée. Un extrait du plan de l'Annexe 01-01 est présenté ci-dessous :

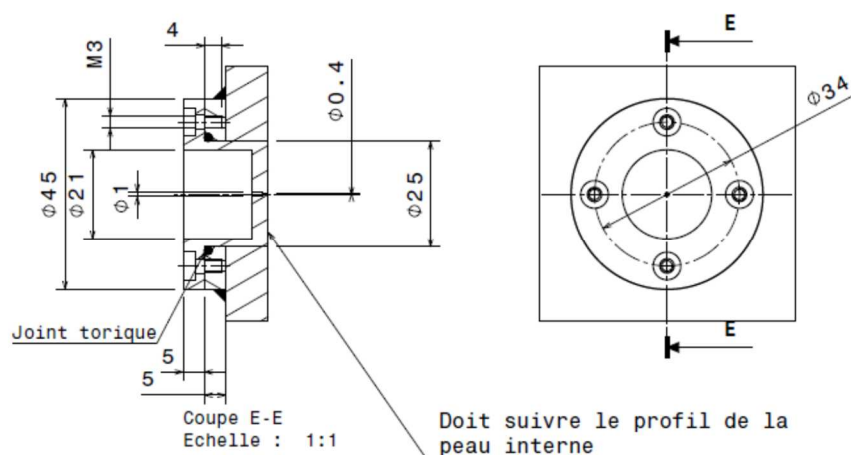


Figure 23 : principe de réalisation d'un bouchon pour prise de pression

Le profil intérieur du bouchon doit être dans la continuité du profil de l'élément de soufflerie dans la mesure du possible.

Les bouchons seront définis pendant les études d'avant-projet détaillé des équipements neufs. Il ne sera pas demandé de réaliser les perçages de diamètre 0.4mm dans ces bouchons.

Le plan d'équipement en Annexe 01-01 spécifie la position des plans de prise de pression, la quantité est donc précisée :

17 plans pour 4 prises de pression : soit 68 bouchons type « prise de pression » pleins, qui seront équipés par l'ONERA.

Au niveau du WAD : 2 plans de section équipés chacun de 4 bouchons type « prise de pression sur oblong », soit 8 bouchons.

6.10.2 Autres équipements

D'autres équipements seront implantés dans la chambre de tranquillisation et dans les autres équipements neufs de la soufflerie, la technique de passage restera la même et les bouchons auront la même conception. On peut citer par exemple les bouchons type hublot (en quantité 2 sur la coupe GG du plan de l'Annexe 01-01), un bouchon pour équipement d'un hygromètre sur la chambre de tranquillisation.

Pour tous ces équipements de ce §, il n'est pas demandé au titulaire raccordement, conditionnement et acquisition des signaux.

6.10.3 Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées

CFS N°1-15 : Le titulaire fournira les bouchons tels que définis dans l'APS conceptuel du plan d'équipement en Annexe 01-01. Il réalisera l'étude APD, les plans de détails et la quantité

nécessaire. La réalisation de la prise de pression (perçage + capteur, son câblage, son conditionnement et son raccordement au système de mesure) restera à la charge de l'ONERA.

VL N°1-2 : Le titulaire peut proposer une variante libre sur la conception des bobines, suivant sa propre expérience

PSE N°1-1 : Réalisation de bouchons en pièces de rechange (un bouchon en plus par prise).

6.11 LIAISON AVEC LES ELEMENTS EXISTANT ET TRANSFERES

Deux des éléments neufs (voir §6.1.1 fig 5) seront en liaison directe avec les éléments existants de la soufflerie : Il s'agit de la chambre de tranquillisation (élément neuf), avec le convergent (élément transféré) et du diffuseur n°2 (élément neuf) avec le diffuseur aval du ventilateur (élément transféré). Les liaisons actuelles sont assurées par des joints (plats pour la première liaison, circulaire pour la seconde), qui permettent d'absorber les dilatations globales de la soufflerie. Ces liaisons devront être reproduites dans la nouvelle configuration de la soufflerie sur le site de Palaiseau, tout en assurant une bonne continuité du circuit aérodynamique (Cf marches ascendantes). De fait, les dimensions des éléments neufs devront être compatibles celles des éléments transférés.

CFI 1-01 : Le titulaire devra adapter les interfaces des éléments neufs (chambre de tranquillisation et diffuseur n°2) à celles des éléments transférés (convergent et diffuseur aval du ventilateur)

6.12 STOCKAGE TEMPORAIRE DES ELEMENTS NEUFS

La livraison et le montage des éléments neufs seront conditionnés par la disponibilité du bâtiment. Selon les aléas de fabrication, il n'est pas exclu de devoir stocker temporairement les éléments fabriqués objet du présent poste dans les locaux du titulaire pour une durée maximale de 6 mois.

7 SPECIFICATIONS TECHNIQUES GENERALES POUR LE POSTE 2 (ELEMENTS CONSERVES)

7.1 PRESENTATION SOMMAIRE

Le transfert de la soufflerie S3 du centre de Meudon sur le site de Palaiseau concerne à la fois, le constat de l'état initial des équipements conservés dans leur état actuel et leur fonctionnement, et la vérification de leurs interfaces et de leur dimensionnel telles que réalisées actuellement, le démontage, le conditionnement, le transfert et le remontage des éléments du circuit aérodynamique, mais aussi leurs organes de commande (électrique et hydraulique). Le transfert concerne également tous les matériels et équipements liés à la soufflerie mais non fonctionnels pour cette dernière. (étagères, matériels de maintenance, etc...) Ainsi, la suite du chapitre sera décomposée en 2 parties : une sera dédiée aux éléments de soufflerie avec leurs organes de commande, et une autre aux équipements connexes à cette soufflerie.

7.1.1 Définition des zones actuelles de la soufflerie S3 à Meudon

La soufflerie S3 se décompose actuellement en 7 zones :

- Zone hall d'essais et local moteur
- Zone salle de mesure
- Stocks (garage, étagères de stockages DSP/zone convergent/zone local moteur/hall d'essais, mezzanine)
- Zone Salle des vannes (caveau)
- Zone atelier
- Zone convergent (batterie échangeur)
- Extérieur (Transformateur)

Cette dernière, dans laquelle se trouve le transformateur 15kV->5.5kV, ne sera pas transférée. En effet, le futur local d'accueil de la soufflerie fournira directement une puissance de 5.5kV.

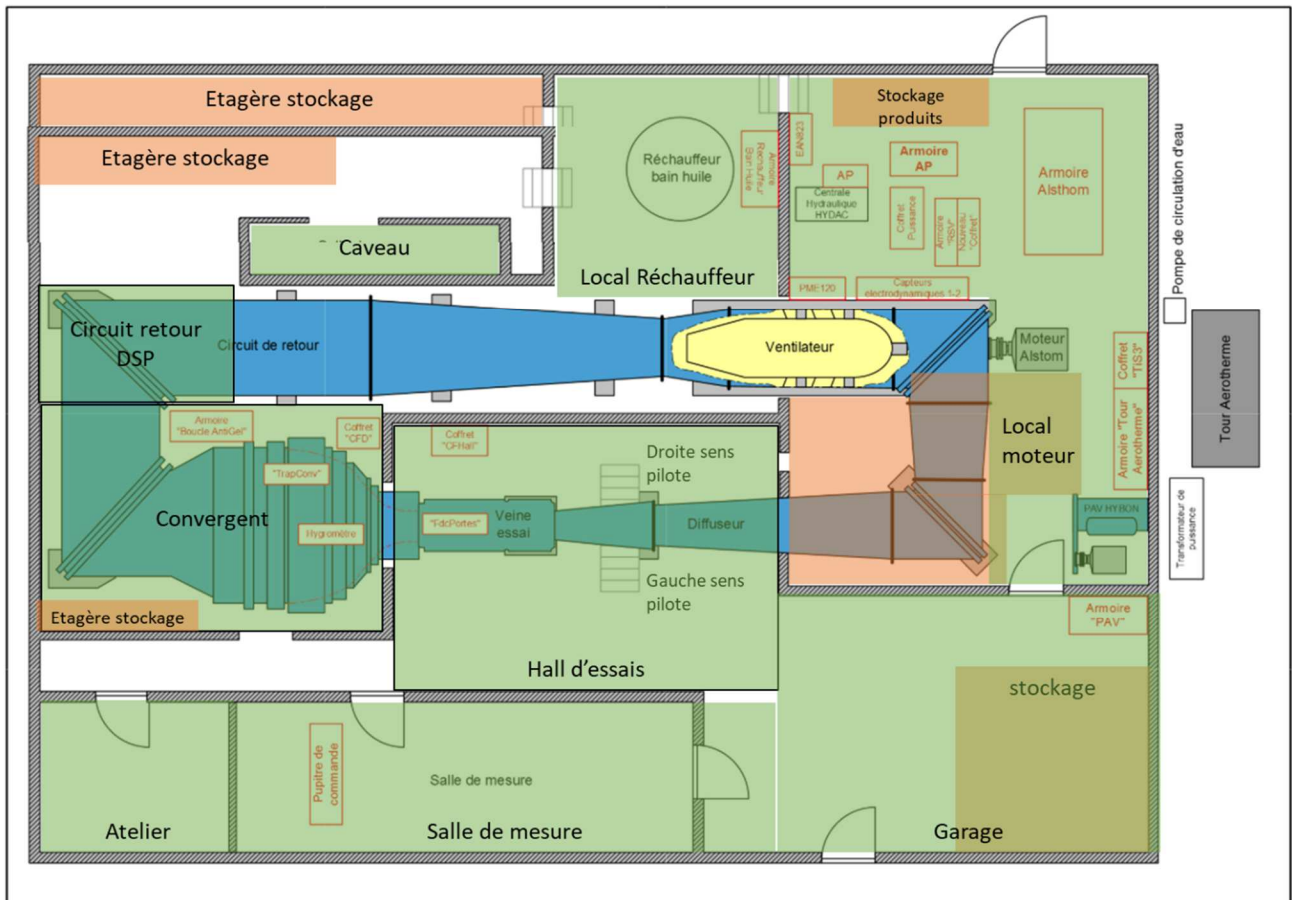


Figure 24 : Local actuel de la soufflerie S3 à Meudon

7.1.2 Implantation de la soufflerie dans son nouvel environnement

Le schéma de principe de la soufflerie est le suivant :

Vue N°1 en 2D : Les éléments en noir sont neufs, les éléments argentés sont transférés depuis MEUDON.

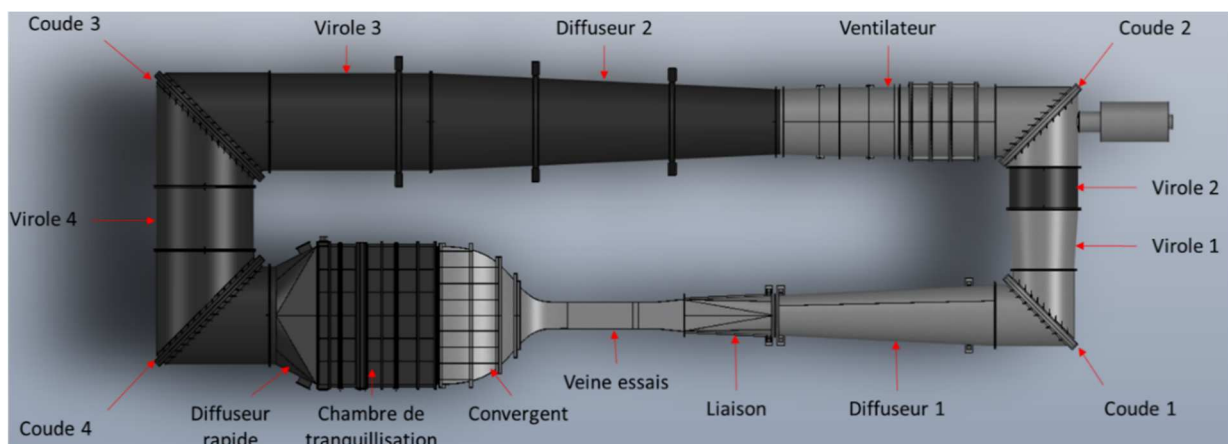
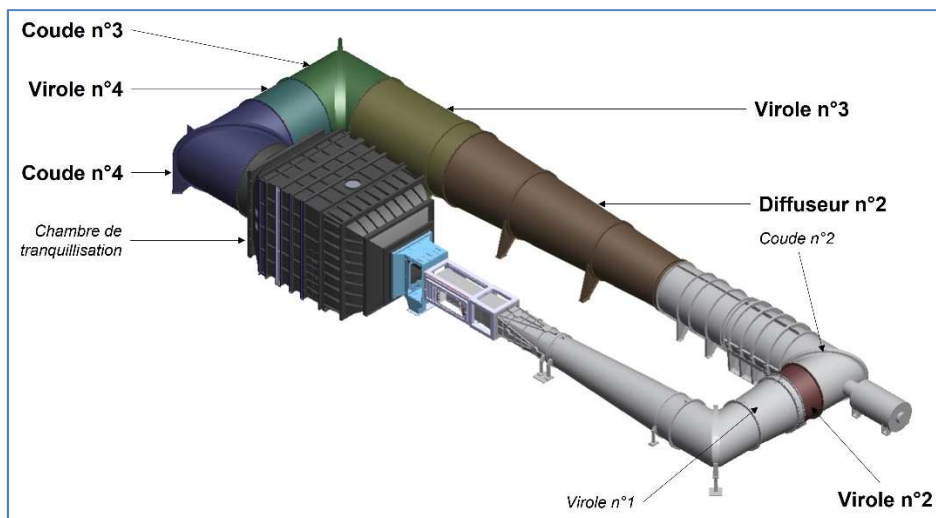
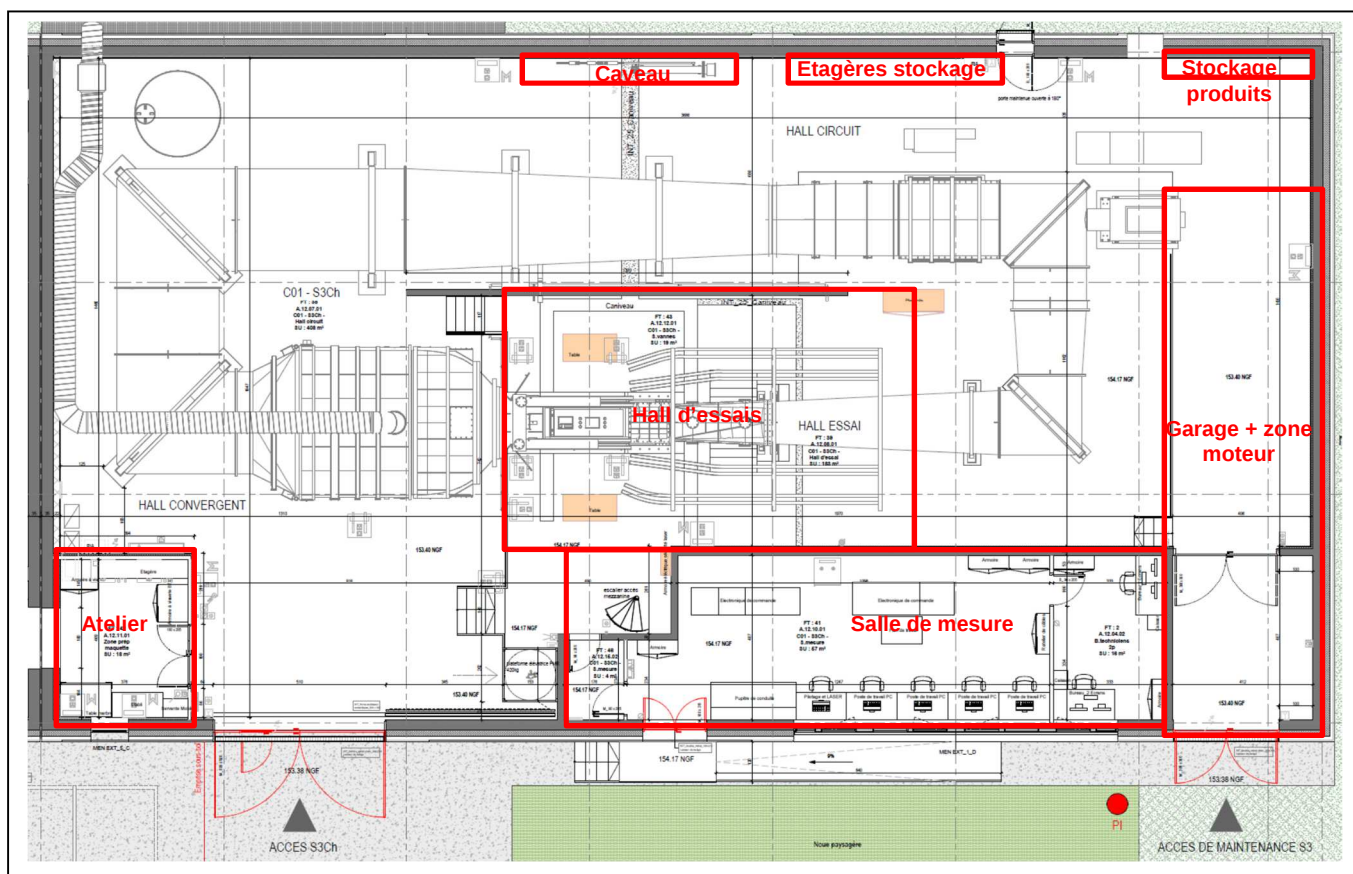


Figure 25 : Circuit aérodynamique en configuration sur le site de Palaiseau

Vue N°2 en 3D :**Figure 26 : Vue 3D du circuit soufflerie****Vue N°3 en 2D, S3 dans le nouveau local :****Figure 27 : Vue 2D du circuit soufflerie en configuration à Palaiseau**

On constate ainsi qu'on peut reconnaître certaines zones entre les deux configurations, cependant quelques zones de la configuration actuelles disparaîtront, comme :

Le local réchauffeur : Le futur réchauffeur électrique de la soufflerie (hors du périmètre du présent CCTP) sera juste à côté de l'équivalent de la zone « caveau ».

La zone garage sera transformée en une zone type « SAS », dont l'origine provient des contraintes acoustiques provoquées par le bruit de la soufflerie, nécessitant une double protection par porte.

La zone extérieure, qui n'existera plus du tout à Palaiseau.

7.2 **PRESENTATION DES ELEMENTS DE SOUFFLERIE A TRANSFERER**

Ce paragraphe décrit les éléments de soufflerie à transférer. Pour chaque élément, une liste d'exigences et de contraintes est associée, selon la codification présentée en début de document.

Comme présenté au §8.1, les éléments de soufflerie à transférer sont les suivants : leurs caractéristiques en masse et dimensions sont présentées au § 7.2.18

7.2.1 La veine d'essai

La veine d'essai est l'élément de soufflerie dans lequel sont montés les éléments de maquette qui font l'objet d'essais en soufflerie. C'est un élément de section carrée de 0.7m de côté intérieur et de longueur 3m. De par le fait que la veine d'essais doit tenir à une dépression de 0.5b, ses parois sont épaisses et rend l'élément lourd. Sa masse est estimée à 7T.

7.2.2 Le caisson de convergent

Cet élément de soufflerie est fixé à l'aval de la veine d'essai. Il est constitué du caisson contenant le second col, d'un support permettant sa fixation et son ancrage dans la dalle béton du local, et d'une cloche qui, lorsqu'elle est enlevée, permet de démonter l'ensemble du second col.

Ce caisson de second col permet également de monter en lieu et place du second col le support de dard, permettant à la soufflerie de pouvoir réaliser des essais de maquette montées dans une configuration type « dard ».

Sa masse est de l'ordre de 5.6T

7.2.3 Le diffuseur du coude 1 avec sa virole

Le diffuseur du coude 1 est un élément de soufflerie permettant d'une part de transformer le conduit aérodynamique d'une section carrée à une section circulaire, et d'autre part permet la recompression de l'écoulement à l'aval du second col si ce dernier est amorcé.

Sa masse est de l'ordre de 3.4T

7.2.4 Le coude 1

Cet élément de soufflerie permet de changer la direction de l'écoulement, et de limiter les pertes de charge à l'aide d'une série d'aubes qui permettent également de redresser au mieux l'écoulement.

Sa masse est de l'ordre de 1.7T

7.2.5 La virole 1 avec son tronçon grillagé

Cet élément a un profil légèrement divergent pour permettre de ralentir l'écoulement, il possède également un trou d'homme. A l'aval de cet élément est montée une petite virole qui est équipée d'un

grillage grossier et d'un grillage fin pour arrêter la circulation d'éléments de maquette et éviter d'abîmer les pales du ventilateur de la soufflerie. Les contraintes de ces grillages sont très différentes de celles des filtres et nid d'abeille de la nouvelle chambre de tranquillisation.

Les caractéristiques de ces grillages sont les suivantes, dans le sens de l'écoulement

- Grillage grossier : taille de la maille : 35 mm. Le grillage est composé de lamelles horizontales d'épaisseur 2mm et de largeur 25mm, qui sont traversées par des fils de diamètre 5mm.
- Grillage fin : Taille de la maille : 5mm, diamètre du fil : 1mm

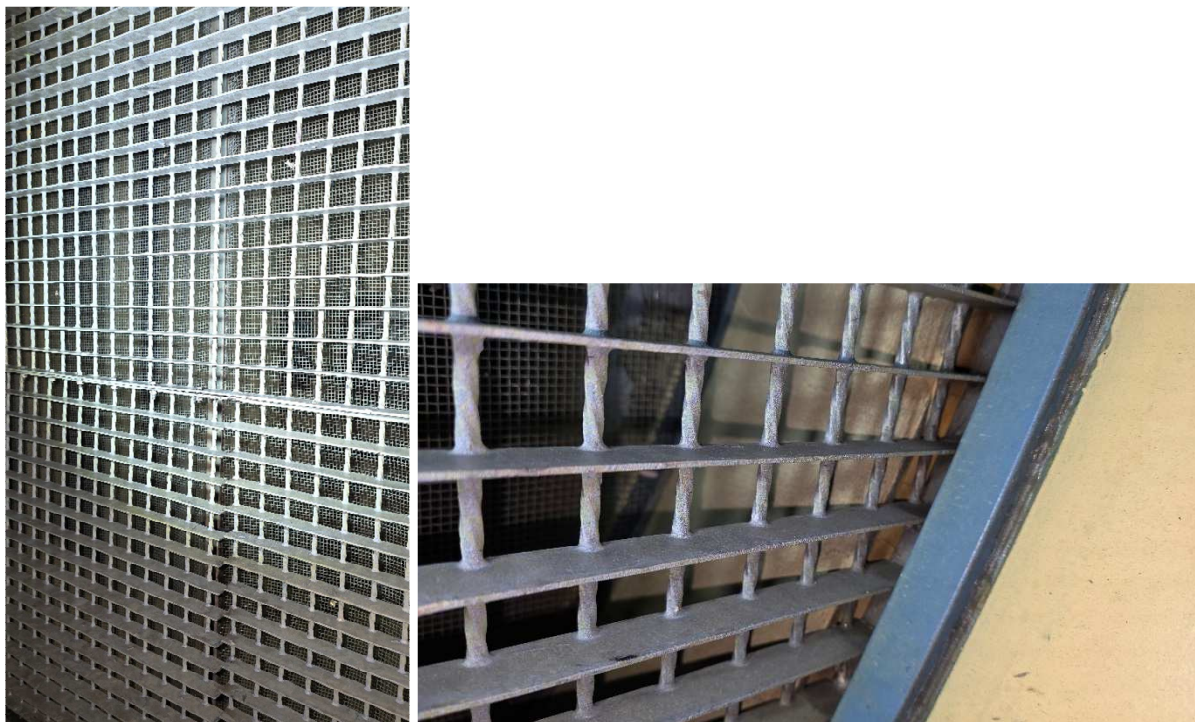


Figure 29 : Maillage grossier



Figure 30 : Maillage fin

Le grillage fin est très abîmé, il est demandé de le changer. Le grillage grossier peut être conservé en l'état.

A l'aval de cette petite virole sera connectée une nouvelle virole, nommée virole n°2, issue du poste 1.

La masse de cette virole n°1 est de l'ordre de 1.2T

7.2.6 Le coude n°2

Cet élément de soufflerie est comparable au coude n°1, mais est équipé d'une traversée de paroi pour permettre le raccordement de l'arbre du moteur à l'arbre intermédiaire du ventilateur.

Sa masse est de l'ordre de 1.3T

7.2.7 Le support de ventilateur

Cet élément de soufflerie est une partie circulaire du circuit aérodynamique de diamètre intérieur 2124mm et de longueur 2955mm. Il est constitué à l'intérieur d'un bulbe qui permet d'isoler complètement la partie technique du ventilateur de l'écoulement d'air, qui ne voit que ses pales.

Cet élément est constitué de deux parties, la partie inférieure qui est fixée sur la dalle béton, et la partie supérieure, qui permet d'encapsuler le ventilateur. Le plan de joint est un plan horizontal contenant l'axe du ventilateur.

La partie supérieure, formant une demi coquille avec la partie inférieure, est soulevée actuellement par un pont roulant de 5T monaxial. Son axe a été défini pour être à l'aplomb du centre de gravité du ventilateur lui-même. Ce pont roulant, depuis la rénovation de la soufflerie en 1986, sert à soulever la demi coquille de quelques dizaines de centimètre, pour pouvoir accéder à l'intérieur du circuit aérodynamique et permettre le désaccouplement du moteur avec l'arbre du ventilateur.

Sa masse est de l'ordre de 5.2T

7.2.8 Le ventilateur

Cet élément de soufflerie est un ensemble mécanique permettant de faire circuler un écoulement d'air dans le circuit aérodynamique. Il est composé de 2 étages de diamètre extérieur 2120mm et de diamètre intérieur de pale de 1600mm. Chaque étage est composé de 24 pales. Le ventilateur tourne toujours à vitesse constante, de l'ordre de 1500tr/min, la variation du débit s'effectuant par l'inclinaison des pales. Les deux étages sont entraînés par le même arbre, et la liaison avec le moteur s'effectue à l'aide d'un arbre dit intermédiaire. La liaison entre l'arbre intermédiaire et le moteur de la soufflerie est réalisée à l'aide d'un accouplement élastique.

En Annexe 02-03 à ce document est fournie la documentation technique du ventilateur avec le moteur.

Sa masse n'est pas connue précisément, mais inférieure à 5T.

7.2.9 Le moteur

Les caractéristiques principales du moteur sont les suivantes :

- Moteur ALSTHOM
- Type NP630L n° 223 216 851, refroidi par air
- Asynchrone à cage
- Sens de rotation : horaire
- $\cos \varphi = 0.925$
- U = 5500 V, démarrage à 3500 V, puis passage à 5500 V au bout de 40s par autotransformateur
- Moteur de 3500 kW à 1489 tr/min
- Poids = 8200 kg
- Dimensions : 1330 mm de diamètre x 2640 mm de longueur x 1660 mm de largeur
- IP 23
- Roulement CA 22230 E S FAG
- Roulement COA NU 2230 E FAG remplacé par roulement 6230 MC3
- Equilibrage par demi clavette
- Lubrification : huile 1.8° Engler à 50°C quantité 12 litres d'huile par vidange (Elf OLNA VG22)

- Courant de circulation nécessitant une liaison équipotentielle entre moteur et boîte d'étanchéité.
- Surveillance vibratoire sur 3 axes
- Equipé de 5 thermocouples de mesure de température dont certains peuvent être changés.
- Couple nominal : 22446 Nm
- Intensité nominale : 412 A
- Intensité de démarrage : 680 A

Ce moteur est équipé d'un **autotransformateur** permettant d'abaisser la tension d'alimentation au démarrage, à 3500V. Il est également équipé **d'une gaine d'extraction** des calories qui contient un silencieux à baffles. Ces deux derniers éléments, la gaine et l'autotransformateur, sont des éléments à transférer. L'autotransformateur sera transféré en l'état, tandis que la gaine d'extraction devra être reconçue et refabriquée pour être adaptée aux contraintes du nouveau local. Il sera néanmoins indispensable de récupérer le silencieux à l'intérieur. Un complément d'informations est fourni en Annexe 02-01.

7.2.10 Le diffuseur aval au ventilateur

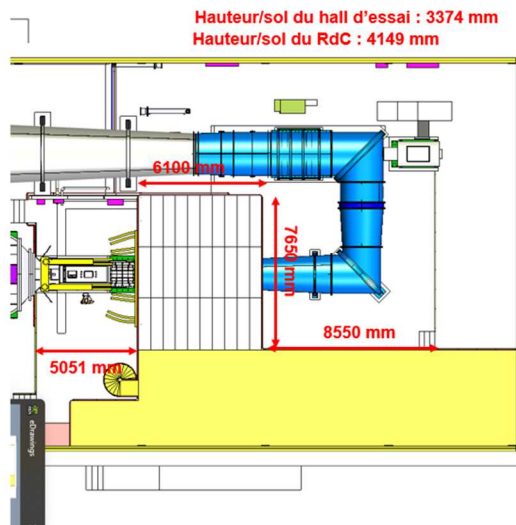
Le diffuseur aval au ventilateur est l'élément de soufflerie qui est fixé au support de ventilateur, et qui contient le reste du bulbe du ventilateur. Cet élément ne forme qu'une seule partie, bridée à l'aval du support du ventilateur.

7.2.11 Le système de manutention des portes de veine

Cet équipement est un système de rails sur lesquels circulent un ou plusieurs chariots, chacun supportant une porte de la veine d'essais. Il y a au total 3 portes qui peuvent être stockées à l'aval de ce système de manutention. Il est composé de deux potences montées sur deux axes fixés sur le caisson de convergent, permettant de désolidariser les portes de la structure de la veine, via des chariots qui supportent ces portes, et de 4 rails qui permettent aux chariots de pouvoir déplacer ces portes au-delà de la veine d'essais, au niveau de la fin du diffuseur n°1.

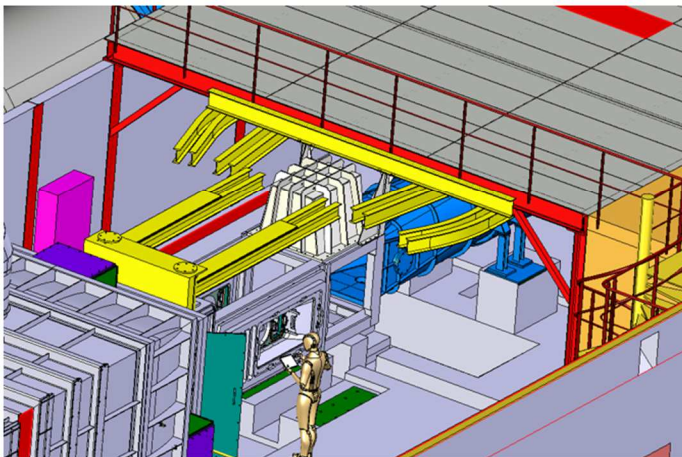
Ce système est fortement dépendant de son environnement : Il est notamment fixé sur la structure actuelle de la mezzanine. A Palaiseau, cette mezzanine sera reconstruite avec des spécifications de tenue mécanique identiques à l'actuelle. Elle est hors fourniture du présent CCTP. Le titulaire devra réaliser la fixation de ce système de manutention des portes sur la future mezzanine, qui aura les platines de fixation dédiées pour cela.

Ci-dessous sont présentées les planches de spécifications techniques pour la réalisation de la nouvelle mezzanine par la MOE Bâtiment



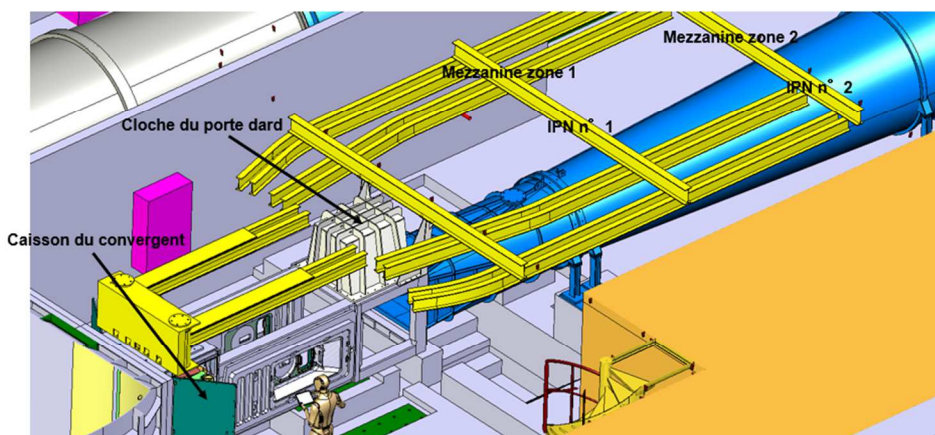
- La mezzanine est située au dessus du circuit aérodynamique de S3, à une hauteur de 3374 mm depuis le sol du hall d'essai, donc à 4149mm du sol du RdC
- Ses dimensions sont 6100mmx7650mm
- La cote de 7650 mm est centrée par rapport à l'axe veine
- La mezzanine est dimensionnée pour une charge de **500kg/m²**
- Le début de la mezzanine est situé à 5051mm du bord du hall d'essai à gauche
- La fin de la mezzanine est située à 8550 mm du bord du hall d'essai à droite
- La mezzanine est attenante au toit de la salle de mesure et permettra d'obtenir une zone de stockage la plus grande possible
- L'extension de la mezzanine (toit de la salle de mesure) devra supporter une charge égale à celle de la mezzanine

Spécifications particulières



- La structure (en rouge) de la mezzanine doit supporter les charges liées au système de manutention et de stockage des portes de la soufflerie S3 (en jaune)
- Ce système est existant et sera transféré en l'état, par une IT

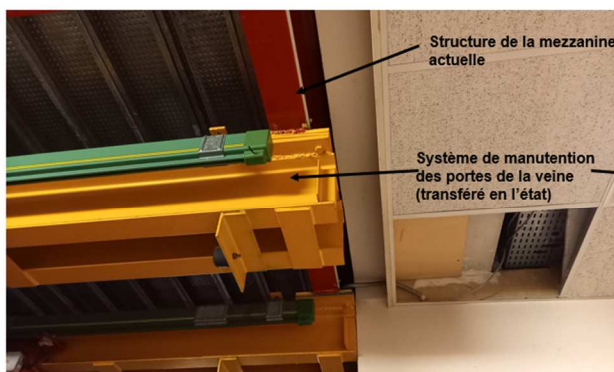
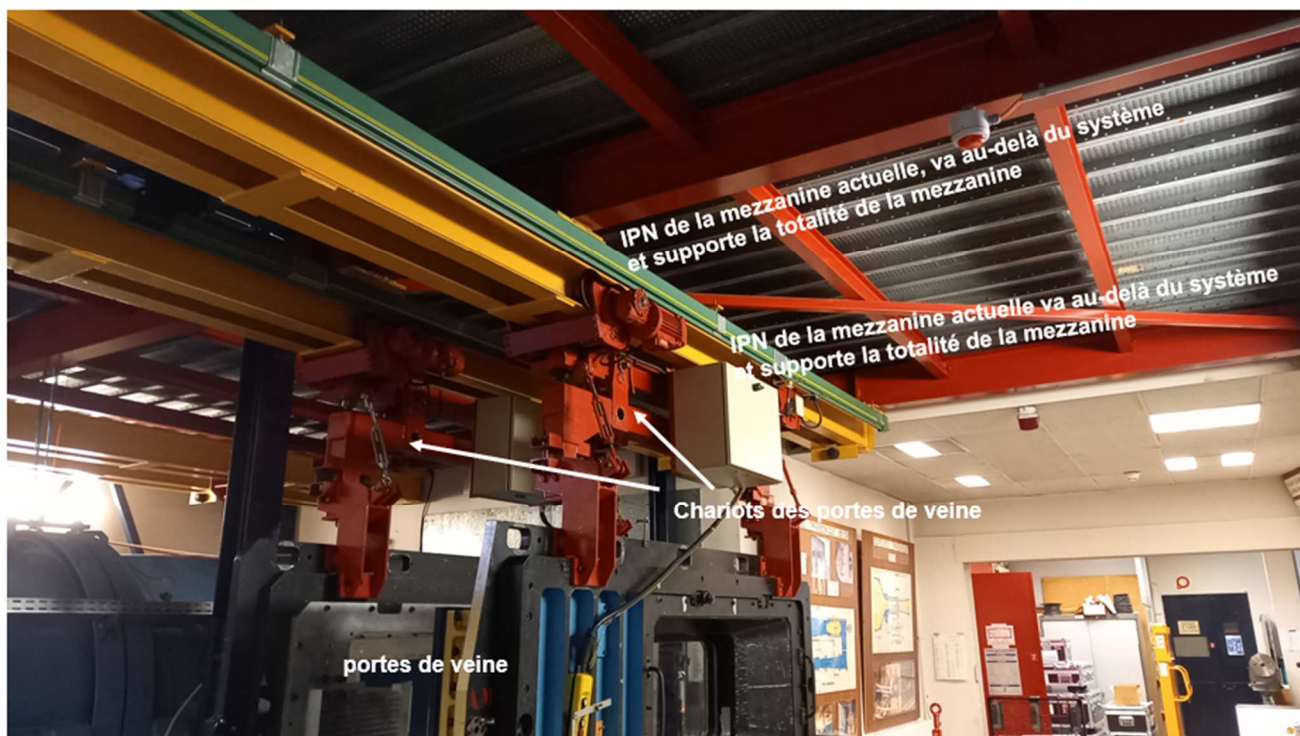
Système de manutention des portes de la veine de S3



Le système de manutention des portes de S3 est fixé à 4 endroits :

- Sur le caisson du convergent
- Sur la cloche du porte dard de la soufflerie (juste à l'aval de la veine)
- Sous la mezzanine zone 1 par l'intermédiaire de 4 platines
- Sous la mezzanine zone 2 par l'intermédiaire de 4 platines

- Les fixations sur le caisson du convergent et sur la cloche sont conservées lors du transfert car tout est transféré -> Il n'y a donc rien à toucher.
- Les deux derniers IPN (zones 1 et 2) en jaune sur l'image ci-dessus sont transférés et fixés **à la future mezzanine**



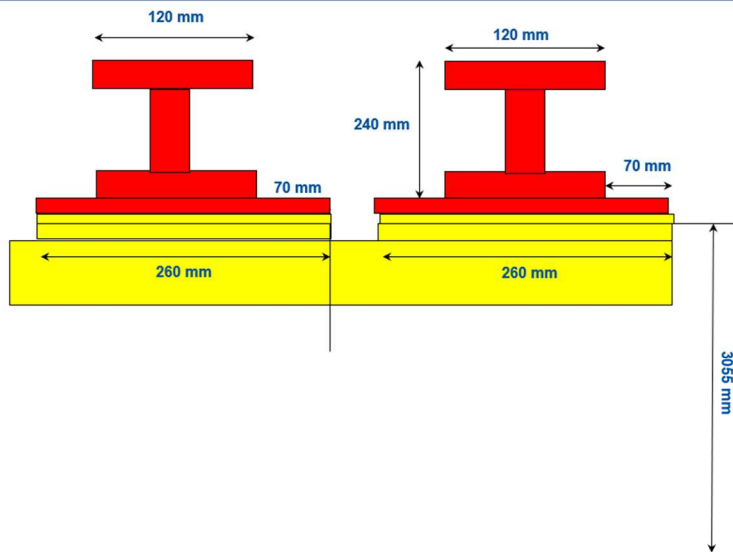
IPN n° 2 (le plus en aval) en rouge sur la photo



IPN n° 1 en rouge sur la photo



Principe de fixation

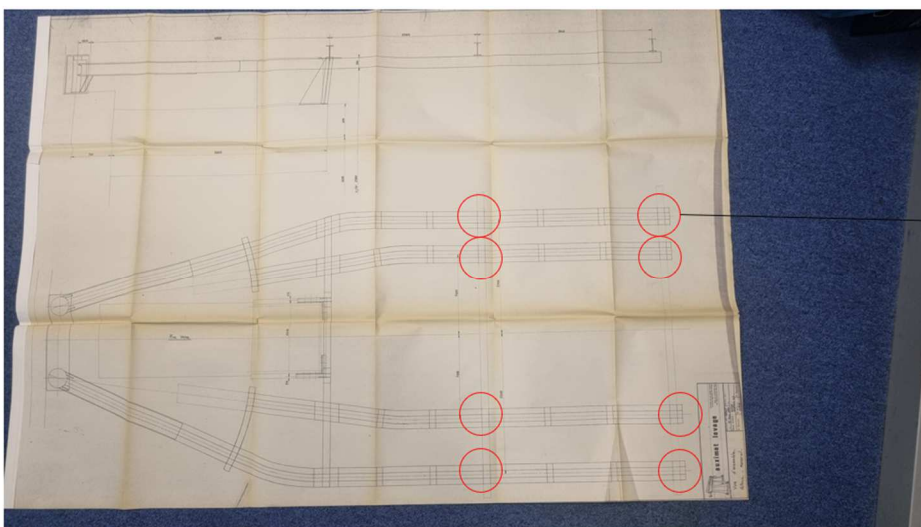


Le système de manutention des portes (en jaune), transféré en l'état, est fixé sur les 2 IPN 240 de la charpente métallique (en rouge) de la mezzanine, à l'aide de platines (rouge) soudées sur ces IPNs, une cale (jaune) et une platine soudée (en jaune) sur les rails du système de manutention.
Les IPN en rouge sont de la fourniture de la MOE bâtiment, car appartenant à la structure de la mezzanine

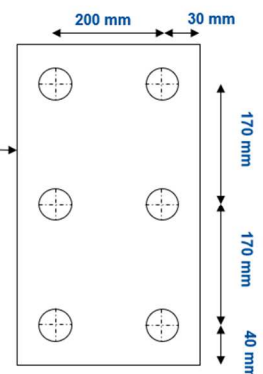


Les IPNs en rouge font partie de la structure de la mezzanine actuelle, ils ne sont donc pas transférables.
Il est donc nécessaire de concevoir et fabriquer de nouveaux IPN de fixation des rails.

Platine soudée sur IPN 240
(fourniture MOE)
Cales
Platine soudée sur rail
(fourniture IT Transfert)



Dimensions de la platine (jaune) à souder sur les IPN de la future mezzanine



Epaisseur platine = 15 mm
Distance du haut de la platine au sol = 3040 mm
Visserie : 6xM14
Dimensions platine : 420x260

Figure 31 : Définition des fixations de la structure du système de manutention des portes de veine sur la mezzanine actuelle

Ce système est alimenté par une petite centrale hydraulique reliée à une armoire automate.

Les deux bras de la potence sont mis en mouvement à l'aide de 2 vérins hydrauliques qui sont alimentés par une centrale hydraulique commune, dite « grise ».

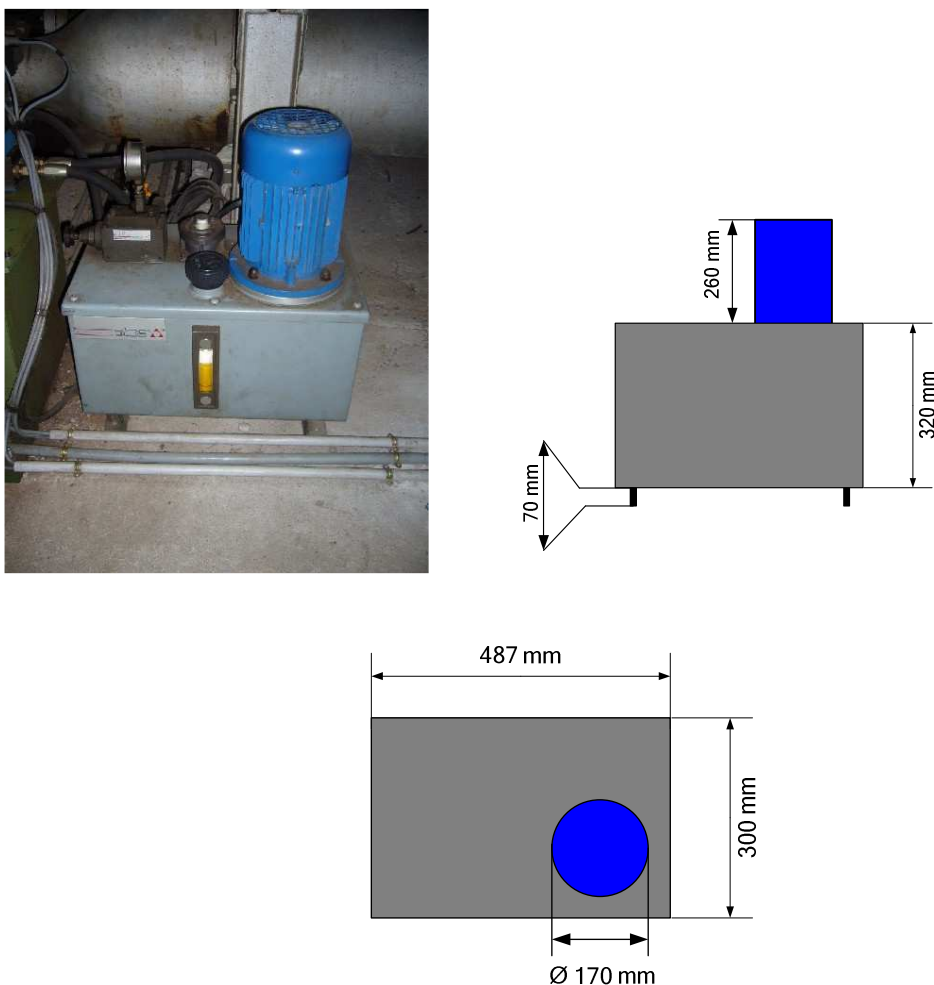


Figure 32 : Centrale hydraulique grise

Cette centrale alimente deux vérins hydrauliques :



Figure 33 : Distribution hydraulique de la centrale vers les deux vérins

7.2.12 La centrale hydraulique du ventilateur

Organe indispensable au fonctionnement du ventilateur, la centrale hydraulique du ventilateur a une double fonction : son premier circuit permet la réalisation de l'inclinaison des pales afin de modifier le débit, et son second circuit permet de réaliser la lubrification des roulements du ventilateur. Sa description est détaillée en Annexe 02-02 au présent document. Sur le site de Palaiseau, la centrale hydraulique sera positionnée Au RdC du local, alors qu'actuellement à Meudon elle est positionnée sur le niveau au-dessus (+78cm).

La pression nominale de cette centrale est de 40b, pouvant monter jusqu'à 60b. Le débit généré par une pompe est de 28l/min

Le transfert de cet équipement consistera :

- A purger complètement la centrale
- à démonter les flexibles hydrauliques du support de ventilateur
- à les réapprovisionner si besoin, selon la nouvelle mise en place de la centrale sur le site de Palaiseau
- à réaliser le décâblage électrique (puissance + mesure)
- à étudier fabriquer puis installer un support de la centrale hydraulique sur le site de Palaiseau,
- Avec équipement d'un bac de rétention
- A refixer les flexibles hydrauliques
- A recâbler électriquement la centrale
- A remettre de l'huile dans la centrale

7.2.13 La table élévatrice, sa centrale hydraulique et son armoire de commande

La table élévatrice est un équipement permettant de pouvoir monter/démonter la paroi basse de la veine d'essais d'une part, et des équipements de maquette, voire même des maquettes complètes par le dessous de la veine. La montée et la descente sont réalisées à l'aide d'une petite centrale hydraulique, commandée par une armoire automate, couplée à celle qui commande le système de manutention des portes de la veine. Le transfert de cet équipement consistera :

- A purger la centrale de son huile, qui sera évacuée et traitée comme déchet.
- A réaliser le démontage des flexibles hydrauliques
- A décâbler électriquement la table, la centrale et l'armoire automate
- A conditionner tous ces équipements, à réaliser le transport
- Au remontage complet de cet équipement à Palaiseau.
- A remettre de l'huile dans la centrale

7.2.14 Les 4 batteries d'échangeur de la soufflerie

La soufflerie S3 est équipée d'un système de refroidissement dont la conception est axée autour d'une tour aérotherme avec un système de vannage et de pompes permettant la circulation d'eau (de ville). Cette solution technique ne sera pas transférée à Palaiseau d'une part, et pas reproduite du fait des problèmes légionellose inhérents à ce type de solution de refroidissement. Cependant, l'échangeur de la soufflerie, implanté dans la chambre de tranquillisation actuelle de la soufflerie, sera transféré. Cet échangeur est constitué de 4 batteries, de type refroidisseur à ailettes traversées par des tubes en laiton dans lesquels circule de l'eau, et en l'occurrence à Palaiseau, de l'eau Glycolée.

- Actuellement, il existe 2 batteries de rechange à Meudon qui n'ont jamais servi, emballées chacune dans une caisse. La prestation demandée consistera :
 - o A démonter les 4 batteries actuelles installées dans la chambre de tranquillisation
 - o De les nettoyer toutes les quatre
 - o A remonter 2 de ces 4 batteries dans la nouvelle chambre de tranquillisation objet du poste 1 du présent CCTP
 - o Et de mettre en place les 2 batteries de rechange qui n'ont jamais servi. Ces batteries sont stockées dans le local de grande soufflerie S1 de Meudon.
- Les 2 batteries restantes seront stockées dans le local de la soufflerie à Palaiseau dans une zone qui sera spécifiée ultérieurement pendant les études.

7.2.15 Le convergent de la soufflerie

Cet équipement est un élément sensible de soufflerie. Il se situe à l'aval de la chambre de tranquillisation et à l'amont de la veine d'essai. Il permet d'accélérer l'écoulement pour permettre d'atteindre la vitesse souhaitée dans la veine. Cet équipement, lors de son installation en 1986, a été livré en plusieurs parties et assemblé/soudé sur place. Notamment, les tôles constituant le profil aérodynamique ont été soudées sur place, après que les éléments de structure aient été assemblés entre eux (par visserie). Le découpage d'origine est le suivant :

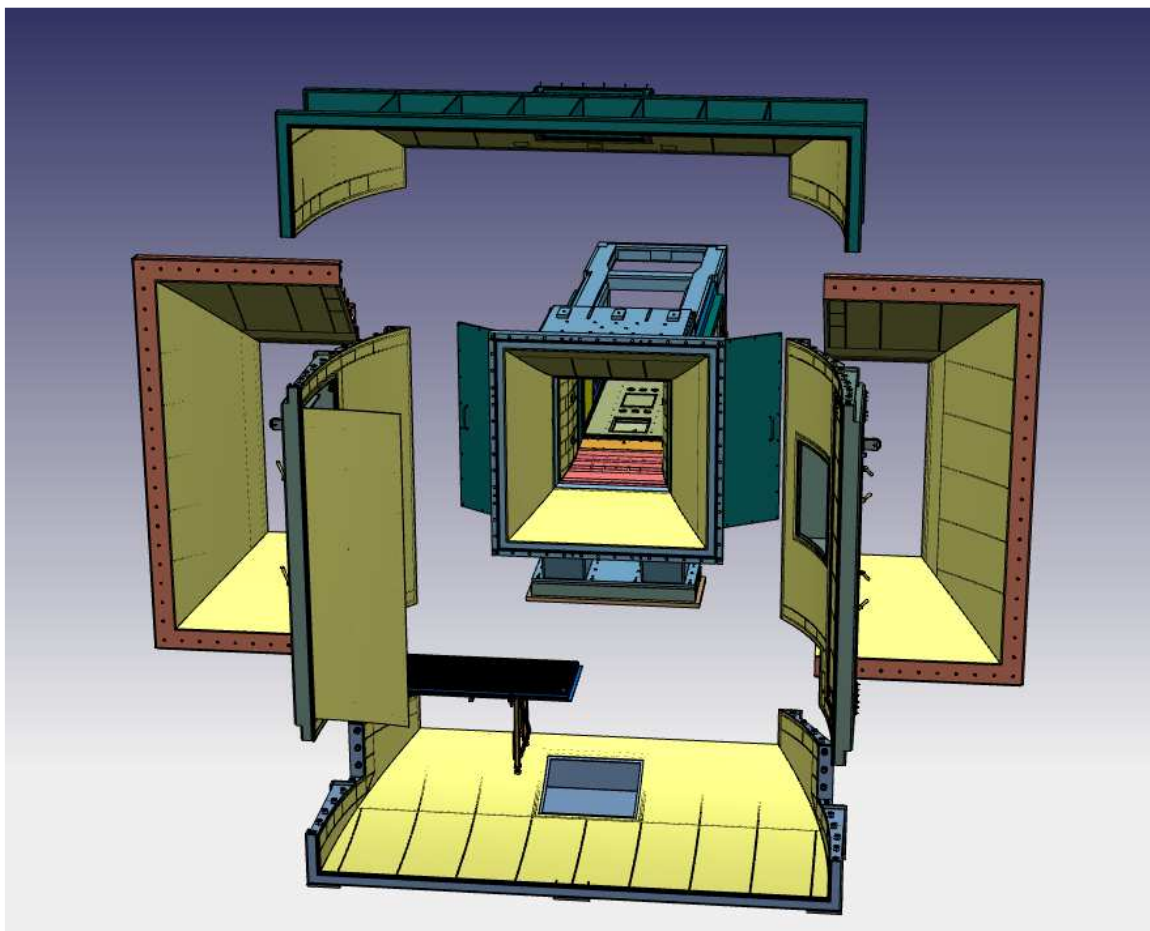


Figure 34 : Découpage d'origine du convergent

Le convergent a été fourni en 6 morceaux qui ont été d'abord assemblés puis soudés au niveau du profil intérieur

Cet élément de soufflerie est équipé de plusieurs fonctions non aérodynamiques, dont l'une est de pouvoir pénétrer dans la soufflerie grâce au système de portes latérales gauche/droite, de type « pont levis ».

Le transfert de cet équipement est une opération délicate. Elle consistera :

- A démolir par l'ONERA une certaine zone (définie actuellement), qui permettra de faire sortir le convergent
- Pour le Titulaire :
 - o A démonter deux éléments de soufflerie qui ne seront pas transférés : Le coude 4 et la chambre de tranquillisation actuelle
 - o A démonter les 4 batteries constituant l'échangeur thermique de la soufflerie, puis les conditionner pour leur transport à Palaiseau
 - o A sortir du bâtiment le coude 4 et la chambre de tranquillisation et les transporter dans un autre bâtiment du centre de Meudon, pour les déclarer déchets ultérieurement
 - o Et sortir le convergent du bâtiment S3, le nettoyer, le conditionner et le transporter sur le site de Palaiseau.
 - o Le transport doit être étudié pour déterminer rapidement pour permettre de conclure sur le transport en une seule pièce ou s'il faut le découper en morceaux pour le transporter correctement.

- Pour l'ONERA :

- o A reconstruire par l'ONERA la zone détruite pour les opérations listées ci-dessus.

Parmi la liste d'actions ci-dessus, les opérations de destruction et de reconstruction du mur ciblé du bâtiment seront à la charge de l'ONERA. Les opérations de démontage et de manutention seront à la charge du titulaire.

7.2.16 Le caisson de convergent (pièce bleue dans le schéma ci-avant)

Le caisson de convergent est l'élément de soufflerie situé entre le convergent et la veine d'essai. Il constitue en réalité la fin du convergent. Il contient donc 4 parois mécanosoudées et une tôle qui ont le profil aérodynamique du convergent. Ces 4 parois et cette tôle sont fixées sur ce caisson. Les opérations consisteront donc :

- A désolidariser le caisson de la veine d'une part et du convergent d'autre part
- A démonter les 4 parois de convergent
- A démonter la liaison du caisson avec le bâti
- A nettoyer le caisson et les parois
- A conditionner et transporter l'ensemble sur le site de Palaiseau
- A remonter le caisson sur sa nouvelle position à Palaiseau

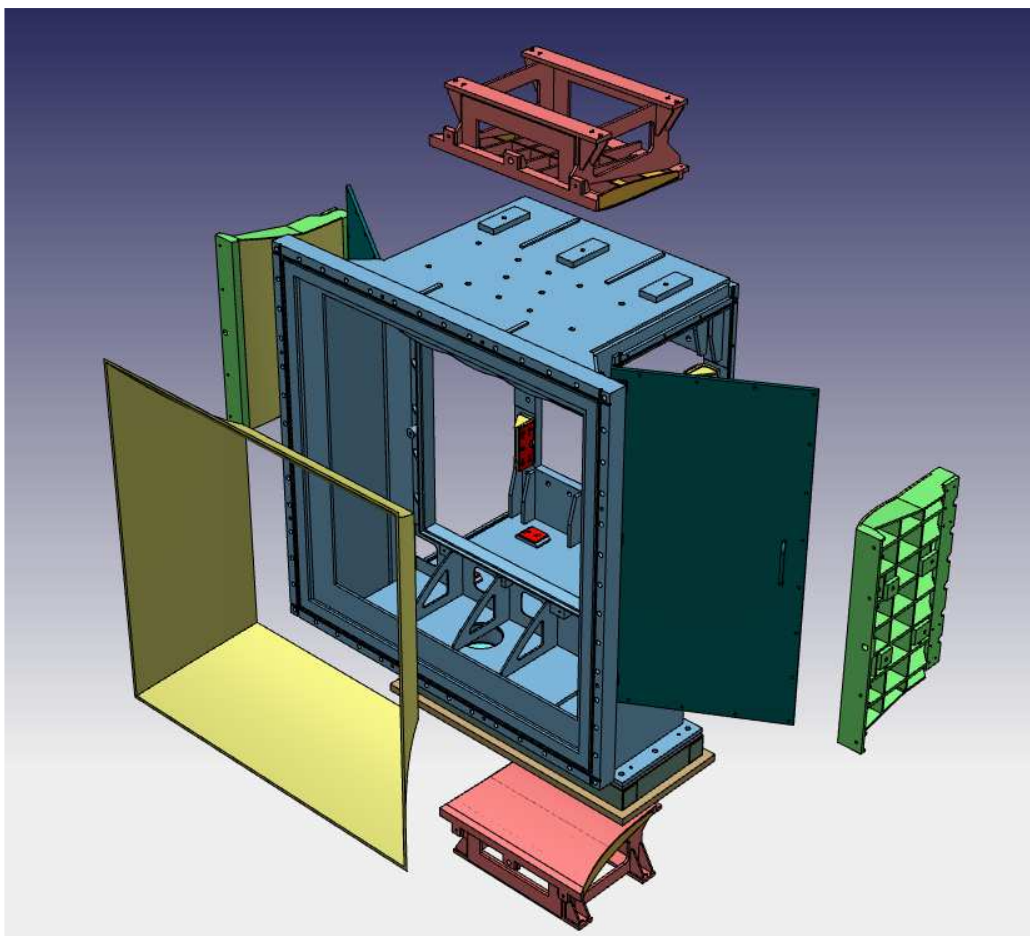


Figure 35 : Contenu du caisson de convergent (ou caisson de second col)

7.2.17 Le système de surveillance vibratoire du moteur et du ventilateur

La soufflerie est surveillée aujourd'hui par un rack de surveillance de type VC-4000, les capteurs sont de type accéléromètre ICP (alimentation à courant continu). Le VC-4000 est équipé d'un module d'alimentation/commande TP419, d'un module de communication CI-411, de 3 modules de mesure type VB-420 et de deux modules de mesure type VB-430.

Il y a un certain nombre d'accéléromètres au niveau du ventilateur et 2 au niveau du moteur.

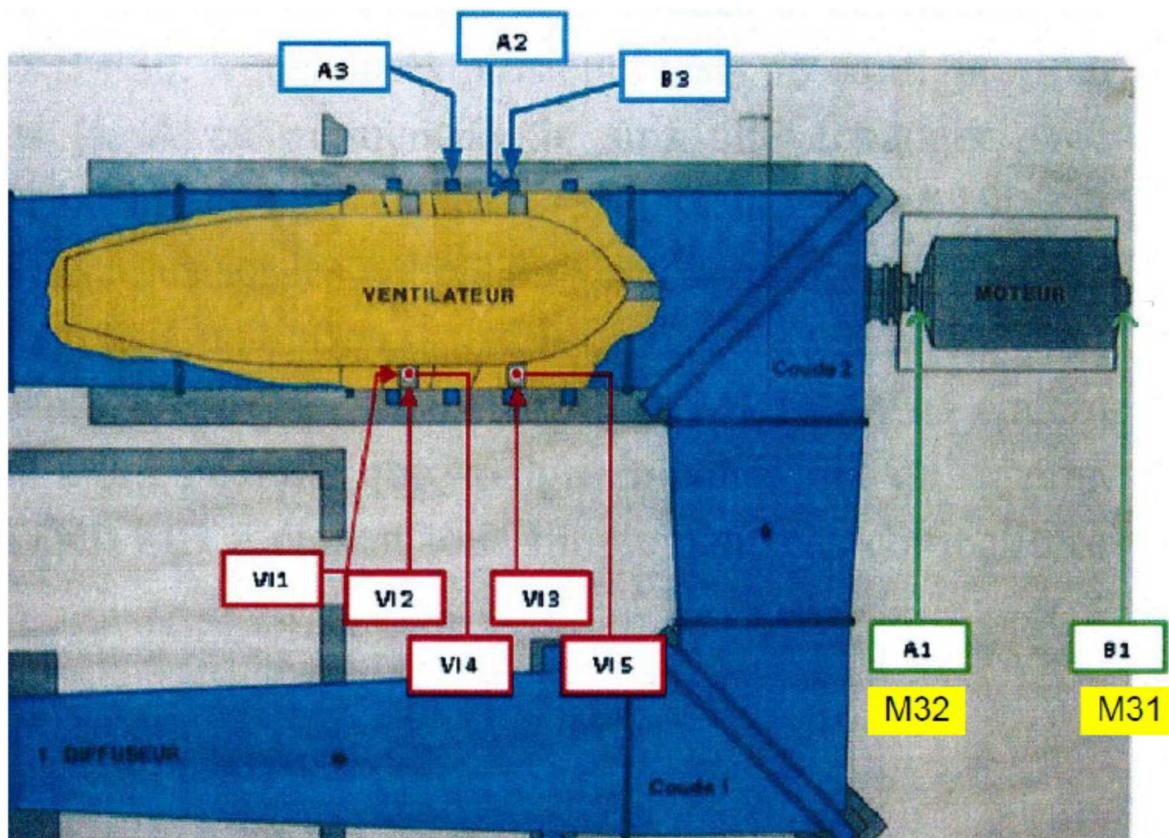


Figure 36 : Implantation des accéléromètres sur la ligne moto-ventilateur de la soufflerie

Les capteurs VI 1 à 5 (côté ventilateur) sont des accéléromètres de type Metravib CSH 15 (sensibilité = 100 mV/g, Bande passante= 5Hz-10KHz), les autres accéléromètres sont de type Schenk AS-030 (sensibilité = 100 mV/g, Bande passante= 3Hz-10KHz).



Figure 37 : Vue général du rack

Sur le moteur, les accéléromètres sont implantés comme présentés ci-après :

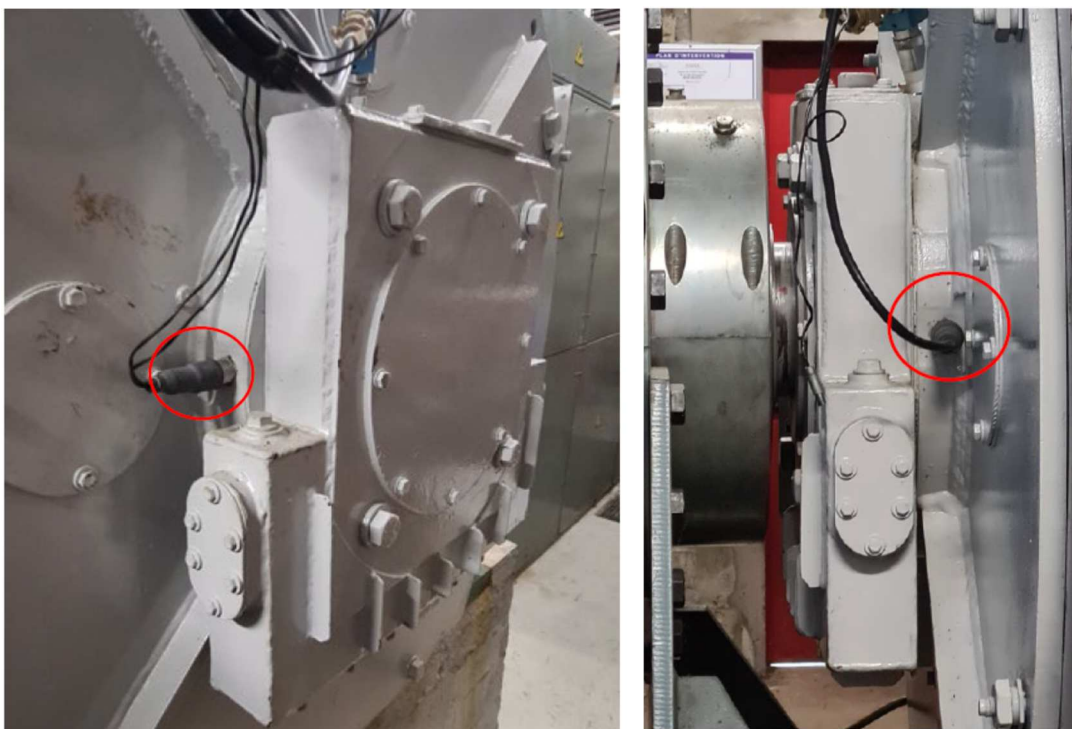


Figure 38 : Vue des accéléromètres COA et CA

Sur le ventilateur, les accéléromètres sont les suivants :

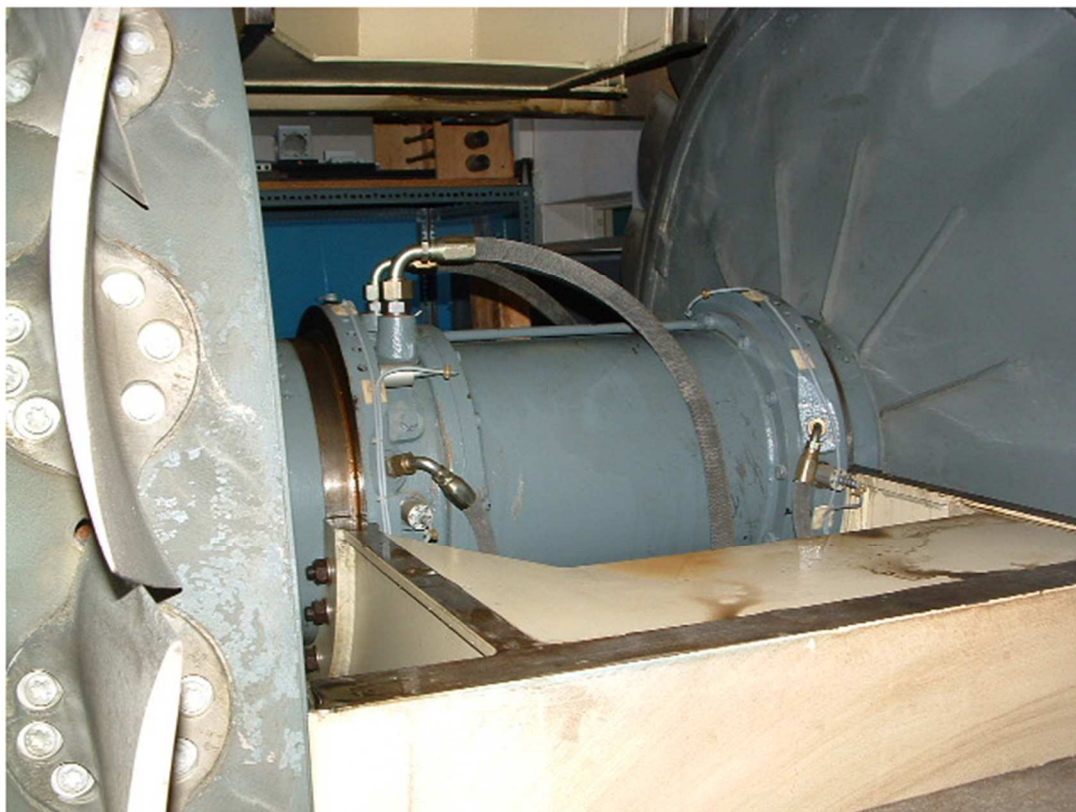


Figure 39 : Accéléromètres entre les deux étages du ventilateur



Figure 40 : raccordement des accéléromètres du ventilateur à l'extérieur du circuit aérodynamique

7.2.18 Les pompes à vide Leybold

Ces machines sont utilisées actuellement pour les besoins de la soufflerie SR à Meudon. A Palaiseau, ces 3 machines seront mises en commun pour construire la ligne de vide qui existe actuellement à S3, dont la machine génératrice de vide ne sera pas transférée.

Dans le cadre du transfert, il est demandé au titulaire de déconnecter pneumatiquement et électriquement ces 3 machines et leur armoire de commande, de les conditionner, de les transporter dans le local air comprimé du site de Palaiseau, et de les raccorder électriquement à l'armoire électrique AE_Vide (fournie par le bâtiment). Le raccordement pneumatique n'est pas l'objet du présent CCTP. Ces 3 pompes sont des machines de marque Leybold, modèle SOGEVAC 1200, de type à palettes, mono étagées, refroidie à l'air. Leurs caractéristiques sont fournies en Annexe 02-11.

Ces 3 machines seront installées sous le local de la soufflerie S3, dans le local de la production d'air comprimé.

7.2.19 Résumé des éléments de souffleries transférés

élément	état	pièce amont	interface amont	pièce aval	interface aval	interface sol	neuf/transféré	numéro plan	autres matériel	Colonnel	commentaire	dimension	Masse
convergent	transféré	chambre de tranquillisation		convergent supérieur	52 vis M22	patins	transféré				plan support batterie échangeur dans dossier S3Ch ventilateur	4480x2545x4560	8885kg
convergent supérieur	transféré	convergent	52 vis M22	veine	32 Vis H M24x25 à embase Joint D10 1218x1218	12 Vis M24	transféré					2070x2495x1300	5615kg
veine	transféré	convergent supérieur	32 Vis H M24x25 à embase Joint D10 1218x1218	diffuseur	38 Vis M27x35 à embase Joint D10 1198x1028	20 vis M8	transféré						
diffuseur	transféré	veine	38 Vis HM 27x60 cadmiées	virole diffuseur coude 1	4 écrous HM24 cadmiés 4 rondelles M24 cadmiées 48 boulons HM 12x65 cadmié 48 rondelles M12 cadmié 48 rondelles W12 cadmié Bande néoprène ép 20 largeur théorique 230 longueur ~4350	cales	transféré	86-5004-473 884.525.0.3100	8x8 Boulons HM 20x70 cadmié + écrou 8x4 vis HM8x20 cadmié avec rondelles plates M8 cadmié 8x joint O-ring 240,70x6,99	à vérifier sur place		1346x1650x3120	1215kg
virole diffuseur coude 1	transféré	diffuseur	4 écrous HM24 cadmiés 4 rondelles M24 cadmiées 48 boulons HM 12x65 cadmié 48 rondelles M12 cadmié 48 rondelles W12 cadmié Bande néoprène ép 20 largeur théorique 230 longueur ~4350	coude 1	36 boulons HM 20x90 cadmié 36 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm	cales	transféré	86-5004-474 884.525.0.3200				4650x2090x6815	2195kg
coude 1	transféré	virole diffuseur coude 1	36 boulons HM 20x90 cadmié joint kingler ép 3mm	virole liaison coude 1 et 2	36 boulons HM 20x90 cadmié	cales	transféré	86-5004-475 884.525.0.3300		vérifier si écrou aux interfaces	plan a scanner	2510x2410x2180	1730kg
virole liaison coude 1 et 2	transféré	coude 1	36 boulons HM 20x90 cadmié 36 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm	ralonge 1m	52 boulons HM 20x90 cadmié 52 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm	x	transféré	86-5004-476 884.525.0.3400	52 boulons HM 20x90 cadmié 52 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm 60 vis HM 8x25 12 vis HM 8x50 9 vis HM 8x60		plan a scanner	2332x2332x1900	860kg
tronçon grillagé	transféré	virole liaison coude 1 et 2	52 boulons HM 20x90 cadmié 52 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm	ralonge 1m	52 boulons HM 20x90 cadmié 52 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm	x	transféré					2332x2332x294	300kg
coude 2	transféré	ralonge 1m	52 boulons HM 20x90 cadmié 52 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm	virole ventilateur	52 boulons HM 20x90 cadmié 52 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm	cales	transféré	86-5004-477 884.525.0.3500			plan a scanner	2640x2540x2540	1240kg
moteur	transféré	x		coude 2		chevilles chimique	transféré						
virole ventilateur	transféré	coude 2	52 boulons HM 20x90 cadmié 52 écrous HM20 cadmiés joint kingler ép 3mm	diffuseur ventilateur	72 boulons HM 12x90 cadmié 72 écrous HM12 cadmiés	chevilles chimique	transféré					2970x2494x2480	5200kg
ventilateur	transféré			diffuseur ventilateur			transféré						

7.3 EXIGENCES POUR LE TRANSFERT DES ELEMENTS EXISTANTS

La prestation du poste 2 est décomposée en 8 sous-postes :

- 2.1 Etat des lieux

- 2.2 Etude
- 2.3 La préparation du site de départ, qui consiste à adapter les locaux pour faciliter le transit des éléments à transférer
- 2.4 Le démontage des éléments
- 2.5 Conditionnement des composants, manutention et acheminement sur la zone de prise en charge du transport des éléments à transférer
- 2.6 Transport à CP
- 2.7 Déchargements, mise en place et remontage des éléments à CP.
- 2.8 Contrôles

7.3.1 Etudes

Dans cette phase, le Titulaire réalise les études de détails du transfert. Elles sont effectuées avant toute exécution.

Ces études comprennent, sans que ce soit exhaustif :

7.3.1.1 Phase de préparation du site de départ

Le Titulaire fournit :

- Plan d'installations de chantier (sur le site de Meudon et sur le site de Palaiseau) ; L'ONERA fournira toutes les informations nécessaires à l'établissement d'une zone vie
- Description précise des travaux de préparation à réaliser ;
- Analyse de risques des travaux de préparation.

Toute intervention préparatoire sera soumise à l'autorisation de l'ONERA.

7.3.1.2 Constat d'état initial

Pour les éléments transférés, le Titulaire réalise un relevé géométrique précis, notamment le relevé des axes géométriques réels des éléments de soufflerie. Le Titulaire précise les moyens de contrôle utilisés (trackers par exemple) pour garantir un remontage à l'identique de MEUDON. Il constate le bon fonctionnement des équipements en évaluant par exemple leurs performances.

Le Titulaire fournit :

- Les modes opératoires détaillés de démontage, intégrant le repérage des éléments ;
- La liste des moyens de manutention et des moyens humains nécessaires ;
- Le phasage des démontages, associés à une planification ;
- Analyse de risques détaillées des démontages ;
- Les certificats de conformité des moyens de mesure.
- Repérage et relevé géométrique de l'ensemble des éléments transférés, avec notamment les cotes TQC des interfaces

7.3.1.3 Conditionnement

Le Titulaire fournit :

- Liste détaillée des éléments nécessitant un conditionnement spécifique ;

- Description précise des conditionnements spécifiques ;
- Modes opératoires de conditionnement ;
- Plan de colisage ;
- Analyse de risques du conditionnement ;

L'ONERA ne demande pas de pouvoir conserver les conditionnements qui sont dès lors perdus et à recycler par le Titulaire.

7.3.1.4 Transport

Le Titulaire fournit :

- Liste prévisionnelle et caractéristiques des transports, normaux et exceptionnels ;
- Nombre prévisionnel de rotation de camions ;
- Un NDC pour les chauffeurs

L'ONERA indique que le ring EST (route d'accès interne au centre) est dimensionné pour les essieux routiers normalisés. Il indique également qu'une étude de levage a été réalisée par la MOE bâtiment. Pour ce qui concerne les accès au bâtiment, le titulaire pourra utiliser les documents fournis lors de la passation de marché. Quelques vues de l'étude sont fournies ci-dessous :

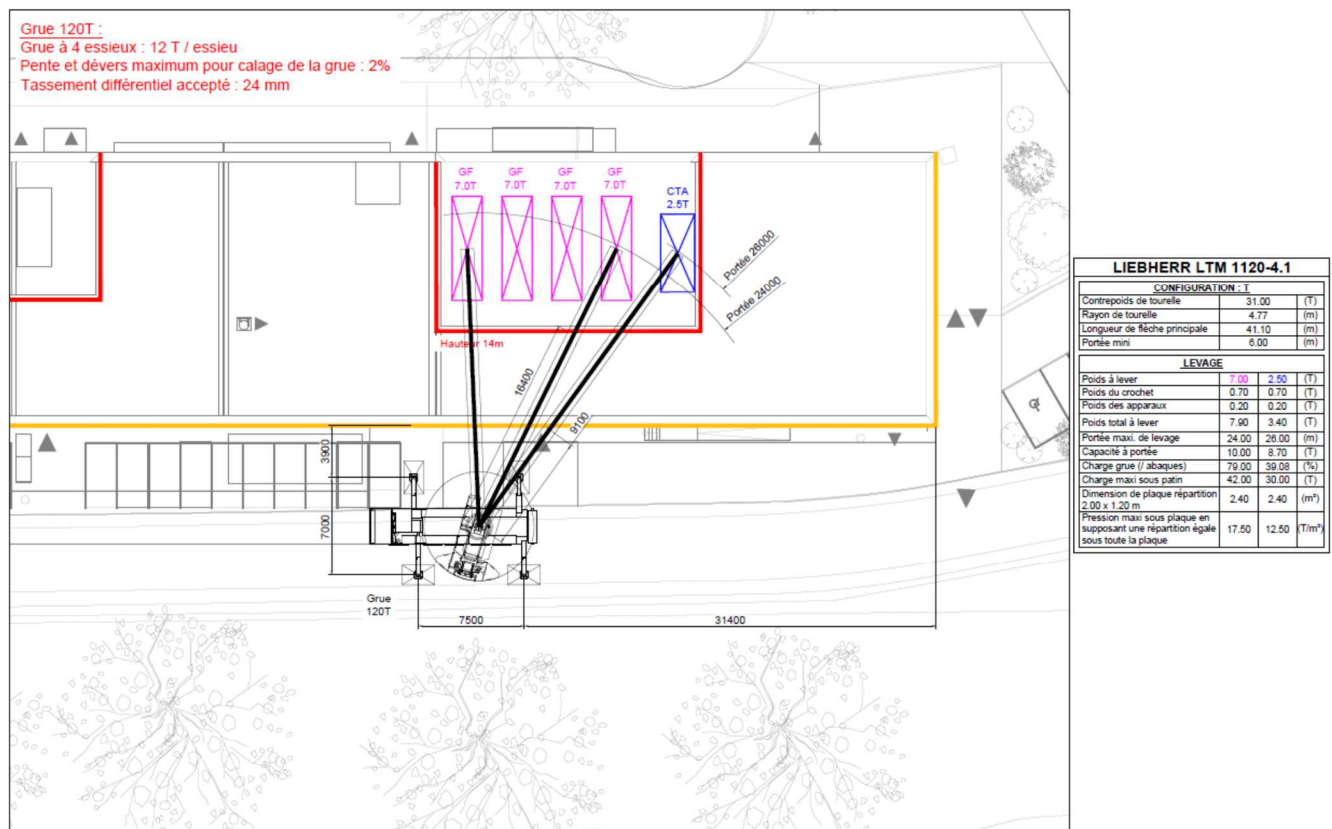


Figure 41 : Grue 120T pour le montage des groupes froids en toiture

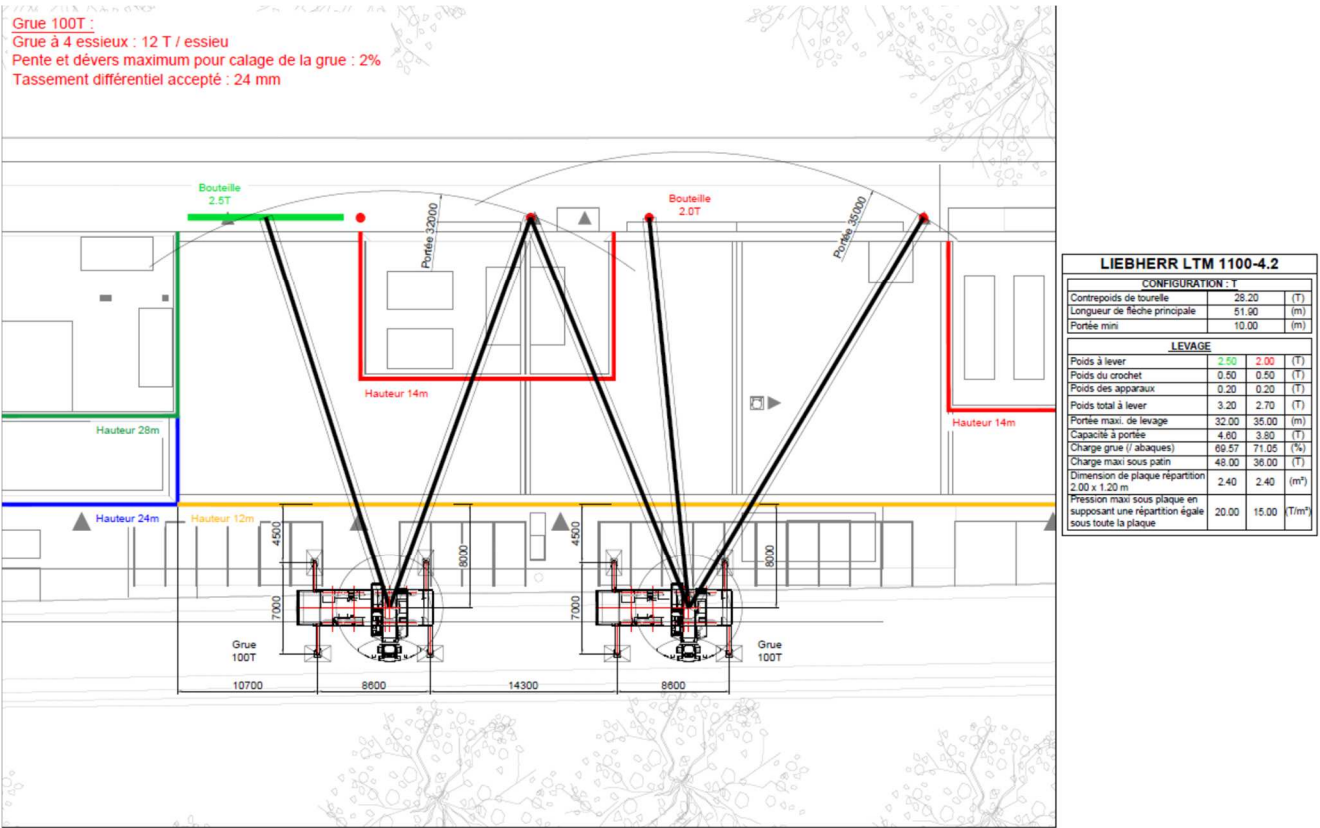


Figure 42 : Grue de 100T pour acheminer certains éléments liés aux souffleries

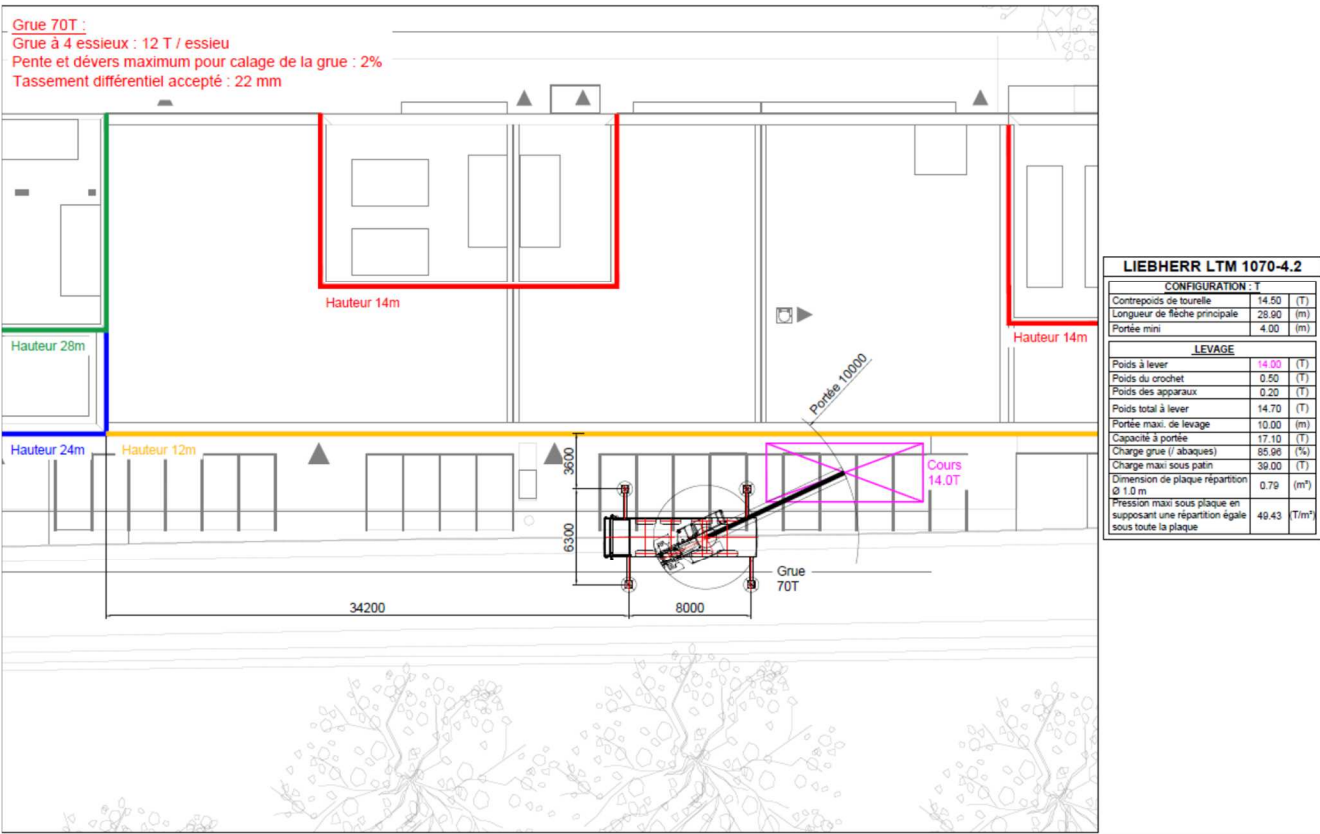


Figure 43 : Grue de 70T pour faire acheminer des éléments lourds dans les locaux souffleries

7.3.1.5 Remontage

Le mode opératoire d'installation détaille le déroulé du déchargement, de l'acheminement et de l'installation des éléments. Il précise les moyens de manutention et humains nécessaires, ainsi que le temps d'intervention, l'outillage et les EPI (Equipement de Protection Individuel) prévus.

Le plan de cheminement précise l'itinéraire des éléments dans le bâtiment, les manœuvres éventuelles et les marges associées aux passages de portes ou à tout autre endroit le nécessitant.

Le plan de cheminement et le mode opératoire d'installation est validé par l'ONERA avant le colisage et le transport.

Le Titulaire fournit :

- Les modes opératoires détaillés de remontage des éléments neufs et transférés, et en particulier, le mode opératoire de l'alignement moteur/ventilateur/circuit aérodynamique ;
- Les modes opératoires de contrôles (LOMC) ;
- Le phasage des remontages, associés à une planification ;
- L'analyse de risques des travaux de remontage ;

L'ONERA fournira à la passation du marché les plans du local de la soufflerie avec le calepin de surcharge

7.3.1.6 Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées

L'ensemble des exigences énoncées dans le § 7.3.1 constitue une CFS :

CFS N°2-1 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 7.3.1

7.3.2 Etat des lieux

Le Titulaire réalise un état des lieux initial, avant préparation du site, avant les études, et avant démontage des éléments à transférer.

L'état des lieux peut comprendre 2 parties :

- Un état des lieux statique ;
- Un état de bon fonctionnement.

7.3.2.1 Etat des lieux statiques

L'état des lieux statiques comprend :

- Un relevé de l'état général de l'élément ;
- Des photos couvrant l'ensemble du périmètre (photos extérieures et intérieures des éléments de circuit)
- L'inventaire précis des environnements de poste à transférer

L'état des lieux statique est résumé dans un document, soumis aux remarques de l'ONERA avant de passer aux phases suivantes.

Le Titulaire fournit les moyens permettant de repérer sans équivoque les matériels (étiquettes à apposer sur les éléments des environnements de poste).

7.3.2.2 Etat de bon fonctionnement

L'état de bon fonctionnement est mené en coordination avec l'ONERA.

L'ONERA applique une procédure de vérification de bon fonctionnement en présence du Titulaire et lui transmet à l'issue le rapport d'essais qui sera cosigné par le Titulaire. Celui-ci indiquera les performances atteintes, qui serviront de base de comparaison pour les opérations de recette

7.3.2.3 Caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées

CFS N°2-2 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 7.3.2

7.3.3 Préparation du site de départ

Afin de pouvoir procéder au démontage des éléments et à leur sortie du bâtiment pour le chargement, des aménagements des locaux actuels sont nécessaires. Cela comprend par exemple (liste non exhaustive) :

- Le démontage de cloisons ou portes, voire la déconstruction d'une partie de la structure du bâtiment pour le passage des éléments et des moyens de manutention ; Sauf pour la destruction et la reconstruction du mur permettant la sortie du convergent, qui sera à la charge de l'ONERA
- Le démontage d'éléments de la soufflerie qui ne sont pas transférés mais qui peuvent gêner dans la manutention ou le démontage ;
- Le démontage de tuyauteries, chemins de câbles...
- La mise en place de chemins de roulement, de tôles pour boucher les trémies ou cavités laissées ouvertes ;
- La création d'accès spécifiques (piétons ou routiers) ;

Tous les aménagements nécessaires à la prestation ainsi que les moyens à employer pour y parvenir sont à la charge du Titulaire.

Les déchets générés pendant cette phase déconstruction/démantèlement étant la propriété de l'ONERA, leur gestion n'est pas à la charge du Titulaire.

CFS N°2-3 : Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 7.3.3

7.3.4 Démontage et nettoyage

Le titulaire réalise un relevé géométrique précis (qui pourra être réalisé pendant la phase de constat initial). Le Titulaire précise les moyens de contrôle utilisés (trackers par exemple) pour garantir sur le site de Palaiseau un remontage à l'identique de celui du site de Meudon.

Le Titulaire précise dans ses modes opératoires les types d'engin de manutention nécessaires au démontage. Il est rappelé que tout engin de manutention entrant dans un site de l'ONERA doit avoir ses certifications ou conformités réglementaires à jour. De même, les habilitations des conducteurs d'engins devront être valides et seront fournies à l'ONERA avant transfert.

Les joints de l'installation transférés (entre élément du circuit) et les éléments d'assemblages (visserie, boulonnerie) seront changés et seront à la charge du Titulaire.

L'ensemble des éléments démontés est transféré soit dans une zone de stockage temporaire en vue de son conditionnement, soit conditionné sur le site de Meudon et directement transféré sur le site de Palaiseau. Le choix se fera en fonction du planning de livraison du nouveau bâtiment Est à Palaiseau, du planning de réalisation des éléments neufs de la soufflerie S3, et du planning de fermeture du centre de Meudon.

Le titulaire fera son analyse sur la nécessité de nettoyer tout ou partie des équipements transférés. Ce nettoyage concernerait avant tout les parties internes des éléments du circuit aérodynamique, qui ont subi dans le temps de nombreux dépôts d'huile et de particules de certains types. Une éventuelle remise en peinture sera également à analyser.

CFS N°2-4 : Le titulaire réalisera les exigences souhaitées au § 7.3.4

7.3.5 Conditionnement

Le Titulaire a à sa charge la réalisation des conditionnements nécessaires au transfert. Les conditionnements doivent permettre d'assurer le maintien de l'intégrité des éléments transférés pendant le transport et la manutention.

Les conditionnements spécifiques sont réalisés au minimum 2 semaines avant le début du transfert, La gestion des déchets de conditionnement est à la charge du Titulaire.

Les conditionnements ne seront pas conservés par l'ONERA à l'issue du transfert

CFS N°2-5 : Le titulaire réalisera les exigences souhaitées au § 7.3.5

7.3.6 Transport – déchargement – déballage

Le Titulaire assurera auprès de l'ONERA la traçabilité du transport (entre sa sortie du site de départ (atelier de réalisation des éléments neufs ou MEUDON) et le site de PALAISEAU.

Les transports seront organisés sans rupture de charge (= **sans aucun arrêt entre le point de départ et le point de livraison**).

Le mode opératoire d'installation détaille le déroulé du déchargement, de l'acheminement et de l'installation des éléments. Il précise les moyens de manutention et humains nécessaires, ainsi que le temps d'intervention, l'outillage et les EPI (Equipement de Protection Individuel) prévus.

Le plan de cheminement précise les itinéraires des éléments dans le bâtiment, les manœuvres éventuelles et les marges associées aux passages de portes ou à tout autre endroit le nécessitant.

Le plan de cheminement et le mode opératoire d'installation fera l'objet de remarques de l'ONERA avant le colisage et le transport, mais en aucun cas il n'est responsable de ces activités.

Tous les transports et convois exceptionnels sont à la charge du Titulaire, y compris les moyens de manutention nécessaires pour les chargements/déchargements.

CFS N°2-6 : Le titulaire réalisera les exigences souhaitées au § 7.3.6

7.3.7 Remontage et contrôle

Le remontage des éléments comprend :

- Le remontage des éléments transférés ;
- Le contrôle du bon remontage

Le Titulaire apportera une attention particulière au réalignement géométrique des éléments de soufflerie, et notamment la ligne Moteur/Ventilateur/Circuit aérodynamique et l'alignement /convergent/veine d'essais

La chambre de tranquillisation S3 et le convergent sont assemblés entre eux dans le circuit S3 avec un jeu de dilatation de 40 mm en première approximation. Il doit être comblé de manière étanche avec un

joint maintenu par des brides vissées ou autre, dans la mesure où la continuité du profil aérodynamique interne est conservée.

L'axe des deux éléments (chambre + convergent) doit être aligné suivant les prescriptions du § 6.2.

La chambre de tranquillisation de S3 et les éléments du circuit aérodynamique sont assemblés entre eux de manière étanche grâce à la bride d'assemblage du coude n°4 et la bride d'assemblage de la chambre de tranquillisation avec le coude n°4.

La conception des deux brides doit permettre leur assemblage.

Les deux éléments sont assemblés à l'aide de 48 vis M30 sur un diamètre de 3090 mm. Un joint plat en EPDM d'épaisseur $e = 3 \text{ mm}$ est monté entre les deux brides.

Les éléments de tuyauterie chaudronnée du poste 3 sont montés avec des pièces conservées du circuit de soufflerie S3 de Meudon.

La virole n°2 est assemblée avec la virole n°1 (en amont) et avec le coude n°2, de façon étanche. Les brides d'assemblage de la virole n°2 et sa longueur doivent permettre un assemblage étanche et respectant la largeur finale du circuit.

Ils sont assemblés à l'aide de 52 vis M20 sur un diamètre de 2255 mm. Un joint plat en EPDM d'épaisseur $e = 3 \text{ mm}$ est monté entre les deux brides.

Le diffuseur n°2 est monté tel qu'il y a un jeu de dilatation de 15 mm avec la pièce liaison. L'étanchéité est réalisée à l'aide d'une bande en caoutchouc maintenue par un collier.

Les opérations de montage et de contrôle sont à détailler dans la LOMC, qui devra être validée par l'ONERA avant le début des opérations. Le Titulaire définit ses propres points d'arrêt et de contrôle. L'ONERA notifie lors de la validation en amont de la LOMC des points de convocation, d'arrêt et de rapport le concernant.

Tout contrôle fait l'objet d'un PV. Les contrôles sont à la charge du Titulaire et de sa responsabilité. Certains contrôles peuvent être réalisés par un laboratoire ou un organisme agréé.

En cas d'opérations de soudage sur site, celles-ci font l'objet d'une documentation (cahier de soudage, fiche de suivi de soudage, etc.) et des mêmes types de contrôle (visuel, ressuage, ultrason, dimensionnel, etc.) qu'en usine.

Les contrôles CND et fonctionnels font l'objet d'un mode opératoire précisant le déroulement du contrôle, les instruments et les qualifications des opérateurs nécessaires.

Les contrôles de montage font l'objet d'un PV et vérifient que tous les éléments (neufs ou transférés) et leur montage permettent de répondre aux caractéristiques fonctionnelles et aux contraintes du sous-projet. Ces PV permettent de lever le point d'arrêt de fin de montage sur site.

CFS N°2-7 : Le titulaire réalisera les exigences souhaitées au § 7.3.7

8 SPECIFICATIONS TECHNIQUES POUR LE POSTE 3 – SYSTEME DE REFROIDISSEMENT DE LA SOUFFLERIE S3

8.1 DESCRIPTION GENERALE DE LA NOUVELLE LIGNE DE REFROIDISSEMENT DE LA SOUFFLERIE ET DU SERVICE A EXECUTER

8.1.1 Description

Comme expliqué au § 7.7, la reconstruction de la soufflerie nécessitera l'étude et la réalisation d'un système de refroidissement neuf, du fait que la tour aérotherme actuelle n'est pas transférable de par sa vétusté mais surtout par le fait que la technologie de refroidissement, génératrice de problèmes liés à la stagnation d'une grande quantité d'eau (légionellose), même traitée régulièrement à Meudon actuellement depuis longtemps, est interdite sur le centre de Palaiseau. Cette ligne de refroidissement a été pré-étudiée de façon conceptuelle en APS et le résultat est proposé en Annexe 03-02 du présent CCTP. Le principe reste le même qu'actuellement, à savoir la régulation de la température de l'air de la soufflerie en sortie de l'échangeur. Le titulaire pourra s'inspirer de cette étude, cependant il reste responsable du respect des exigences décrites dans le présent chapitre.

8.1.2 Service à exécuter

Le service à exécuter concerne :

- 3.1 A réaliser les études (thermiques, mécaniques, électriques, etc...) du système
- 3.2 A approvisionner tous les matériels
- 3.3 A réaliser les fabrications
- 3.4 A réaliser les conditionnements nécessaires et le transport sur le site de Palaiseau
- 3.5 A réaliser le déchargement, la mise en place et l'assemble de tous les équipements sur le site de Palaiseau
- A réaliser tous les contrôles et essais nécessaires

8.2 EXIGENCES REGLEMENTAIRES SUR LES NIVEAUX DE BRUIT DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR

8.2.1 Réglementation générale relative à la limitation des bruits de voisinage

Le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage modifie le Code de la santé publique, et a été intégré dans ses articles R1336-4 à R1336-13.

Le tableau ci-dessous rappelle les valeurs d'émergence sonore réglementaires, en valeurs spectrales, mentionnées dans l'article R1336-8 du Code de la santé publique :

Émergence [dB] maximale admissible chez les tiers à l'intérieur des habitations	
Sur les bandes d'octave centrées sur 125 Hz et 250 Hz	7 dB
Sur les bandes d'octave centrées sur 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz	5 dB

Aucun terme correctif fonction de la durée cumulée du bruit particulier ne s'applique aux valeurs limites d'émergence spectrales.

Comme le mentionne l'article R1336-6 du Code de la santé publique, le critère d'émergence spectrale ne s'applique qu'à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées.

Selon cet article R1336-6, l'infraction n'est pas constituée lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, **est inférieur à 25 dBA, si la mesure est effectuée à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées, ou à 30 dBA dans les autres cas.**

8.2.2 Niveaux de bruit à ne pas dépasser pour un équipement (GF) du système de refroidissement qui sont en extérieur (hypothèse de 4 GFs)

Groupe froid en toiture et pompes	Niveau de puissance acoustique maximum (à 1m de l'émission du bruit) Lw = 82 dBA dont 87 dB à 63 Hz et 86 dB à 125 Hz
-----------------------------------	--

CI N°3-1 : Le titulaire satisfera les exigences réglementaires imposées aux § 8.2.1 et 8.2.2 concernant les niveaux de bruit pour les équipements positionnés à l'extérieur du local de la soufflerie

8.3 EXIGENCES VIBRATOIRES DES MACHINES A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DU LOCAL TECHNIQUE S3 :

Les exigences vibratoires ont été exprimées au § 6.1.11

La note acoustique de la MOE Bâtiment pourra être fournie à la passation du marché

CI N°3-2 : Le titulaire satisfera les exigences réglementaires imposées au § 8.3 concernant les niveaux de vibrations pour les équipements positionnés à l'extérieur du local de la soufflerie

8.4 RESERVATIONS

Le DAAA a demandé des réservations de passage des tuyauteries et câblages depuis le toit du local de la soufflerie jusque dans le local. Le titulaire devra déboucher les réservations, et les reconstruire tout en assurant l'étanchéité et l'atténuation acoustique et vibratoire, et la gestion des dilatations si nécessaire.

8.5 EXIGENCES DE PERFORMANCES

Les performances à atteindre pour sont les suivantes :

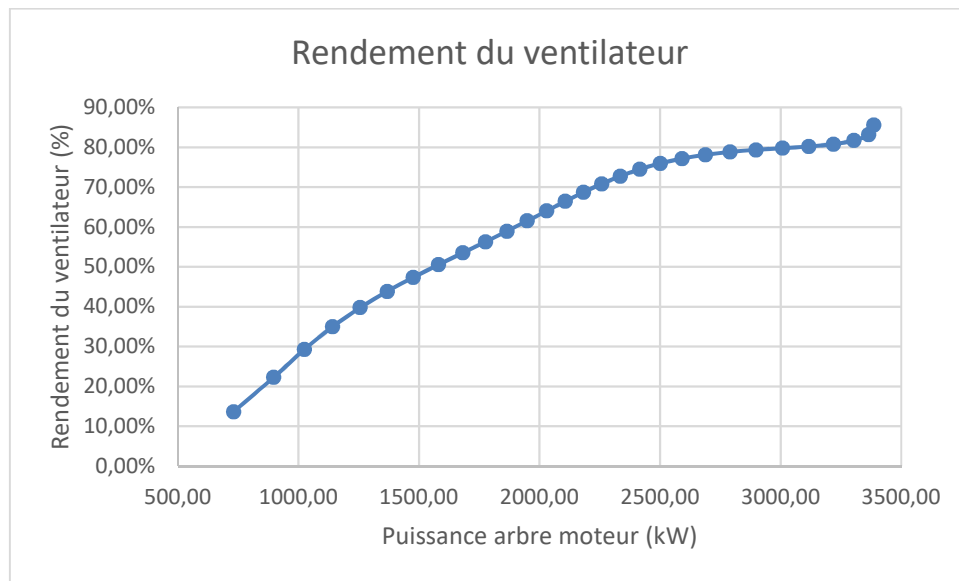
- Précision sur la température génératrice de la soufflerie mesurée en sortie de chambre de tranquillisation: +/-5°C
- Température minimale et maximale de fonctionnement de la soufflerie (côté air) : 10°C et 55°C
- Stabilité de la température : quand le point d'essai de la soufflerie est atteint, la température génératrice de la soufflerie doit être stable à +/- 1°C
- Profil d'atteinte de la température à réguler : le système de régulation doit se rapprocher d'un système du premier ordre
- Temps d'atteinte de la température : le temps de réponse à 95% du système est de 15 minutes, dès lors que le point d'essai de la soufflerie est fixé.
- Puissance thermique maximale et puissance thermique minimale :
 - o La puissance thermique maximale à réguler est de 2700 kW
 - o La puissance thermique minimale à réguler est de 100 kW

CFI N°3-1 : Le titulaire satisfera les exigences de performances du système de refroidissement de la soufflerie

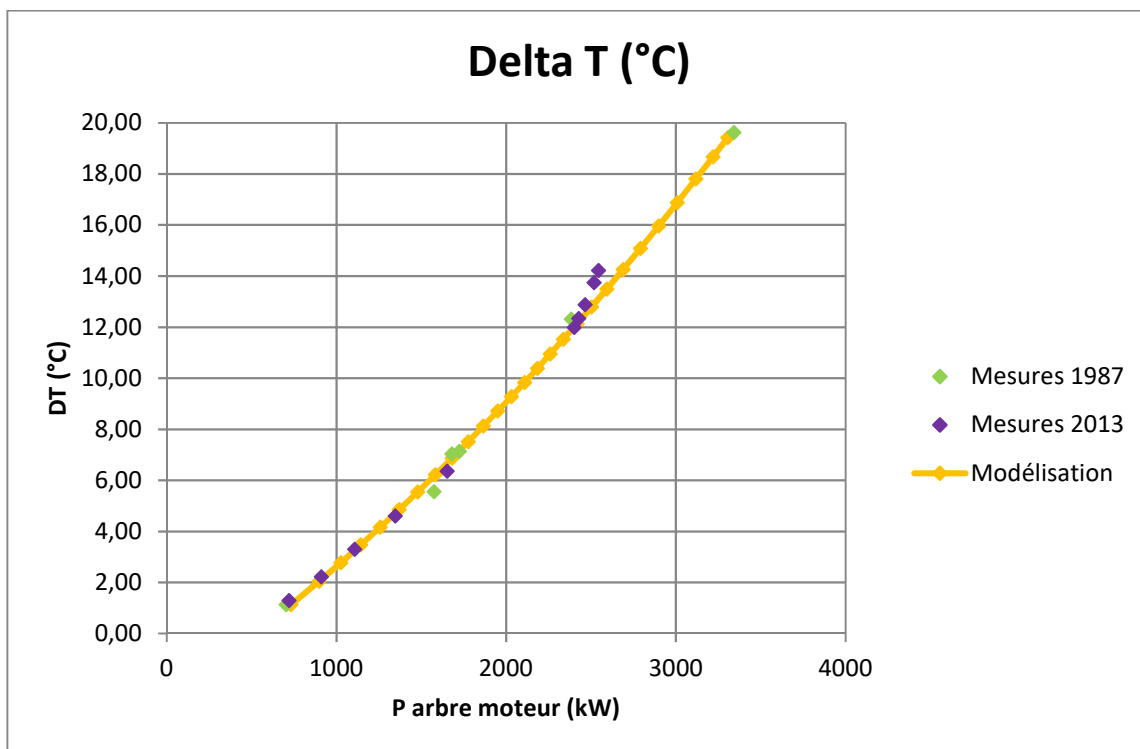
8.6 CARACTERISTIQUES DU VENTILATEUR

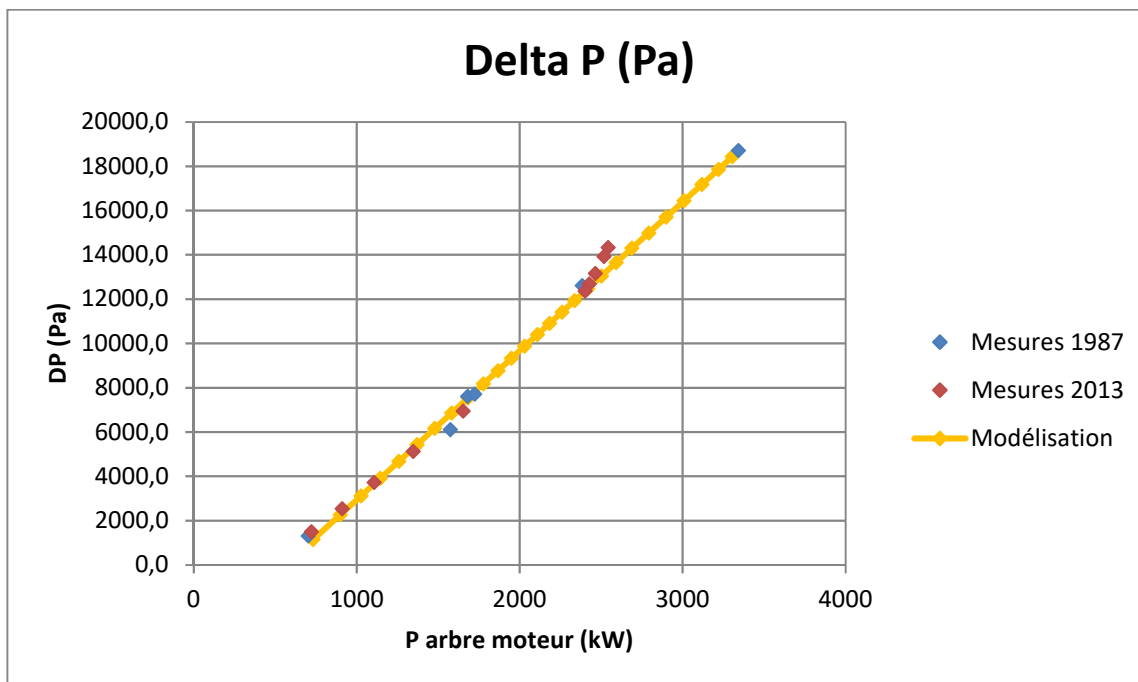
L'ONERA dispose de toute la documentation technique du ventilateur et pourra la fournir à la passation du marché. Une description est donnée en Annexe 02-03. Pour l'étude de la régulation du système de refroidissement, l'ONERA fournit le rendement du ventilateur par rapport à la puissance mécanique à l'arbre moteur :

Propriété de l'ONERA - Reproduction, communication, utilisation même partielles interdites sans accord écrit préalable

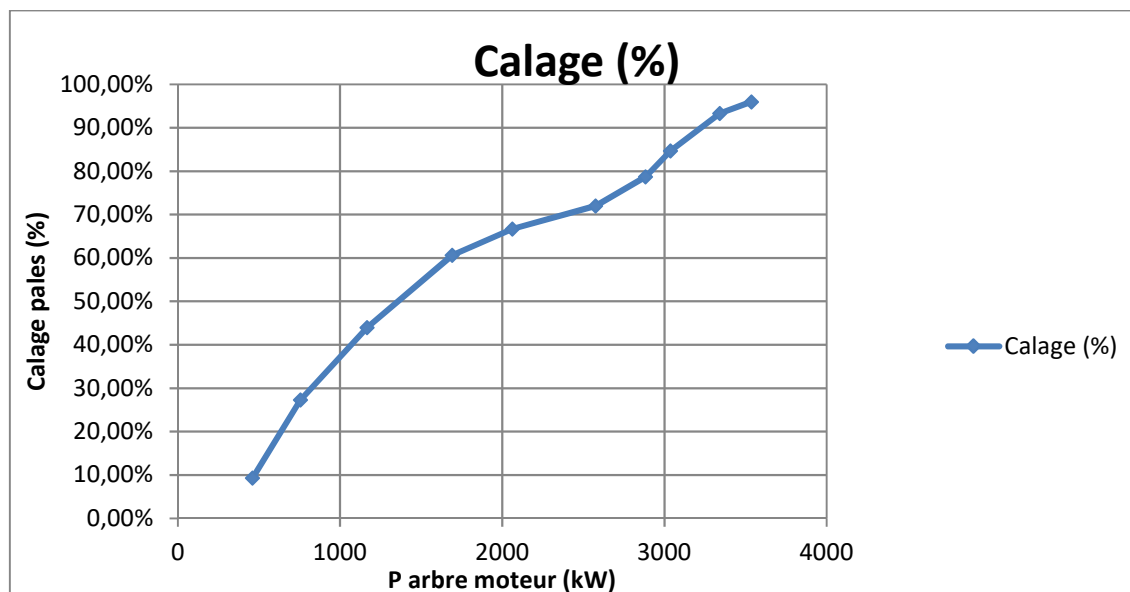


Au passage du ventilateur, la pression et la température de l'écoulement sont réhaussées selon les graphiques suivants :

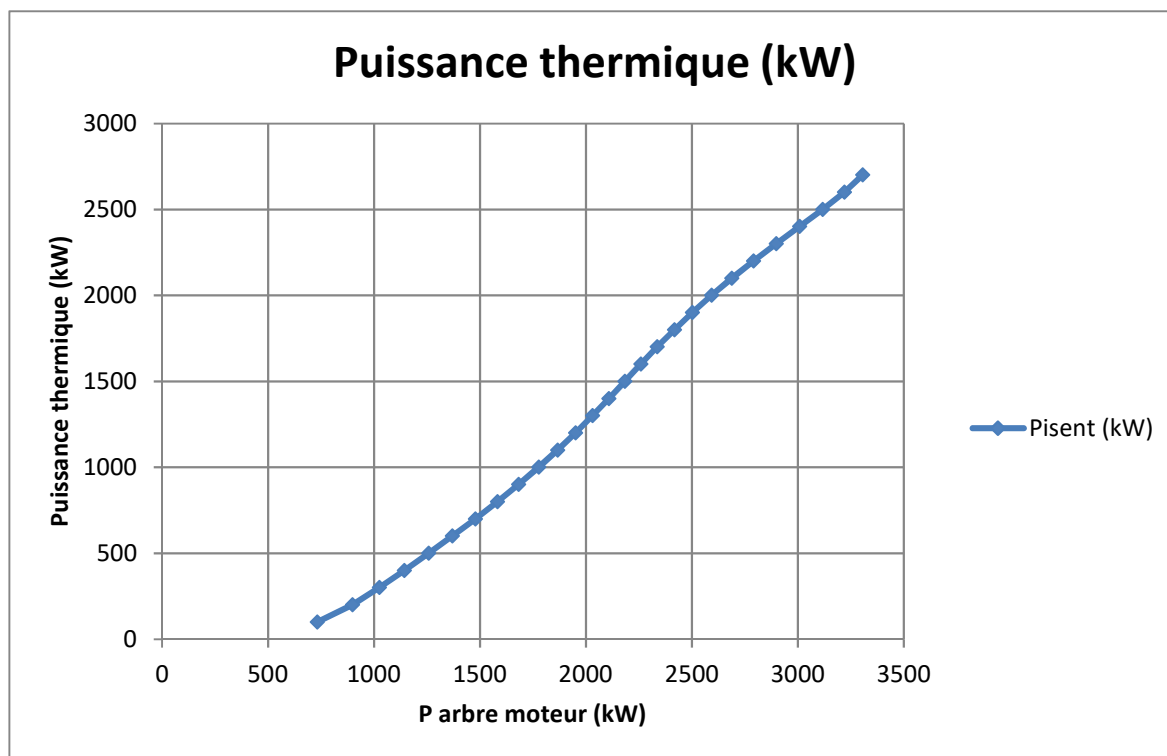




Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la puissance à l'arbre moteur par rapport au calage des pales du ventilateur :



La puissance thermique à évacuer est fonction de la puissance mécanique à l'arbre moteur :



8.7 DESCRIPTION DE L'ECHANGEUR DE LA SOUFFLERIE

L'échangeur de la soufflerie est transféré en l'état comme spécifié au chapitre dédié au poste 2.

L'échangeur de S3 rentre dans la catégorie des échangeurs à courant croisés, à fluides non brassés, et on peut ajouter le type d'échangeur méthodique ou antiméthodique selon le début de l'alimentation de l'eau par rapport à celle de l'air.

L'échangeur est constitué de 4 batteries montées en parallèle. Chacune des batteries comprend 75 tuyaux qui traversent le conduit aérodynamique à l'aller et au retour puisque l'entrée de l'eau et la sortie sont du même côté. Les tuyaux sont un diamètre extérieur de 15,87 mm et une épaisseur de 0,7 mm, soit un diamètre intérieur de 14,47 mm. Le matériau est du laiton.

Les ailettes ont une épaisseur de 0,16 mm et sont rangées dans la batterie avec un pas de 2,8 mm. La longueur totale de l'empilage des ailettes est de 4160 mm,

La surface d'échange des ailettes de refroidissement de l'ensemble des 4 batteries est de 1300m² environ (ailettes + tuyauteries).

La masse totale des ailettes pour une batterie est de 130kg, celle des tuyauteries pour une batterie est de 187 kg. Le plan est fourni en Annexe 02-07.

8.8 PILOTAGE DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT DE LA SOUFFLERIE

La soufflerie produit un flux d'air dont la température doit être contrôlée sur une plage définie (entre 10 et 55°C).

Le refroidissement de l'air se fait via un échangeur thermique alimenté en eau (glycolée selon l'étude APS) dont la température est abaissée par un ou plusieurs (4 dans la préétude conceptuelle par exemple) groupes froids fonctionnant en réseau parallèle.

L'utilisateur de la soufflerie pour utiliser soit le mode automatique du système soit le mode manuel. Pour le mode manuel il pourra agir sur les paramètres qui lui seront proposés (selon l'étude APS, le débit de circulation d'eau glycolée).

Le système conçu dans l'avant projet conceptuel repose sur :

- Un ou plusieurs groupes froids raccordés au circuit de refroidissement en parallèle
- 1 armoire de commande et puissance pour le ou chacun des groupes froids
- 1 armoire de commande principale nommée « groupes froids »
- 1 pompe de circulation d'eau glycolée commandée par un variateur de vitesse (plus une seconde en parallèle en cas de défaillance)
- Une cuve tampon d'appoint en propylène-glycol, son armoire de commande et une pompe de circulation, pour la purge et le remplissage du réseau
- L'instrumentation et les organes de sécurité associés

8.9 **FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT**

L'automate de l'armoire principale « Groupes Froids » doit permettre de contrôler, commander et gérer la mise en marche et l'arrêt des groupes froids suivant différents modes de fonctionnement ainsi que d'assurer la régulation de la température du circuit principal de la soufflerie.

Les utilisateurs pourront choisir le fonctionnement de la régulation en mode automatique (en renseignant la consigne de température) ou en mode manuel depuis le poste de supervision de la salle de mesure.

Les ordres de démarrages et demande d'arrêt du système de refroidissement seront gérés dans l'armoire automate principale « Armoire API S3 » (hors fourniture) de l'installation suivant le déroulement du process de fonctionnement de la soufflerie.

La communication entre les deux automates « API S3 » et API « Groupes Froids » doit permettre d'échanger des commandes et informations qui seront fournies lors de la réunion de démarrage du projet.

Les défauts gérés dans chacune des armoires des groupes froids agissent sur le fonctionnement même de ces derniers. Si un arrêt de l'un des groupes se produit, l'information doit être remontée dans l'armoire principale « API S3 ».

8.9.1 **Mode « ARRET URGENCE »**

L'arrêt d'urgence est activé quand l'un de ces événements se produit :

- Défaillance de la pompe de circulation d'eau glycolée, ne permettant plus d'assurer le débit souhaité.
- Appui sur le bouton d'arrêt d'urgence de l'armoire « Groupes Froids »

Les informations seront remontées sur le poste de supervision de la soufflerie.

8.9.2 **Mode « EN FONCTIONNEMENT »**

L'arrêt normal est activé lorsque la soufflerie passe en arrêt normal. L'information sera envoyée à l'automate de l'armoire « Groupes Froids », qui déclenchera l'arrêt du refroidissement lorsque la température du circuit (TIC1701) passera en dessous des 30°C.

L'arrêt se fera en 2 temps, tout d'abord arrêt (de manière automatique ou par un bouton sur la supervision) des groupes froids, puis après 5 minutes, arrêt de manière automatique de la pompe de circulation d'eau glycolée.

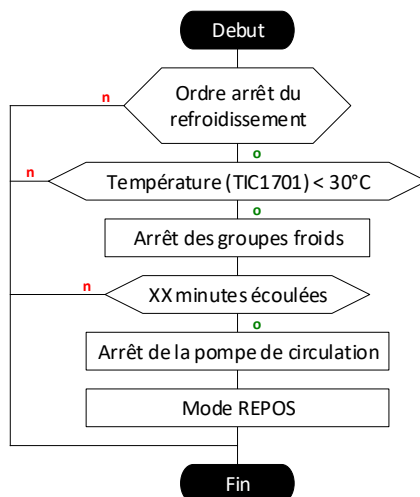


Figure 44 : Organigramme d'arrêt du système de refroidissement

8.9.3 Mode « DEGRADE »

Le mode dégradé doit permettre au système de refroidissement de fonctionner si un ou plusieurs groupes froids sont déclarés ne pas fonctionner ou en défaut. Dans ces conditions, l'information « Mode Dégradé » est remontée sur le poste de supervision de la salle de supervision.

Dans cet état, plusieurs situations peuvent se produire :

- La soufflerie fonctionne à un niveau de puissance qui se situe en dessous de celui du système de refroidissement avec un ou plusieurs GF en moins. Dans ce cas, les modes automatiques et manuel sont toujours actifs
- La soufflerie fonctionne à un niveau de puissance supérieur à celui du système de refroidissement, deux cas sont alors contrôlés et gérés dans l'automate « AP_S3 » :
 - o Le niveau « Alarme température » est atteint, il est signalé à l'utilisateur qui peut arrêter « proprement » la soufflerie.
 - o Le niveau « Défaut température » est atteint, à ce moment l'automate « AP_S3 » arrête immédiatement le moteur de la soufflerie, l'arrêt est transmis à l'automate « Groupes froids » qui va procéder à l'arrêt normal du circuit de refroidissement.

8.9.4 Mode « REPOS »

Le mode repos est un état dans lequel tous les équipements du système de refroidissement sont sous tension mais inactifs. Il intervient soit après un arrêt normal, soit après le mode maintenance.

8.9.5 Mode « MAINTENANCE »

Le mode maintenance permet de mettre en sécurité le système avant toute intervention sur un des équipements. Deux modes de maintenance sont à considérer :

- Celui qui ne permet pas de faire fonctionner la soufflerie, par exemple une maintenance sur la pompe de circulation
- Celui qui permet de faire fonctionner la soufflerie : par exemple si une intervention sur l'un des GF est prévue cela ne doit pas interdire le fonctionnement de la soufflerie en utilisant les autres GF.

Ce second mode de maintenance est comparable au mode dégradé, à la différence que le GF en maintenance est complètement à l'arrêt et plus sous tension.

Le mode maintenance permet, à partir de l'état de repos, de mettre hors tension un équipement.

8.9.6 Mode « REMPLISSAGE / VIDANGE »

Ce mode permet de remplir et de vider le circuit en eau glycolée. A partir de l'état repos, il permet de mettre les équipements du circuit dans une configuration (à définir) pour :

- Connecter une tuyauterie provenant d'un camion pour remplir la cuve,
- Remplir le circuit à partir de la cuve.
- Permettre de purger le circuit complètement par la cuve et évacuer toute l'eau glycolée.

8.9.7 Autres modes de pilotage

Le titulaire pourra proposer d'autres modes de pilotage s'il le juge pertinent, d'après sa bonne compréhension du fonctionnement de la soufflerie.

8.9.8 Résumé des spécifications pour le pilotage

CFS N°3-1 : Le titulaire réalisera les modes de pilotages proposés au §8.9. Les modes de pilotages présentés seront définis, programmés et câblés par le titulaire

CA N°3-1 : Le titulaire peut proposer d'autres modes de pilotage s'il le juge nécessaire. Dans ce cas, il réalisera les vues de supervision adaptées à ces modes.

8.10 CONTROLE COMMANDE

8.10.1 Contrôle commande Bac d'eau glycolée

Le Titulaire fournira un rack d'entrées/sortie dédié au contrôle commande du bac d'eau glycolée.

Ce rack d'E/S déportées est installé dans l'armoire de pilotage liée à la gestion du bac d'eau glycolée. Il gère tous les équipements liés à la gestion du bac, soit :

- La pompe de 5kW alimentée en 400V triphasé ;
- Les capteurs de niveau TOR et ANA, etc.

Sur ce rack d'E/S déportées est également monté le départ moteur de la pompe du bac d'eau glycolée. Ce rack d'E/S doit gérer au minimum 15 E/S (y compris les 20% de réserve), soit :

- 5 ETOR ;
- 3 STOR ;
- 3 EANA ;
- 0 SANA ;
- 2 ESECU ;
- 2 SSECU ;
- 1 Départ « moteur » (sans réserve).

Ce rack d'E/S communique avec l'API de la soufflerie S3 (poste 4) via un module d'interface IM 155-6 PN ST monté sur le rack.

Nota : pour des raisons de sécurité, un arrêt d'urgence et un voyant sous tension sont à prévoir sur cette nouvelle armoire.

CFS N°3-2 : Le titulaire réalisera la conception et l'implantation de cette nouvelle armoire. Sa localisation sera définie pendant les études.

8.10.2 Contrôle commande des groupes froids

Le Titulaire fournira un rack d'entrées/sortie dédié au contrôle commande des groupes froids.

Ce rack d'E/S déportées est installé dans l'armoire de pilotage « GROUPES FROIDS » du nouveau système de refroidissement qui peut être installé soit sur le toit du bâtiment de la soufflerie, soit à l'intérieur du local de la soufflerie. Il gère tous les équipements en lien avec le système de refroidissement, soit :

- Le/Les groupes froids. Ces groupes sont autonomes et possèdent chacun leur propre C/C et leur IHM. Ce rack sert d'interface pour piloter et surveiller à distance les quatre groupes ;
- L'unité de distribution équipé de :
 - o Deux pompes de 40kW pilotées chacune par un variateur de vitesse. Ces pompes sont alimentées en 400V triphasé ;
 - o De capteurs de pression, de débit, etc.

Le rack d'entrées/sorties doit gérer au minimum 55 E/S (y compris les 20% de réserve), soit :

- 29 ETOR ;
- 15 STOR ;
- 4 EANA ;
- 3 SANA ;
- 2 ESECU ;
- 2 SSECU.

Ce rack d'E/S communique avec l'API de la soufflerie S3 (poste 4) via un module d'interface IM 155-6 PN ST monté sur le rack.

Nota 1 : au niveau du toit, il y a également une sonde de température (TIC1702) montée sur le nouveau circuit de refroidissement qui est directement connectée sur les groupes « froid » (pas d'E/S déportées).

CFS N°3-3 : Le titulaire réalisera la conception et l'implantation de cette nouvelle armoire. Sa localisation sera définie pendant les études.

CA N°3-2 : Ces deux nouvelles armoires pourront être regroupées en une seule si le titulaire juge cette proposition intéressante.

8.11 REGULATION DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT

La régulation de température du circuit de refroidissement est réalisée dans l'automate « Groupes Froids ». Elle devra ajuster la vitesse de rotation de la pompe et/ou les paramètres des groupes froids pour contrôler la température en sortie échangeur de la soufflerie en tenant compte des points suivants :

- S'il y a plusieurs groupes froids, ils doivent fonctionner en même temps Le mode staging (mise en fonctionnement des GF les uns après les autres) est à exclure car cela induirait des variations de température lors du fonctionnement de la soufflerie.
- Une pompe de circulation commandée par un variateur (VSD) permet de réguler le débit d'eau. Une deuxième pompe montée en parallèle doit être actionnée en cas de défaillance de la première pompe. Le variateur VSD peut ne pas être nécessaire selon l'étude du titulaire.
- Mise en place d'un mode « Automatique » sélectionnable depuis le poste de supervision de la salle de mesure. Ce mode va permettre aux utilisateurs de renseigner la consigne de température à réguler du circuit. La mise en marche de la régulation étant soumise au fonctionnement de la soufflerie, c'est l'automate principal qui enverra l'ordre de marche et arrêt de la mise en marche de la régulation.
- Un mode de fonctionnement « MANUEL » sélectionnable depuis le poste de supervision de la salle de mesure permettant aux utilisateurs d'agir directement sur les paramètres du système de refroidissement (variateur et/ou paramètres des groupes froids).

La pré-étude APS conceptuelle s'est basée sur la fiche technique d'un groupe froid particulier (fiche technique fournie en Annexe 03-02). Le groupe sélectionné a la particularité de devoir fonctionner à un débit minimum en dessous duquel la régulation n'est plus assurée. En conséquence, il a été ajouté dans l'étude une fonction de by pass du débit d'eau qui permet d'alimenter les GF au débit minimum quand la soufflerie ne consomme pas trop de puissance thermique. Si l'analyse du titulaire montre que le choix final du GF permet de ne plus by passer l'échangeur de la soufflerie, le schéma PID (et donc l'étude) devra être ré étudié. Et en conséquence l'étude la régulation devra être adaptée à ce nouveau choix.

CA N°3-3 : Selon le choix final du GF par le titulaire, ce dernier devra adapter l'étude de la régulation, notamment sur la fonction de by pass

8.11.3 Sécurité

Deux types de défauts sont à considérer :

- Les premiers concernent le fonctionnement interne des groupes froids et de la cuve propylène-glycol qui sont gérés dans leurs propres armoires.
- Les informations de défaut voire d'arrêt d'un de ces éléments doivent être remontées aux utilisateurs via le poste de supervision de la salle de mesure qui prendront la décision de démarrer ou d'arrêter la soufflerie.
- Le deuxième type de défaut concerne la gestion de la température de la soufflerie, l'automate principal contrôlera cette température. Si un premier niveau d'alarme « Alarme Ti » est atteint une alarme le signalera aux utilisateurs qui gèreront le fonctionnement de l'installation. Par contre si le niveau 2 « Défaut Ti » apparaît, l'automate principal provoquera l'arrêt immédiat du moteur de la soufflerie.

8.12 SUPERVISION DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT

Un pupitre de supervision tactile sera intégré sur la face avant de l'armoire « Groupes Froids ». Les synoptiques devront permettre de :

- Visualiser le circuit de refroidissement,
- Visualiser et commander les modes de fonctionnement,
- Visualiser les alarmes et défauts en provenance des armoires des GF

Le poste de supervision situé dans la salle de mesure est du ressort de l'ONERA

CFS N°3-4 : Le titulaire réalisera les vues de supervision conformément aux spécifications du § 8.12

8.13 CARACTERISTIQUES DU FLUIDE THERMIQUE

L'étude conceptuelle a abouti sur l'utilisation d'eau glycolée. Si le titulaire confirme ce choix, les caractéristiques de ce fluide sont les suivantes :

- Nature du fluide : Propylène glycol ;
- Concentration : 30% massique (29,4% vol) ;
- Masse volumique : 1026 kg/m³ ;
- Viscosité : 2,53 cP ;
- Chaleur spécifique : 0,926 kcal/kg.°C ;
- Conductivité thermique : 0,3904 kcal/h.m².°C ;
- Plage température : 20 à 30 °C ;
- Température minimale du site : -10°C (point de congélation du fluide = -12,7°C).

Le choix du fluide frigorigène (interne aux groupes froids) est à la charge du Titulaire : Ce fluide devra respecter les contraintes de compatibilité chimique avec le fluide froid en circulation de la boucle de refroidissement ainsi que présenter un indice GWP minimal (« fluide vert »).

CA N°3-4 : le fluide de refroidissement proposé a les caractéristiques proposées au § 8.13. Le titulaire pourra proposer un autre type de fluide selon le choix des groupes froids.

8.14 COMPOSANTS DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT ET SPECIFICATIONS

L'étude conceptuelle réalisée en interne propose certains équipements. Selon les résultats de l'étude du titulaire, ces équipements seront confirmés ou infirmés. S'ils sont confirmés, les spécifications générales dans les paragraphes suivants sont souhaitées.

8.14.1 Bac d'eau glycolée

8.14.1.1 Description du bac

Le bac sert :

- A stocker le volume de fluide thermique nécessaire à la boucle de refroidissement ($\sim 8 - 9 \text{ m}^3$) ;
- A réaliser les appoints dus aux pertes (volume résiduel après remplissage de la boucle $\sim 3 - 4 \text{ m}^3$) ;
- A recueillir le fluide thermique lors de vidanges partielles ou totales de la boucle de refroidissement.
- Tous les détails techniques du bac sont présentés dans le document (instrumentation, matériaux, dimensions, etc...).

Le Titulaire pourra proposer d'autres configurations ou technologies tant que les spécifications sont respectées et que l'ONERA donne son accord.

8.14.1.2 Implantation

Il sera implanté dans le local de la soufflerie, posé sur une dalle du sol de la pièce.

La température minimale considérée dans le bâtiment est de 15°C.

8.14.1.3 Matériaux

Le titulaire proposera un matériau adapté au type de cuve à double enveloppe et au fluide stockée, et aussi en fonction de la charge surfacique au sol imposée par le bâtiment.

8.14.1.4 Dimensions

Le bac ne devra pas dépasser 2800 mm de diamètre en comptant la double enveloppe et 2700 mm de haut. Il sera muni d'oreilles de fixation pour pouvoir le manutentionner, pour des questions d'encombrement du local

8.14.1.5 Calorifugeage/Traçage/Chauffage

Aucun traçage, ni réchauffage du fluide n'est prévu dans le bac.

8.14.1.6 Finitions

Les finitions sont détaillées dans le document

8.14.1.7 Maintenance

Le bac devra être muni d'une passerelle avec rambarde pour accéder aux vannes et aux instruments sur son toit. Cette plateforme peut être soit autoportante sur le bac soit être fournie avec ses supports et pieds de structure

Toutes les équipements/fournitures sur le bac doivent être accessibles et démontables

8.14.1.8 Durée de vie des équipements

Le bac doit être dimensionné pour une durée de vie de 30 ans

8.14.1.9 Autres spécifications requises

8.14.1.9.1 Fuites

Le bac sera fourni avec une double enveloppe, permettant une rétention de produit en cas de fuite sur la virole interne du bac

8.14.1.9.2 Redondance et opérabilité

Un seul bac d'un volume utile correspondant au volume nécessaire au fonctionnement et aux opérations de maintenance sera implanté.

CFS N°3-5 : Si le Bac d'eau glycolé est confirmé, il devra respecter au mieux les spécifications du §8.14.1 Il fournira un bac de fluide thermique comprenant un volume utile légèrement supérieur au volume total du réseau d'eau glycolée.

8.14.2 Pompes 700 A/B (PID)

8.14.2.1 Description des pompes 700 A/B

La soufflerie fonctionne en discontinu : les essais sont réalisés dans les plages ouvrables de travail. Durant ces essais, les groupes froids et donc les pompes de circulation P700/A/B fonctionneront en continu pendant la durée de l'essai : Elles seront arrêtées le soir pour un redémarrage éventuel le lendemain.

Les pompes ont une capacité de $2 * 100\%$ du débit : une sera en fonctionnement et une en attente. Un système de permutation automatique (en cas de défaut) d'une pompe sera programmé pour s'assurer d'un fonctionnement continu sans arrêt de la soufflerie, et une manœuvre manuelle pour un fonctionnement alternatif des deux pompes au cours du temps, afin d'égaliser les temps de fonctionnement des deux machines. Un compteur présent sur chaque pompe permettra de visualiser le temps de fonctionnement.

Les pompes peuvent être équipées chacune d'un variateur externe de vitesse afin de réguler le débit de circulation de la boucle. La plage de variation sera définie par le titulaire.

8.14.2.2 Contenu de la fourniture des pompes

Les pompes seront livrées en groupe moto-pompes complet comprenant :

- La pompe centrifuge avec sa garniture mécanique ;
- L'accouplement au moteur (avec sa protection d'accouplement) ;
- Le moteur ;
- Le variateur éventuellement.
- Un socle du groupe moto-pompe ;
- Les instruments et capteurs de sécurité incus dans l'ensemble (température moteur, capteur vibration...) ;
- Des pots antivibratoires ou autres ;

- La fixation des divers équipements (moteur, pompe...) sur le socle.

Tous les détails techniques des pompes sont présentés dans les documents.

Le Titulaire pourra proposer d'autres configurations ou technologies tant que les spécifications sont respectées.

8.14.2.3 Implantation des pompes 700 A/B

Les pompes 700 A/B seront implantées à l'extérieur sur le toit du bâtiment S3. Le sol du toit est à environ 9.5m du sol du RdC où sera implantée la cuve tampon.

8.14.2.4 Performances des pompes 700 A/B

Le débit des pompes sera au minimum de 150 m³/h et le débit nominal devra être de 311 m³/h.

Le titulaire déterminera le delta de pression nécessaire au bon fonctionnement de la machine, en fonction de leur implantation.

8.14.2.5 Redondance et opérabilité

Les pompes de circulation P700 A/B possèdent une redondance totale et sont installées en parallèles sur le toit du bâtiment.

CFS N°3-6 : Le titulaire fournira deux pompes 700 A/B dont les spécifications sont définies au § 8.14.2.

8.14.3 Description de la pompe 701

La pompe de remplissage P701 du circuit en fluide thermique fonctionne très rarement, elle sera utilisée :

- Au remplissage initial du circuit ;
- Pour des compléments de fluide thermique (fuites, pertes) ou un remplissage après une vidange partielle ou totale des circuits pour cause de maintenance ;
- En cas de problème sur la bache, la pompe P701 peut être utilisée pour vidanger la bache vers un réceptacle mobile (cuve mobile ou camion).

Note : la vidange des circuits de la boucle dans la bache ne nécessite pas l'utilisation de la pompe P701 : la vidange partielle ou totale du circuit de refroidissement s'effectue gravitairement dans la bache de fluide thermique.

Le pompe P701 ne possède pas de variateur externe de vitesse afin de réguler le débit de remplissage : elle fonctionne en « tout » ou « rien » donnant 100% de son débit maximal.

8.14.3.1 Implantation de la pompe 701

La pompe 701 est implantée dans le même local que la soufflerie.

8.14.3.2 Performance de la pompe de remplissage 701

Le débit nominal de la pompe doit être de 3m³/h

8.14.3.3 Matériaux

Les pompes seront en acier inoxydable 304L.

8.14.3.4 Vibrations et bruit

Le titulaire prendra en compte les exigences décrites au §8.4 et 8.5 sur les niveaux de bruit et de vibrations à ne pas dépasser.

8.14.3.5 Calorifugeage/Traçage

Aucun traçage de la pompe n'est requis, car le Fluide thermique possède un point de congélation inférieur à la température minimale du site.

Le Titulaire devra tenir compte de la viscosité maximale que peut avoir le fluide thermique en cas de démarrage de l'installation en hiver. En cas de difficulté, le Titulaire indiquera une recommandation pour un démarrage hivernal (circulation minimale maintenue en hiver, réchauffage fluide nécessaire...). Les pompes (corps de pompe) ne seront pas calorifugées en « conservation de froid ».

8.14.3.6 Finitions

Le groupe moto-pompe sera pourvu d'un socle de pompe en acier standard peint d'une hauteur minimum de 100 mm (suivant standards Titulaire) : La finition (sablage, couches de peinture et épaisseur) et la couleur (RAL) de ce socle seront fonction des « standards » du Titulaire sauf spécifications particulières de l'ONERA. Ce socle possédera des fixations permettant aux groupes d'être spittés au sol.

Les finitions des pompes sont définies dans les documents.

8.14.4 Maintenance

Tous les équipements de mesure (températures, mesures de vibration...) doivent être accessibles et démontables, tout comme les surveillances liées à la sécurité (capteurs spécifiques).

L'accès aux machines devra être le plus aisé possible, et dans la mesure du possible éviter les accès en hauteur

8.14.4.1 Durée de vie des équipements

Les pompes doivent être dimensionnées pour une durée de vie de 30 ans en prenant l'hypothèse d'un fonctionnement de l'ordre de 500 h/an (fonctionnement maximum de 8000 h/an).

8.14.4.2 Autres spécifications requises

8.14.4.2.1 Redondance et opérabilité

La pompe de remplissage P701 n'a pas de redondance.

CFS N°3-7 : Le titulaire fournira une pompe 701 dont les spécifications sont définies au § 8.14.3.

8.14.5 Groupes froids

8.14.5.1 Spécifications générales des groupes froids

L'installation globale pourra comprendre pour chaque groupe froid les ensembles suivants :

- Un système de compression et de détente ;
- Des compresseurs ;
- Des condenseurs et évaporateurs ;
- Des ventilateurs assurant le fonctionnement des condenseurs à air ;
- L'ensemble des moteurs ;

- Les vannes (ON/OFF, de régulation ou vannes manuelles) et les instruments nécessaires au fonctionnement du groupe ;
- L'ensemble des capacités et équipements nécessaires au fonctionnement du groupe : ballons stockage et ballons récupérateurs, séparateurs, filtres, échangeurs et pompes des circuits d'injection d'huile et du circuit de refroidissement d'huile refroidissement de l'échangeur d'huile (cf. note) ;
- Une armoire électrique et d'automatisme ;
- Un panneau local d'automatisme (IHM) permettant localement l'arrêt, le démarrage et la régulation des groupes froids.
- Le Titulaire proposera un équipement utilisant un condenseur à air.

CA N°3-5 : Le titulaire pourra proposer d'autres configurations ou technologies dans le respect des exigences fonctionnelles

8.14.5.2 Conditions de fonctionnement

La soufflerie fonctionne en discontinu, les essais sont réalisés dans les plages ouvrables de travail. Durant ces essais, les groupes froids fonctionneront en continu pendant la durée de l'essai. Les groupes froids seront arrêtés le soir et redémarrés le lendemain matin en fonction ou non d'essais programmés.

8.14.5.3 Implantation

Les groupes froids seront installés en extérieur, en toiture du bâtiment Est.

8.14.5.4 Performance de l'ensemble des groupes froids

• Puissance Frigo Design	• 3000 kW (1)
• Débit de circulation de Propylène glycol	• 290 m3/h (1)
• Température maxi entrée groupe frigorifique	• 30°C
• Température sortie groupe frigorifique	• 20°C
• Répartition des charges à satisfaire	• Voir tableau ci-dessous
• Over design à considérer	• 5% sur la puissance frigo et 10% sur le débit de circulation

Note (1) : sans marge.

La charge thermique sera variable en fonction des utilisations (0 à 100%). Le compresseur devra pouvoir être mis en recirculation et/ou en arrêt lorsque la charge thermique devient nulle.

Le groupe froid doit avoir une position de repli en cas d'absence de demande des consommateurs.

Le débit d'eau glycolée de la boucle de refroidissement est régulé suivant la demande thermique des utilisateurs, mais un débit minimum pourra être maintenu soit par exigence techniques des groupes froids choisis, soit en considérant le débit hydraulique minimal des pompes de circulation.

Si la solution technique retenue contient un certain nombre de groupes froids, chacun d'entre eux doit être dimensionné pour que l'ensemble satisfasse à la demande totale. En d'autres termes, les groupes froids seront identiques.

Tableau thermique des cas

CAS	Puissance frigo (KW) - % charge	Température condenseur (entrée/sortie) °C	Débit boucle refroidissement (m³/h)
1	3000 - 100%	30 / 20 (suivant étude conceptuelle)	350
2	250 - 7%	21 / 20 (suivant étude conceptuelle)	160

Note (2) : Afin de satisfaire les exigences thermiques, il est envisagé dans les premières pré-études conceptuelles, l'installation de 4 GF en parallèle : le nombre et la puissance de chaque unité dépendent des équipements standards du Titulaire.

8.14.5.5 Circulation contre le gel

Le titulaire étudiera la nécessité de faire circuler de l'eau glycolée à un certain débit s'il considère un risque de gel des canalisations.

CFS N°3-8 : Le titulaire devra satisfaire les spécifications fonctionnelles pour les groupes froids, fournies au § 8.14.5.4.

8.14.5.6 Matériels de l'installation**8.14.5.6.1 Autres fluides de l'installation**

- Huile : L'huile nécessaire à la lubrification, mais également, à l'étanchéité et au refroidissement des pièces d'usures (chemises, cylindres, paliers, accouplements...) ;
- Fluide de refroidissement de l'échangeur d'huile (en cas de nécessité de la boucle de refroidissement) ;
- Azote si nécessaire pour inerte le groupe en cas de maintenance et purge des équipements, si le fluide frigorigène est inflammable.

8.14.5.6.2 Calorifugeage/Traçage

Les équipements et tuyauteries des groupes froids seront calorifugés en « conservation de froid » afin de limiter les pertes thermiques (frigories).

8.14.5.6.3 Finitions

Les Groupes froids sont composés de parties soudées et des tôleries comme :

- La charpente / structure du groupe froid ;
- Les murs et parois ;
- Les panneaux d'habillages.
- La finition (sablage, couches de peintures et épaisseur) et la couleur (RAL) de ce socle sera fonction des « standards » du Titulaire sauf spécifications particulières de l'ONERA.

Ces unités posséderont des fixations permettant aux groupes d'être spittées ou fixés au sol.

8.14.5.6.4 Maintenance

Le groupe froid devra prendre en compte la maintenance la plus aisée possible sur les équipements nécessitant un entretien régulier et/ou un changement standard comme :

- L'accessibilité des motorisations (compresseur...) ;

- L'accessibilité aux éléments nécessitant des contrôles et opérations (résistance chauffante démontable, corps du compresseur/ventilateur...) ;
- Des capteurs et instruments, des vannes, des branchements électriques ;
- Les capteurs spécifiques de surveillance liés à la sécurité.

Tous les équipements de mesure (températures, pression, débit...) doivent être accessibles et démontables, tout comme les surveillances liées à la sécurité (capteurs spécifiques). Les accès doivent être ergonomiques et la maintenance doit pouvoir s'effectuer dans des conditions normales d'ergonomie.

Il appartient au Titulaire de prévoir les systèmes d'accès aux équipements (passerelle, plateforme, échelle...).

8.14.5.6.5 Durée de vie des équipements

Les groupes froids doivent être dimensionnés pour une durée de vie de 30 ans en prenant l'hypothèse d'un fonctionnement maximum de 1000 h/an.

CFI N°3-9 : Le titulaire devra satisfaire les exigences définies au § 8.14.5.6.

8.14.5.6.6 Redondance

Aucune redondance sur chaque entité composant le groupe froid. Aucun équipement ne sera doublé dans chaque unités (compresseur, filtres...).

Cependant, le Titulaire pourra proposer le doublement d'équipements mécaniques ainsi que de tout autre équipement qui, **suivant son expérience**, peut nécessiter une maintenance ou une défectuosité/immobilisation prolongée. Ce concept s'applique également pour les vannes et instrumentation.

Cette redondance sera chiffrée en option par rapport au coût de base standard du même groupe froid.

PSE N°3-1 : Le titulaire pourra proposer une redondance

8.14.6 Tuyauteries du circuit de refroidissement

8.14.6.1 Caractéristiques des tuyauteries

L'étude conceptuelle présente le besoin dimensionnant à prendre en compte pour la tuyauterie du circuit de refroidissement dans le tableau ci-dessous :

Système	DN	Pression opératoire maximale (bar)	Température opératoire maximale (°C)	Référence PID
EG/EGR	50	0,3	40	11-700
EG/EGR	50	1	40	11-700
EG/EGR	50	4	40	11-700
EG/EGR	80	4	40	11-700
EG/EGR	150	3,3	40	11-700
EG/EGR	250	3,3	40	11-700

Les données sont issues du document de l'Annexe 03-01

Il est à noter que l'épaisseur est à l'appréciation du Titulaire.

8.14.6.2 Métré prévisionnel des tuyauteries

D'après les PID disponibles, un prévisionnel des mètres et coudes des tuyauteries en fonction de leur DN a été établi :

DN	Longueur (m)	Nombre coudes
50	55	12
80	3	1
150	5	2
250	110	23

8.14.6.3 Métallurgie

Les tuyauteries seront en acier inoxydable 304L.

Toutes les autres parties sont à définir par le Titulaire (y compris les joints).

8.14.6.4 Calorifugeage

Les lignes concernées par l'eau glycolée « froide » seront calorifugées en « conservation du froid ».

L'épaisseur et la nature de calorifuge à installer seront à la charge du Titulaire.

8.14.6.5 Supportage des tuyauteries

La définition, le dimensionnement et la fourniture des supports de tuyauterie du présent marché sont à la charge du Titulaire.

CFS N°3-7 : Le titulaire devra satisfaire les exigences sur les tuyauteries d'alimentation en eau de l'échangeur de la soufflerie définies au § 8.14.6

8.14.7 L'Armoire de commande principale « Groupes Froids »

Cette armoire va permettre de commander contrôler et gérer le fonctionnement du système de refroidissement elle contiendra :

- Un automate programmable de marque SIEMENS ou équivalent pour :
 - o Lecture des capteurs de température (air soufflerie, départ / retour eau)
 - o Conduite du variateur de la / des ? pompe(s) (régulation)
 - o Gestion du/des groupes froids
 - o Traitement des alarmes
 - o Un rack d'E/S pour utiliser les éléments de la partie opérative du système de refroidissement
- Une communication supervisée en liaison notamment avec l'automate principal de la soufflerie et le poste de supervision fig. 24
- Une interface opérateur via un écran tactile

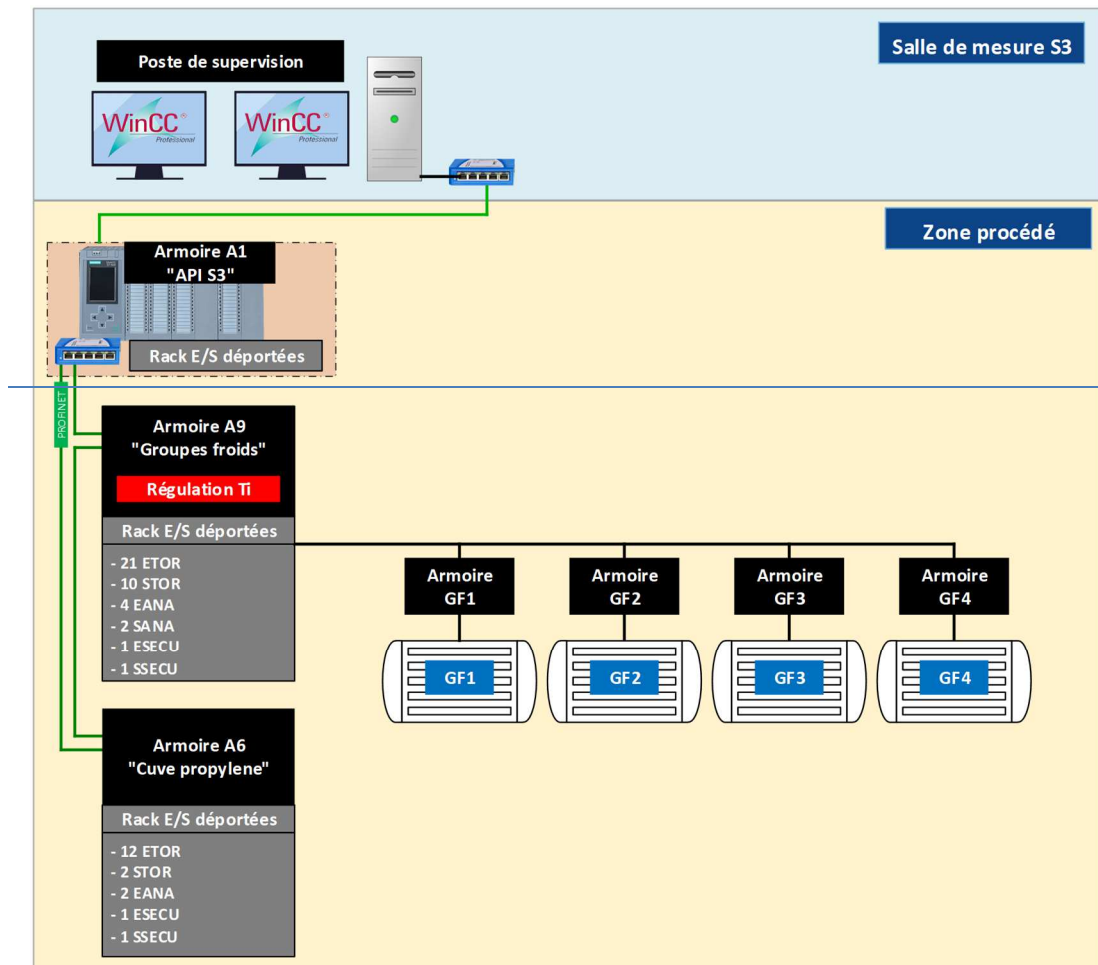


Figure 45 : Architecture du contrôle commande des Groupes froids

8.15 FOURNITURES/EQUIPEMENTS

8.15.1 Equipements/matériels assurés par le Titulaire

Le Titulaire devra assurer la fourniture des équipements neufs suivants :

Item	Type	PID	UNITE
P701	Pompe PEG	11-700	S3
T701	Cuve	11-700	S3
GF 700	Groupes froids	11-700	S3
P700 A/B	Pompes	11-700	S3
B700	Pot d'expansion atmosphérique	11-700	S3

8.15.2 Instrumentation

Le Titulaire devra étudier l'implantation des capteurs de pression, niveau etc... qui seront présents sur la tuyauterie. Il devra également la fourniture des instruments et vannes (automatiques ou manuelles) composant l'ensemble de la tuyauterie composant le circuit de refroidissement.

Le type, la technologie, le nombre, la localisation et le fabricant des capteurs seront proposés par le Titulaire.

8.15.3 Vannes

Le type, la technologie, le nombre, la localisation et le fabricant des vannes seront proposés par le Titulaire.

Les vannes ON/OFF et de régulation seront alimentées par de l'air comprimé ayant les caractéristiques suivantes (à confirmer par l'ONERA) :

- point de rosée : -80°C ;
- déshuilé ;
- pression : 8 b.g.

Le raccordement pneumatique des vannes sera réalisé par le titulaire au réseau d'air comprimé dont l'alimentation en air est à la charge de l'ONERA.

CFS N°3-11 : Le titulaire étudiera, fournira et installera les équipements définis aux § 8.15.2 (capteurs) et 8.15.3 (Vannes), ainsi que la clarinette de distribution en air comprimé.

8.15.4 Equipements/matériels assurés par l'ONERA

L'échangeur HE700 sur le PID fourni est celui de la soufflerie actuelle. Comme précisé dans les chapitres précédents, le Titulaire le transfère et le réinstalle dans la nouvelle chambre de tranquillisation. Les batteries ont une liaison avec les tuyauteries de refroidissement de type collier de serrage. Les photos ci-dessous présentent la marque actuellement utilisée :



Figure 46 : Photo du système de bridage entre les tuyauteries de refroidissement et les batteries de l'échangeur

CFS N°3-12 : Le titulaire étudiera et réalisera les nouvelles liaisons avec la nouvelle tuyauterie de refroidissement.

Par ailleurs, ces batteries ont une pression d'utilisation de 2.5 bar absolus pour une pression d'épreuve de 4 bar absolus. Ces valeurs concernent la pression d'eau de refroidissement à l'intérieur des tubes en laiton ainsi que dans le collecteur. Avec la nouvelle implantation des circuits d'eau et des groupes froids + la pompe de circulation en toiture, il est demandé au titulaire d'étudier la nouvelle pression d'utilisation des batteries d'échangeur et de réaliser un calcul de vérification de tenue mécanique.

CFS N°3-13 : Le titulaire définira la nouvelle pression d'utilisation des batteries d'échangeur et réalisera une note de calcul de vérification de ces batteries à la nouvelle pression si cette dernière était supérieure à l'actuelle.

8.15.5 Limites de prestation pour les Pompes

Les prestations s'appliquent uniquement aux pompes P 700 A/B et à la pompe P 701 présentes dans le PID olio 11_700.

8.15.6 Limites de prestation pour les Groupes froid et tuyauteries

Les prestations s'appliquent uniquement aux groupes froids ainsi qu'à toute la tuyauterie du circuit de refroidissement jusqu'à l'interface avec le lot « Transfert soufflerie S3 ».

8.15.7 Limites de prestation – Contrôle commande

Les réseaux de terrain de type Ethernet (PROFINET) depuis les racks d'E/S déportées décrits au §9.8 jusqu'à l'API sont de la fourniture du Titulaire du présent marché.

8.15.8 Interfaces

8.15.8.1 Interface avec le bâtiment

Les différentes interfaces avec le bâtiment à prendre en compte concernant :

- Le toit du bâtiment S3 ;
- Les locaux du bâtiment S3 ;

8.15.8.2 Interfaces avec le bâtiment

Le plan du toit du local S3 du bâtiment est à Palaiseau est fourni en Annexe 05-02 au présent document. Sur ce toit, sera rendu disponible un enclos technique de dimensions **13790 mm** de largeur sur **21930 mm** de longueur pour pouvoir installer notamment le/les groupes froids. Dans cet enclos sera également installé un ensemble de servitudes liées au fonctionnement du bâtiment. La longueur de 21930 mm sera donc a priori amputée et la longueur utile pour le positionnement des groupes froids sera plutôt de **17620 mm**. La hauteur disponible à ne pas dépasser, à partir de la dalle du plafond, est de **3940mm**. Cette hauteur maximale devra comprendre la dimension du groupe froid ainsi que le système d'atténuation de bruit de ces machines.

Sur le toit de ce local seront montés les éléments suivants du PID :

- Les (4) groupes froids E700 (A, B, C, D) et leurs accessoires
- Le pot d'expansion B700 et ses accessoires
- Les 2 pompes de circulation P700A et P700B et leurs accessoires

Le cheminement de toutes les tuyauteries devra passer par une zone définie ci-dessous (en rouge), de dimensions 1500x1000, située dans le coin haut gauche de l'enclos technique :

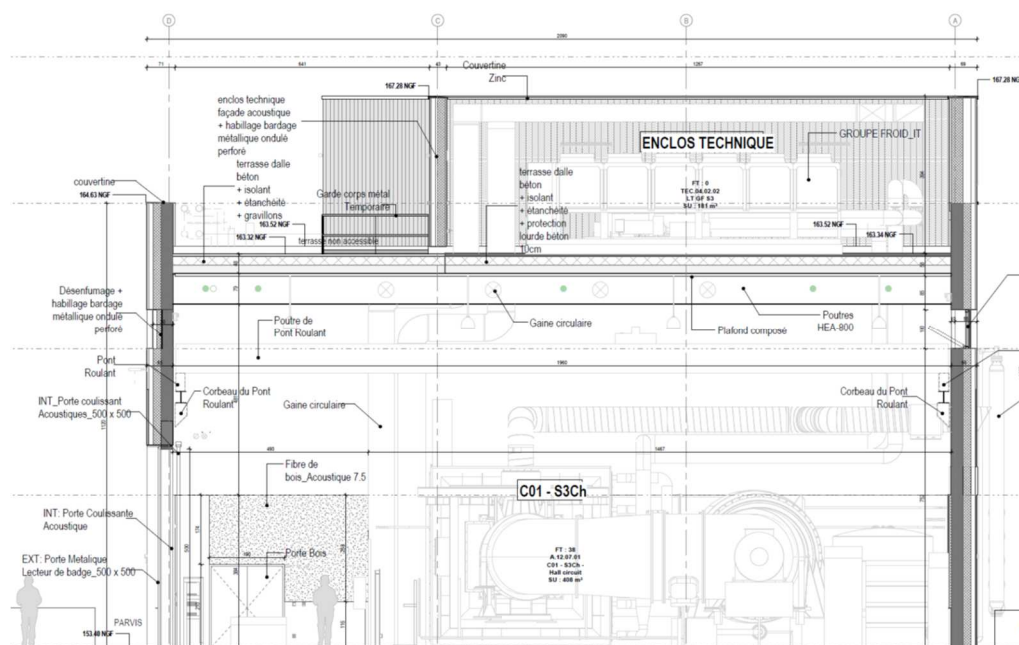
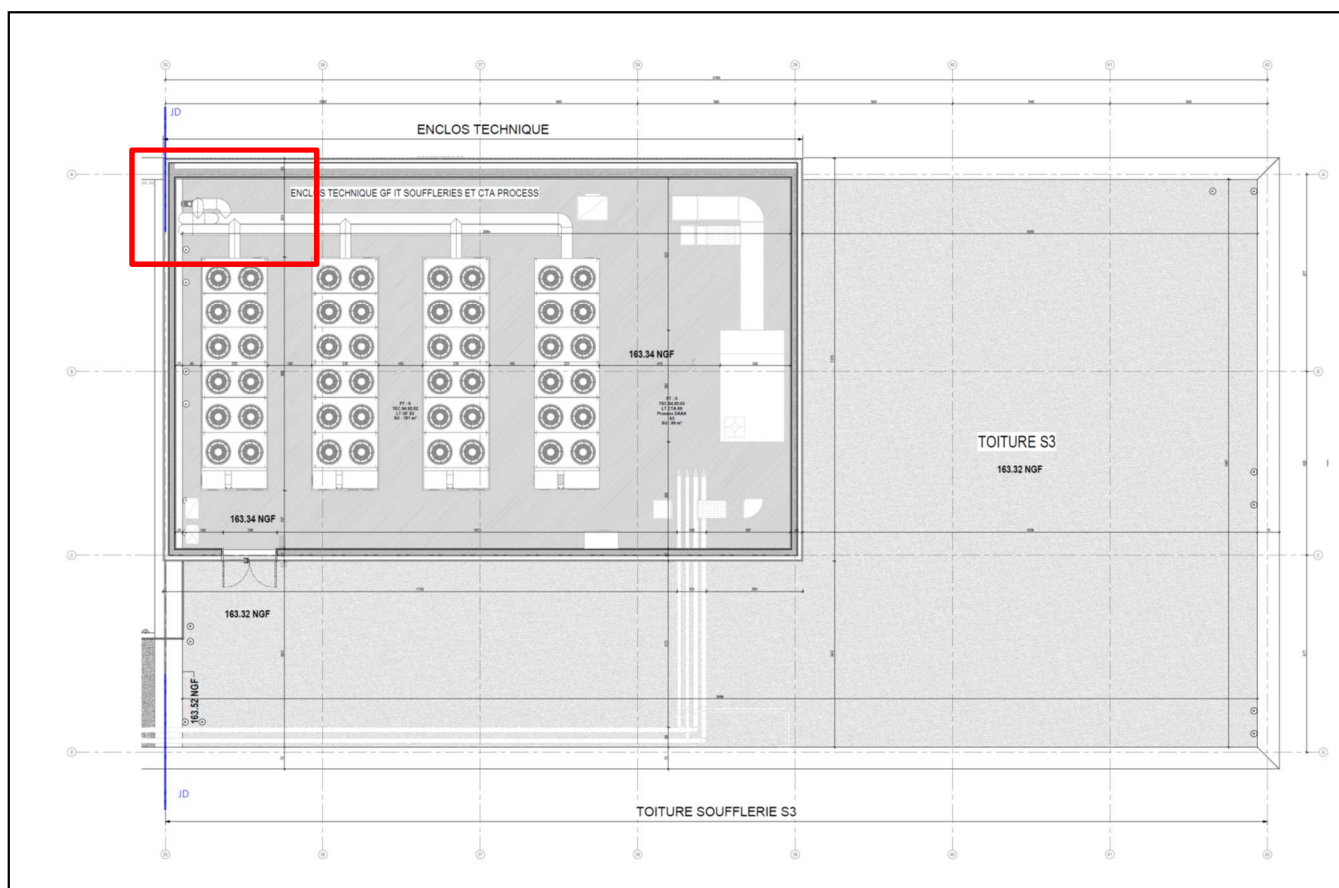


Figure 47 : Réserve pour le passage des tuyauteries et des câblages électriques

A la passation du marché, l'ONERA fournira un plan du bâtiment couvrant cette zone

8.15.8.3 Le local S3

Dans le local S3, tous les autres matériels non cités ci-dessus y seront positionnés. La cuve tampon d'eau glycolée, sera mise en place avant tout le reste du circuit aérodynamique de la soufflerie, compte tenu de ses dimensions. Les interfaces de ce local sont les mêmes que celles décrites aux chapitres dédiés aux postes 1 et 2.

Le titulaire apportera une attention particulière au cheminement des tuyauteries d'eau glycolée, qui devront éviter de contraindre le positionnement du pont roulant général du local et le circuit aérodynamique de la soufflerie. Les supportages (poteaux, corbeaux, etc...) seront définis en concertation avec l'ONERA.

8.15.8.4 Interfaces électriques et d'automatisme

Le Titulaire du présent marché devra transmettre à l'ONERA le besoin électrique de ses équipements en puissance apparente (kVA) – en phase chantier et pour l'installation définitive – et dimensionnera le réseau de distribution ainsi que les câbles d'alimentation des équipements. Il définira également le courant de court-circuit au point de raccordement sur l'armoire électrique générale des équipements.

8.15.8.5 Interfaces avec les postes 1, 2 et 4

Le système de refroidissement de la soufflerie S3 est relié mécaniquement aux 4 batteries d'échangeurs qui seront transférées et faisant partie du poste 2.

8.16 **CONDITIONNEMENT - LIVRAISON ET TRANSPORT – SOUS POSTES 3.4, 3.5**

8.16.1 Bac d'eau glycolée

- Le bac et les éléments de structure peuvent être livrés montés ou démontés selon la facilité du conditionnement et du transport ;
- Ces matériels seront emballés et conditionnés pour le transport et un éventuel stockage sur site et :
 - o Le Titulaire devra prévoir l'emballage des équipements (bac, éléments de structures et d'accès...), et notamment suivant sa recommandation, un possible démontage de la passerelle et structure du bac ;
 - o La mise en place de tapes pleines en bois sur les piquages du bac ;
 - o Le démontage d'instruments fragiles pouvant être endommagés durant le transport (si certains instruments sont inclus dans la prestation du Titulaire) ;
 - o La mise en caisse des matériels ;
 - o Les mesures nécessaires pour assurer la stabilité des équipements durant le transport ;
 - o Le chargement et le transport du matériel au site de livraison.
 - o Le déchargement, la manutention jusqu'au lieu de fonctionnement, et montage

8.16.2 Pompes

Les groupes motopompes avec leur variateur seront emballés et conditionnés pour le transport et un éventuel stockage sur site et :

- Le Titulaire devra prévoir l'emballage des équipements, et notamment suivant sa recommandation, une possible désaccouplement du groupe motopompe ;

- La mise en place de tapes pleines en bois sur les piquages des pompes ou de bouchons sur les orifices de vidanges ;
- Le démontage d'instruments fragiles pouvant être endommagés durant le transport ;
- La mise en caisse du groupe moto-pompes ;
- Les mesures nécessaires pour assurer la stabilité des équipements durant le transport ;
- Le chargement et le transport du matériel au site de livraison.

8.16.3 Le déchargement, la manutention jusqu'au lieu de fonctionnement, et montage Groupes froid et tuyauteries

Les groupes froids seront emballés et conditionnés pour le transport et un éventuel stockage sur site et :

- Le Titulaire devra prévoir l'emballage des équipements assemblés ;
- La mise en place de tapes pleines en bois sur les piquages des groupes froids ou de bouchons sur les orifices de vidanges ;
- Le démontage d'instruments fragiles pouvant être endommagés durant le transport ;
- La mise en caisse des équipements ;
- Les mesures nécessaires pour assurer la stabilité des équipements durant le transport ;
- Le chargement et le transport du matériel au site de livraison.
- Le déchargement, la manutention jusqu'au lieu de fonctionnement, et montage

CFS N°3-14 : Le titulaire étudiera et réalisera les conditionnements, transports, déchargement et la manutention des équipements du système de refroidissement

8.17 CONTROLES ET ESSAIS

8.17.1 Contrôle des équipements standards

Les équipements standards fournis par le titulaire (§8.15) auront été contrôlés avant livraison et installation sur site. Il n'est pas demandé un contrôle de performances en usine de ces équipements mais un contrôle élémentaire des organes principaux est souhaité.

8.17.2 Essais élémentaires sur site

Ces essais ont lieu à la suite de la phase de construction et d'installation sur site.

Les essais élémentaires sont effectués hors fluide. Ils comprennent

- la mise sous tension des équipements,
- la vérification des sens de rotation,
- la vérification de l'adressage des capteurs et actionneurs,
- la vérification de l'instrumentation,
- la vérification des pré réglages
- les tests des sécurités.

Ces essais feront l'objet de modes opératoires, et les résultats seront tracés dans un PV d'essais.

CFS N°3-15 : Le titulaire réalisera les essais élémentaires du système de refroidissement**8.17.3 Essais d'ensemble**

Le système de refroidissement de la soufflerie fonctionne de manière indépendante de la soufflerie. Certains essais d'ensemble peuvent être réalisés mais les essais de performances ne peuvent se faire que lorsque la soufflerie est réceptionnée. Les essais de performance rentrent dans le poste 5.

Dans le présent poste, seuls des essais de mise en circulation du fluide thermique peuvent être réalisés, permettant de vérifier a minima les principes suivants (non exhaustifs):

- Mise en circulation du fluide thermique : vérification du bon fonctionnement des pompes
- Vérification que les organes de pilotage fonctionnent correctement (Vannes, capteurs, groupes froids, etc....)
- Vérification des séquences de fonctionnement à blanc (sans fluide), et en service (modes normal, AU, dégradé, etc....)
- Vérification du fonctionnement du remplissage des tuyauteries depuis la cuve.

CFS N°3-16 : Le titulaire réalisera les essais d'ensemble du système de refroidissement**8.18 STOCKAGE TEMPORAIRE**

Tout comme les éléments du poste 1, selon les aléas de fabrication du bâtiment accueillant la soufflerie, Il est demandé que le titulaire puisse stocker pour une durée maximale de 6 mois les éléments réalisés de ce poste 3.

9 SPECIFICATIONS TECHNIQUES POUR LE POSTE 4 - CABLAGES

9.1 DESCRIPTION

Le poste 4 a pour but de définir les actions à mener afin de réaliser et mettre en place la nouvelle architecture contrôle-commande du site de Palaiseau pour la gestion de la soufflerie S3.

Pour ce poste, il est demandé au titulaire :

- 4.1 D'adapter les armoires transférées du site de l'ONERA MEUDON, (A2, A4, A7)
- 4.2 De réaliser de nouvelles armoires et coffrets : A1, A3, A6 et A9 (poste 3) et C1, C2, C3, C4 et C6
- 4.3 D'assurer la mise en place et la fixation des armoires et coffrets sur site ;
- 4.4 De réaliser le tirage des conducteurs et câbles sur les structures de cheminement en place. Chaque câble sera identifié à chaque extrémité par un étiquetage conforme au carnet de câblage fourni par le titulaire ;
- 4.5 De réaliser le raccordement :
 - Des alimentations principales des armoires, coffret ou matériels (moteur, pompe ...)
depuis les armoires process de l'ONERA
 - Des alimentations secondaires issues des armoires et coffrets
 - De la partie Process
 - o Puissance (moteurs, électrovannes...) ;
 - o Commande/Signal : Raccordement des capteurs via des câbles blindés ;
 - o Bus de terrain (Profibus, Profinet) ;
- 4.6 De réaliser les contrôles associés

9.2 DONNEES D'ENTREE BATIMENT

9.2.1 Détails de la distribution de puissance électrique jusqu'aux armoires de distribution (fait par ONERA)

La distribution électrique de la soufflerie, provient de 2 TGBT. Le premier « **TGBT1-2 PROCESS 2** » alimente une armoire de distribution « **AE_VIDE** » et le second « **TGBT 3 PROCESS 2** » alimente une armoire de distribution « **AE_S3** »

Chacune de ces armoires de distribution est couplée à une cellule vide de fourniture **ONERA**, permettant **l'installation de l'ensemble des départs vers les équipements de la soufflerie (Armoires, coffrets etc ...)** (figure 48).

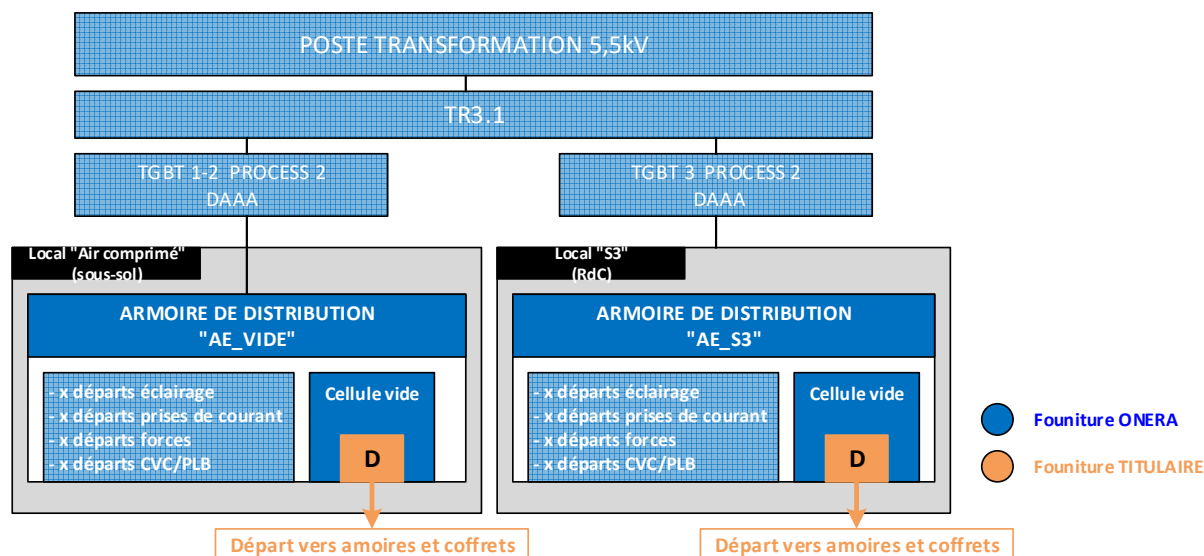


Figure 48 : Distributions électriques vers les armoires, coffret etc

9.2.2 Caractéristiques des cellules fournies par le bâtiment

Les cellules ont les caractéristiques suivantes :

- Degré de protection : IP 55 ;
- Degré de protection mécanique : IK: 10 ;
- Profondeur : 600 mm minimum ;
- Hauteur : 2000 mm sur socle de 200mm ;
- Porte vitrée ;
- La cellule sera équipée de cloisonnements pour garantir la sécurité des personnes ainsi que la continuité de service ;
- Porte : avec serrure, toutes les portes seront équipées d'une poignée de type « tirer/ pousser » intégrée au design de l'enveloppe ;
- Ventilation : Une ventilation mécanique assurera un balayage d'air sur l'ensemble des cellules en vue de limiter les échauffements.

Les armoires de distribution auront la capacité de répondre aux fréquentes évolutions des bâtiments. Ainsi, une réserve de place de 30% sera allouée dans cette armoire et une réserve de puissance de 20%

Chaque Armoire de distribution comprend :

- Un jeu de barre principal ;
- Un interrupteur principal ;
- Parafoudres type 2, (protection par fusibles) ;
- Voyant de signalisation présence tension ;
- Les départs éclairage et PC-FM ;
- Une cellule vide dans laquelle le titulaire devra réaliser les départs vers les équipements du process de la soufflerie et surlignés en jaune dans le tableau de la figure ci-dessous

Cette armoire sera de type PrismaSet HD de marque Schneider ou équivalent

La figure 27 présente le bilan de puissance des équipements devant être raccordés à la cellule vide de AE_S3.

Transfert et modifications de la soufflerie S3 du centre ONERA de Meudon (CM) vers le centre ONERA de Palaiseau (CP)

DAAA - AE_S3								
ECLAIRAGES								
Dénomination	Qté	Tension (V)	Intensité (A)	Puissance (VA)	PTotal (VA)	Ku	Ks	P Conso fois. (VA)
Luminaire type 11 Suspension Industrielle	24,00	230,00		85,00	2040,00	1,00	1,00	2040,00
Luminaire type 12 tubulaire étanche	8,00	230,00		32,00	256,00	1,00	1,00	256,00
Luminaire type 24 hublot avec détection	1,00	230,00		32,00	32,00	1,00	1,00	32,00
TOTAL ECLAIRAGE (kVA)					2,33			2,33
PRISES DE COURANT								
Dénomination	Qté	Tension (V)	Intensité (A)	Puissance (VA)	PTotal (VA)	Ku	Ks	P Conso fois. (VA)
Prise de service	4,00	230,00		1 500,00	6 000,00	0,20	0,80	960,00
Coffret plastique mural "4xPCN - 2xPCO - 4xPC "Mesures"	6,00	230,00		2 500,00	15 000,00	0,20	0,80	2400,00
Coffret plastique sur support "4xPCN - 2xPCO - 4xPC "Mesures"	7,00	230,00		2 500,00	17 500,00	0,20	0,80	2800,00
Prise MONO 32A	0,00	230,00		7 360,00	0,00	0,50	0,80	0,00
Prise TRI 63A	1,00	400,00		43 170,00	43 170,00	0,50	0,80	17268,00
Prise à usage général	0,00	230,00		250,00	0,00	0,40	0,80	0,00
TOTAL PRISES DE COURANT (kVA)					81,67			23,43
FORCES								
Dénomination	Qté	Tension (V)	Intensité (A)	Puissance (VA)	PTotal (VA)	Ku	Ks	P Conso fois. (VA)
VESDA	1,00	230,00		200,00	200,00	1,00	0,80	160,00
Rechauffeur d'air	1,00	400,00		322 580,00	322 580,00	1,00	1,00	322580,00
Armoire RSV + contrôle pompage	1,00	230,00	6,00	1 380,00	1 380,00	1,00	0,80	1104,00
Ensemble centrale d'huile avec automate	1,00	400,00		8 600,00	8 600,00	1,00	0,70	6020,00
Palan de 5 Tonnes	1,00	400,00	16,00	11 084,80	11 084,80	1,00	0,70	7759,36
Pompe alimentation eau glycolée	1,00	400,00		1 800,00	1 800,00	1,00	0,70	1260,00
Extracteur particules fines	1,00	400,00		8 600,00	8 600,00	1,00	0,70	6020,00
Potences de porte	1,00	400,00		1 183,00	1 183,00	1,00	0,70	828,10
Plateforme elevatrice	1,00	400,00		3 225,00	3 225,00	1,00	0,70	2257,50
Laser / Alimentation / Refroidissement / Pilotage / acquisition côté droit veine	1,00	230,00	25,00	5 750,00	5 750,00	1,00	0,80	4600,00
Laser / Alimentation / Refroidissement / Pilotage / acquisition côté droit veine	3,00	230,00	6,00	1 380,00	4 140,00	1,00	0,80	3312,00
Laser / Alimentation / Refroidissement / Pilotage / acquisition côté gauche veine	1,00	230,00	25,00	5 750,00	5 750,00	1,00	0,80	4600,00
Laser / Alimentation / Refroidissement / Pilotage / acquisition côté gauche veine	3,00	230,00	6,00	1 380,00	4 140,00	1,00	0,80	3312,00
Panneau regroupant l'ensemble de puissance des parois déformables	1,00	230,00	6,00	1 380,00	1 380,00	1,00	0,80	1104,00
Electronique de commande du porte dard et des dispositifs de sondage	1,00	230,00	3,00	690,00	690,00	1,00	0,80	552,00
Electronique de commande des volets du second col	1,00	230,00	3,00	690,00	690,00	1,00	0,80	552,00
1/2 baie disposée à proximité de chaque veine d'essai pour électronique des motorisations	1,00	230,00	6,00	1 380,00	1 380,00	1,00	0,80	1104,00
Ensemble de vannes + tuyauterie	10,00	230,00	6,00	1 380,00	13 800,00	1,00	0,80	11040,00
DAAA - A.12.10 S.Mesure	1,00	400,00		25 445,76	25 445,76	1,00	1,00	25445,76
DAAA - A.12.11 Zone prép maquette + atelier méca pneu + cabine de peinture	1,00	400,00		19 459,20	19 459,20	1,00	1,00	19459,20
TOTAL FORCES MOTRICES (kVA)					441,28			423,07
CVC								
Dénomination	Qté	Tension (V)	Intensité (A)	Puissance (VA)	PTotal (VA)	Ku	Ks	P Conso fois. (VA)
Coffret Regulation	1,00	230,00		200,00	200,00	0,80	0,80	128,00
TOTAL FORCES VENTIL / SANIT (kVA)					0,20			0,13

Puissance totale Ecl (kVA)	2,33
Puissance totale PC (kVA)	23,43
Puissance totale Forces Motrices (kVA)	423,07
Puissance totale CVC - SAN (kVA)	0,13
Total Puissance non fois. (kVA)	448,95
Foisonnement Kf	0,80
Puissance totale (kVA)	359,16

Réserve 20%	71,83
Puissance Apparente tot (kVA)	431,00

Figure 49 : Dimensionnement de l'armoire électrique AE_S3

9.2.3 Schéma de liaison à la terre (réalisé par le bâtiment)

Le schéma des liaisons à la terre (régime de neutre) pour l'installation électrique est le schéma TN "mise au neutre".

- Le neutre du transformateur, est relié à la terre.
- Les masses de l'installation sont reliées à ce même point par un conducteur de protection.
- Le schéma est nommé TN-C lorsque la fonction neutre est confondue avec celle du conducteur de protection qui se nomme alors PEN. -> Si ces conducteurs sont séparés, le schéma est nommé TN-S.
- La validation de la protection contre les contacts indirects en schéma TN s'appuie sur la vérification des conditions de fonctionnement des protections.
- Le déclenchement des dispositifs de protections s'effectuera au premier défaut, sur fonctionnement des dispositifs de protections contre les surintensités.
- La fonction différentielle pourra être utilisée dans certains cas réglementaires (PC, locaux à risque d'incendie, protection contre les contacts indirects non assurés).

Schéma des liaisons à la terre HT : Impédant ;

Schéma de liaison à la terre B.T(*) :

- TNC sur la distribution primaire, entre le TGBT et les tableaux principaux ;
- TNS sur la distribution secondaire, entre les tableaux divisionnaires et coffrets terminaux

9.2.4 Chemins de câbles (à réaliser par le titulaire)

Les chemins de câbles devront respecter les exigences ci-dessous, reprises du CCTP pour la réalisation des chemins de câbles relevant du bâtiment :

Les chemins de câbles, seront du type :

- Dalles ajourées pour les courants faibles (Tous Niveaux) ;
- Dalles pleines pour les laboratoires (sous lesquels seront installés les luminaires) ;
- Dalles pleines pour les parties visibles (sous lesquels seront installés les luminaires en sous-sol notamment) ;
- 'Fil soudé', pour les courants forts en gaine technique.

Toutes les liaisons entre les longueurs de chemins de câbles sont réalisées avec un système d'éclisses boulonnées permettant d'assurer une continuité électrique conforme au guide UTE C15-900.

- Toute découpe des dalles devra être réalisée soigneusement en assurant la continuité des ailes du cheminement. Tout bord blessant devra être protégée efficacement par joint tôlier.
- Les chemins de câbles sont constitués par des dalles au profil en U en « tôle perforée », à bords roulés.
- Le raccordement des dalles se fait par éclisses en L, les accessoires seront de même nature que le chemin de câble et de même marque et gamme.
- La mise en oeuvre des câbles dans les chemins de câbles, sera réalisée par des colliers de serrage type Colsons.
- Partout où le nombre de câbles en parcours commun est supérieur à 5, il sera fait usage de chemins de câbles.
- Ces chemins de câbles comprenant 6 câbles ou plus, ne sont pas représentés sur les plans du projet, et seront posés suivant l'étude EXE de l'entreprise.

Dans le cas contraire il sera fait usage de crochets passe-fil (type Hilti ou équivalents) posés à minima tous les 1,5m et dimensionnés avec un minimum 30% de réserve ce qui permettra l'ajout de câbles via un clip latéral. Les câbles seront tout de mêmes attachés par colliers.

Les chemins de câbles seront de type dalles en profil en C avec ailes de 50 mm de hauteur à bords roulés, en tôle d'acier, perforés, galvanisé après usinage ou type non perforés (montage en apparents dans les circulations).

Le dimensionnement intégrera 30% de réserve.

9.2.5 Filiation

L'utilisation du pouvoir de limitation d'un disjoncteur amont, pour l'installation en aval d'un disjoncteur ayant une intensité de court-circuit plus faible est autorisé à condition :

- Les disjoncteurs considérés soient de même marque ;
- Cette filiation soit testée et approuvée par le constructeur des disjoncteurs pour l'intensité de court-circuit de l'armoire ;
- La filiation n'entraîne pas la perte de la sélectivité.

La filiation n'est pas autorisée pour les tableaux généraux avec les disjoncteurs généraux.

L'ONERA spécifiera au titulaire les caractéristiques des disjoncteurs qui seront installés dans les cellules du bâtiment.

9.3 PERIMETRE DE LA PRESTATION

Le nouveau contrôle-commande pour la soufflerie S3 doit assurer la surveillance et le pilotage des équipements ci-après depuis la salle de mesures (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep 01) :

- La centrale hydraulique existante (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°3) ;
- Le boîtier MEIRI existant permettant le contrôle des instabilités du ventilateur (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°4) ;
- Le nouveau système de surveillance vibratoire installé dans le local du ventilateur (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°5) ;
- Le servomoteur des pales PME120 avec son boîtier électronique EAN823 de ABB installé dans le local du ventilateur (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°6a, 6b) ;
- L'armoire de puissance du moteur (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°7) ;
- Les dix capteurs de pression liés au second col (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°8) ;
- L'hygromètre monté en amont de la veine sur le conduit de la soufflerie (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°10) ;
- Les trappes de visite existantes sur le conduit de la soufflerie (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°11), et les 2 nouvelles du circuit neuf du poste 1 ;
- Les portes de veine du caisson sur le conduit de la soufflerie (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°12) ;
- Les portes sur la partie convergente du conduit de la soufflerie (pont levis) (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°13) ;
- Le nouveau système de refroidissement composé de n nouveaux groupes « froids » et d'une unité de distribution. L'ensemble est monté sur le toit du bâtiment de la soufflerie (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°14) ;

- Les vannes et capteurs du nouveau circuit de refroidissement (poste 3) installé à proximité de l'échangeur de la soufflerie (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°15) ;
- La nouvelle cuve de stockage du propylène glycol avec sa pompe et son instrumentation. (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) rep n°16) ;

Pour résumer, les repères n°3, 4, 5, 6a, 6b, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16 de l'annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - sont dans le périmètre du présent CCTP.

9.4 **HORS PERIMETRE**

Les équipements suivants de l'Annexe 04 sont hors périmètre du présent CCTP :

- Toutes les vannes et capteurs montés sur la panoplie des vannes (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°1) ;
- Le nouveau réchauffeur électrique (Annexe 04 - ANNEXE 1 - IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (Rdc) - rep n°2) ;
- Les vannes en amont de la veine de la soufflerie (rep n°9)
- Le nouveau réseau du vide connecté sur les trois pompes à vide LEYBOLD existantes et communes avec la soufflerie SR (Annexe 04 - ANNEXE 2 – IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (SS) - rep n°17)
- Tous les nouveaux capteurs et vannes installés dans le local de production d'air comprimé BP et HP. Ce local est situé au sous-sol du bâtiment de la soufflerie (Annexe 04 - ANNEXE 2 – IMPLANTATION DES ARMOIRES, COFFRETS ET EQUIPEMENTS (SS) - rep n°18) ;
- Le coffret de mesure de l'hygrométrie monté sur le réseau de production d'air comprimé HP en sortie du sécheur Messer. Ce coffret est implanté dans le local de production d'air comprimé (Annexe 04 - ANNEXE 17 – Implantations des éléments au Rdc - rep n°19)

En résumé, les repères 1, 2, 9, 17, 18, et 19 de l'Annexe 04 sont hors périmètre des prestations demandées.

9.5 **ARCHITECTURE DU CONTROLE-COMMANDE**

Afin de répondre au périmètre défini au §9.3, l'architecture à mettre en place est la suivante :

9.5.1 **A la charge de l'ONERA**

Une supervision composée d'un poste de conduite installés sur un PC bi-écran en salle de mesures ;

9.5.2 **A la charge du titulaire**

- Un automate « API S3 » qui gère tous les équipements décrits au §9.33 via :
 - o Des E/S déportées pour tous les capteurs et actionneurs TOR ou analogiques
 - o Des E/S déportées dites de sécurité pour la gestion des arrêts d'urgence et des FDC(s) de sécurité ;
 - o Des réseaux de communication de type Profinet, Modbus, etc. pour les matériels communicants tels que la centrale de mesures et le relais de protection numérique sur l'armoire électrique de puissance ALSTHOM (repère n°7 sur le plan d'implantation) ;

- Des E/S déportées pour tous les capteurs et actionneurs TOR ou analogiques ;
- Des E/S déportées dites de sécurité pour la gestion des arrêts d'urgence et des FDC(s) de sécurité ;
- Des réseaux de communication de type Profinet, Modbus, etc. pour les matériels communicants tels que la centrale de mesures et le relais de protection numérique sur l'armoire électrique de puissance ALSTHOM ;

9.6 **ARMOIRES ET COFFRETS A REALISER**

Les armoires et coffrets détaillés dans ce paragraphe sont à réaliser par le titulaire (sauf mention ONERA)

9.6.1 **Armoire A1 – « API S3 »**

Cette nouvelle armoire intégrera :

- 1 arrivée de puissance issue de l'armoire de distribution « AE_S3 »
- Différents départs secondaires
- 1 Bouton « Arrêt d'urgence » en face avant de l'armoire
- 1 Interrupteur sectionneur
- 1 Voyant blanc « Sous tension » en face avant de l'armoire
- Les protections nécessaires (disjoncteurs...)
- Relayages
- Borniers, presse étoupe, repérages filerie et matériel
- 1 Etiquette gravée « API S3 »
- 1 Pochette à plans, 1 tablette support console escamotable
- 1 Kit d'éclairage interne, composé d'un contact actionné par la porte
- 1 Ventilation d'armoire et grille d'aspiration
- 1 Automate de configuration suivante :
 - o Une CPU permettant de traiter des fonctions de sécurité (arrêt d'urgence, trappe de visite, etc.). Deux ports PROFINET internes à la CPU sont utilisés pour le réseau de terrain annulaire de l'API sur lequel sont connectés tous les racks E/S déportées associés à la soufflerie S3 et les IHM(s) locales ;
 - o Un module d'alimentation système pour alimenter le bus interne de l'automate ;
 - o Une carte de communication PROFINET, pour le réseau de communication de supervision ;
 - o Une interface de communication MODBUS RTU relié à la centrale de mesure ENERIUM 30 et au relais de protection MICOM P122 situé dans l'armoire de puissance du moteur ALSTHOM ;
 - o Un rack d'E/S déportées pour gérer
 - Les E/S de l'armoire automate (état des protections électriques, arrêt d'urgence, signalisations lumineuses, commandes locales, sirène, etc.
 - Les E/S de l'armoire de puissance du moteur ALSTHOM

- Les E/S du réchauffeur électrique (sondes de températures, résistances électriques, états des disjoncteurs, etc.) **(1)**

- o Une interface de communication MODBUS RTU relié à la centrale de mesure ENERIUM 30 et au relais de protection MICOM P122 situés dans l'armoire de puissance du moteur ALSTHOM

Au travers de la liste d'E/S, le rack gère :

	ETOR (24VCC)	STOR (220VCA)	EANA (4/20mA)	SANA (4/20mA)-(0/10V)	ESECU	SSECU	Départ moteur
Nombre + réserve	15	9	2	3	1	2	0

La communication entre le rack d'E/S déportées et l'API se fait par le réseau de terrain filaire (RJ45) via un module d'interface monté sur le rack.

9.6.2 Armoire A3 – « MOTO VENTILATEUR »

Cette nouvelle armoire intégrera :

- 1 arrivée de puissance issue de l'armoire de distribution « AE_S3 »
- 1 Bouton « Arrêt d'urgence » en face avant de l'armoire
- 1 Voyant blanc « Sous tension » en face avant de l'armoire
- Les alimentations et protections nécessaires du :
 - o Système de contrôle de pompage « boîtier MEIRI » (fourniture ONERA)
 - o Système de contrôle vibratoire VC2000 (fourniture ONERA)
 - o Boîtier électronique EAN823 (fourniture ONERA)
- 1 IHM graphique connecté sur le réseau de terrain de l'API
- 1 rack d'E/S déportées pour gérer
 - o Les E/S de la centrale hydraulique
 - o 2 départs moteurs électriques de 4kW pour les 2 pompes hydrauliques, alimentées en 400V triphasé ;
 - o 1 départ moteur électrique de 0,75kW pour le système de refroidissement de la centrale hydraulique alimenté en 400v triphasé
 - o 1 départ électrique pour le thermoplongeur de 0,7kW de la centrale hydraulique, alimenté en 230V monophasé
 - o Les E/S du boîtier de contrôle de pompage « MEIRI »
 - o Les E/S du système de contrôle vibratoire « VC2000 »
 - o L'entrée de sécurité de l'arrêt d'urgence
 - o La sortie de sécurité de l'arrêt d'urgence de la centrale hydraulique

Le rack d'E/S communique avec l'API S3 via un module d'interface

Au travers de la liste d'E/S, le rack gère :

	ETOR (24VCC)	STOR (220VCA)	EANA (4/20mA)	SANA (4/20mA)-(0/10V)	ESECU	SSECU	Départ moteur
Nombre + réserve	30	7	6	4	1	1	4

9.6.3 Armoires A6 et A9

Ces deux armoires font partie du poste 3

9.6.4 Coffret C1 – « PANOPLIE DES VANNES »

Ce nouveau coffret réalisé sera monté sur la panoplie des vannes, il intègrera :

- 1 arrivée de puissance issue de l'armoire A1 « API S3 » ;
- Les protections nécessaires (disjoncteurs...) ;
- Relayages ;
- Borniers, presse étoupe, repérages filerie et matériel ;
- 1 Etiquette gravée « PANOPLIE DES VANNES » ;
- 1 rack d'E/S déportées pour gérer
 - o Les E/S des capteurs et actionneurs de la panoplie des vannes ;

Le rack d'E/S communique avec l'API via un module d'interface monté sur ce rack.

Au travers de la liste d'E/S, le rack gère :

	ETOR (24VCC)	STOR (220VCA)	EANA (4/20mA)	SANA (4/20mA)-(0/10V)	ESECU	SSECU	Départ moteur
Nombre + réserve	22	16	10	3	0	0	0

9.6.5 Coffret C2 - « HALL ESSAI »

Ce nouveau coffret réalisé sera implanté dans le hall d'essais afin gérer tous les capteurs et actionneurs associés, il intègrera :

- 1 arrivée de puissance issue soit de l'armoire A1 « API_S3 » soit de l'armoire de distribution « AE_S3 »
- Les protections nécessaires (disjoncteurs...) ;
- Relayages ;
- Borniers, presse étoupe, repérages filerie et matériel ;
- 1 Etiquette gravée « HALL ESSAI » ;
- 1 rack d'E/S déportées pour gérer
 - o Les E/S des capteurs et actionneurs du hall d'essai ;

Le rack d'E/S communique avec l'API via un module d'interface monté sur ce rack.

Au travers de la liste d'E/S, le rack gère :

	ETOR (24VCC)	STOR (220VCA)	EANA (4/20mA)	SANA (4/20mA)-(0/10V)	ESECU	SSECU	Départ moteur
Nombre + réserve	32	24	12	8	7	/	/

9.6.6 Coffret C3 - « SALLE DE MESURE »

Ce nouveau coffret sera implanté dans la salle de mesures afin de gérer toutes les E/S localisées dans cette salle, il intègrera :

- Borniers, presse étoupe, repérages filerie et matériel ;
- 1 Etiquette gravée « SALLE DE MESURE » ;
- 1 rack d'E/S déportées pour gérer
 - o Les E/S des ARUs et autres ... ;

Le rack d'E/S communique avec l'API via un module d'interface monté sur ce rack.

Au travers de la liste d'E/S, le rack gère :

	ETOR (24VCC)	STOR (220VCA)	EANA (4/20mA)	SANA (4/20mA)-(0/10V)	ESECU	SSECU	Départ moteur
Nombre + réserve	2	0	0	0	2	0	0

9.6.7 Coffret C4 - « PAV LEYBOLD »

Ce nouveau coffret sera implanté à coté de l'armoire des PAV LEYBOLD, il intégrera notamment un rack d'E/S déportées servant d'interface pour piloter et surveiller depuis S3 les trois pompes à vide LEYBOLD communes aux deux souffleries S3 et SR. Il faut également rajouter des relais d'interface dans l'armoire de pilotage des pompes à vide de façon à dupliquer les signaux de commande et de signalisation. Ceci est dans le but de gérer les pompes à vide indépendamment de l'état des deux souffleries (à l'arrêt, en maintenance, etc.) et par la même occasion de conserver le pilotage en local. Ce coffret intégrera :

- Borniers, presse étoupe, repérages filerie et matériel ;
- 1 Etiquette gravée « PAV LEYBOLD » ;
- 1 rack d'E/S déportées pour gérer
 - o Les E/S et autres ... ;

Le rack d'E/S communique avec l'API via un module d'interface monté sur ce rack.

Au travers de la liste d'E/S, le rack gère :

	ETOR (24VCC)	STOR (220VCA)	EANA (4/20mA)	SANA (4/20mA)-(0/10V)	ESECU	SSECU	Départ moteur
Nombre + réserve	32	10	4	0	0	0	0

9.6.8 Coffret C6 - « CUVE PROPYLENE » selon l'étude du poste 3

Au cas où la mise en place d'un rack d'E/S déportées n'est pas possible dans l'armoire « CUVE PROPYLENE » (hors prestation), il est demandé au titulaire la réalisation d'un nouveau coffret C6 – « CUVE PROPYLENE » qui intégrera les équipements liés à la gestion de la cuve de propylène soit :

- 1 arrivée de puissance issue de l'armoire de distribution « AE_S3 »
- 1 Bouton « Arrêt d'urgence » en face avant de l'armoire
- 1 Voyant blanc « Sous tension » en face avant de l'armoire
- L'alimentation secondaire 400V triphasé de la pompe de 5kW (ONERA)
- 1 rack d'E/S déportées pour gérer
 - o Les E/S diverses (voir Annexe 04) ;

- o 1 départ moteur électrique de 5kW pour la pompe ;

Le rack d'E/S communique avec l'API via un module d'interface monté sur ce rack.

Au travers de la liste d'E/S, le rack gère :

	ETOR (24VCC)	STOR (220VCA)	EANA (4/20mA)	SANA (4/20mA)-(0/10V)	ESECU	SSECU	Départ moteur
Nombre + réserve	16	5	4	2	0	1	1

9.6.9 Caractéristiques Fonctionnelles souhaitées

CFS 4-1 : Le titulaire étudiera, réalisera et installera les armoires A1 et A3 telles que spécifiées aux §9.6.1 et 9.6.2.

CFS 4-2 : Le titulaire Le titulaire étudiera, réalisera et installera les coffrets C1, C2, C3, C4 et C6 tels que spécifiés aux §9.6.4 à 9.6.8

9.7 ARMOIRES A ADAPTER

Les armoires A2, A4 et A7 sont transférées en l'état. Il est demandé au titulaire d'adapter le disjoncteur de tête et de réaliser la fixation de ces armoires tel que spécifié au §9.2

CFS 4-3 : Le titulaire réalisera les adaptations des armoires transférées A2, A4 et A7

9.8 CABLAGES ET RACCORDEMENTS ELECTRIQUES

9.8.1 Implantation et fixation des armoires et coffrets

Le titulaire est responsable du transport, de la manutention et de la fixation de l'ensemble des armoires et coffrets sur le site. La mise en place devra respecter les règles suivantes :

Pour les armoires : A1- « API S3 », A3- « MOTO VENTILATEUR », A4- « PAV LEYBOLD », A6- « CUVE PROPYLENE », A9- « GROUPES FROIDS »

- Implantation au sol :
 - o Les armoires de seront fixées au sol sur un **socle en acier** pour les surélever par rapport au sol fini.
 - o La fixation sera réalisée par chevillage mécanique ou chimique après vérification de la planéité du sol.
 - o Un espace de dégagement suffisant (minimum 800 mm) devra être maintenu à l'avant pour permettre l'ouverture complète des portes et la maintenance.

Pour l'armoire A7- « POTENCE-TE » et les coffrets C1- « PANOPLIE DES VANNES », C2- « HALL ESSAI », C3- « SALLE DE MESURE », C4- « PAV LEYBOLD » et C6- « CUVE PROPYLENE »

- Fixation murale ou sur châssis :
 - o Les coffrets et boîtiers seront fixés sur les murs ou sur les structures métalliques existantes à l'aide de **pattes de fixation externes** pour ne pas altérer l'indice de protection (IP) à l'intérieur du coffret.
 - o La hauteur de pose devra situer les organes de commande et de coupure à une hauteur comprise entre **0,90 m et 1,80 m** du sol (selon la norme NF C 15-100).

Toute découpe dans les enveloppes pour le passage des câbles devra être équipée de **presse-étoupes** garantissant l'étanchéité.

9.8.2 Réalisation du dossier de plans et notes de calcul

Le titulaire aura à sa charge la conception complète du dossier électrique. Cette prestation comprendra notamment :

- **Le bilan de puissance détaillé** : Justifiant le dimensionnement des alimentations pour l'ensemble des armoires, coffrets et matériels décentralisés.
- **Les notes de calcul (BT)** : Réalisées sur un logiciel homologué (type Caneco BT ou Elec Calc), elles permettront de définir les sections de câbles, les calibres des protections (disjoncteurs de tête et départs) et de garantir la sélectivité ainsi que le respect des chutes de tension.
- **Le dossier de plans** : Incluant les schémas unifilaires, les folios de commande, les plans d'implantation des armoires et les borniers.
- **Le carnet de câbles** : Répertoriant chaque liaison (provenance, destination, type de câble, tenant et aboutissant).

L'ensemble de ces documents devra être soumis à l'approbation de l'ONERA avant toute phase de réalisation ou de commande de matériel.

9.8.3 Réalisation du cheminement et de la pose des câbles

Le titulaire devra s'assurer de la continuité des cheminements. Bien que la majeure partie soit existante, **l'adaptation, le supportage complémentaire et la création de nouveaux tronçons** nécessaires au raccordement complet des équipements sont à la charge exclusive du titulaire.

Le titulaire fournira l'ensemble des câbles (puissance, commande et bus). Il assurera le **tirage**, le **peignage** et la fixation par colliers de serrage de manière ordonnée, en respectant scrupuleusement la **séparation des courants forts et courants faibles** (CEM). Chaque câble sera identifié à chaque extrémité par un **étiquetage indélébile** (repère du câble) conforme au carnet de câblage. De plus, chaque conducteur interne sera muni de **bagues de repérage** correspondant aux schémas électriques. Les entrées de câbles dans les armoires et coffrets se feront via des **presse-étoupes** adaptés garantissant le maintien de l'indice de protection (IP) de l'enveloppe.

9.8.3.1 Cablage de la puissance

Le titulaire est chargé de la réalisation des liaisons de puissances suivantes :

- Alimentation principale depuis l'armoire de distribution **« AE_S3 »** :
 - o Vers l'armoire **A1** « API S3 »
 - o Vers l'armoire **A2** « ALSTHOM »
 - o Vers l'armoire **A3** « MOTO VENTILATEUR »
 - o Vers l'armoire **A6** « CUVE PROPYLENE »
 - o Vers l'armoire **A7** « POTENCE-TE »
 - o Vers le réchauffeur
- Alimentation principale depuis l'armoire de distribution **« AE_VIDE »** :
- Vers l'armoire A4 « PAV LEYBOLD »

CFS 4-4 : Le titulaire réalisera le câblage de puissance tel que spécifié au §9.8.3

9.8.3.2 Cablage de l'alimentation secondaire

A la charge du titulaire :

- Alimentation secondaire depuis l'armoire A3 - « MOTO VENTILATEUR » :

- o Vers la centrale hydraulique
- Alimentation secondaire depuis l'armoire A4 – « PAV LEYBOLD » :
 - o Vers l'alimentation des 3 pompes à vide
- Alimentation secondaire depuis l'armoire A6 – « CUVE PROPYLENE » :
 - o Vers la pompe de circulation
- Alimentation secondaire depuis l'armoire A7 – « POTENCE – TE » :
 - o Vers la centrale hydraulique potence
 - o Vers la centrale hydraulique TE
 - o Vers la table élévatrice
 - o L'alimentation gaine de la potence A
 - o L'alimentation gaine de la potence B
 - o L'alimentation gaine 1A
 - o L'alimentation gaine 2A
 - o L'alimentation gaine 3B
 - o L'alimentation gaine 4B
 - o L'alimentation des électrovannes
 - o La montée de la table élévatrice
 - o La descente de la table élévatrice
- Alimentation secondaire depuis l'armoire A5 – « COMPRESSEUR » :
 - o Vers l'armoire de commande du surpresseur ligne 1
 - o Vers l'armoire de commande du surpresseur ligne 2

Ces liaisons incluent la fourniture des câbles, la pose dans les cheminements dédiés et le raccordement sur les protections (disjoncteurs) préalablement dimensionnées dans la note de calcul.

CFS 4-5 : Le titulaire réalisera le câblage de l'alimentation secondaire tel que spécifié au §9.8.3

9.8.3.3 Câblage des réseaux de communication et distribution basse tension (24V)

Le titulaire est chargé de la fourniture, de la pose et du raccordement des réseaux de données et de l'alimentation de commande selon les schémas de principe :

- Réseau Ethernet / PROFINET (Liaisons Vertes)
 - o Mise en place de l'épine dorsale (backbone) Profinet reliant l'armoire **A1- « API S3 »** aux armoires **A3, A6 et A9** et aux coffrets **C1, C2, C3, C4, C5 et C6** (en option) ;
 - o L'utilisation de cordons certifiés industriels (double blindage) est impérative pour garantir l'immunité aux perturbations des moteurs ;
 - o Le titulaire devra veiller au respect de la polarité et à la mise en place des résistances de fin de ligne (120 Ohms) sur le dernier équipement de la chaîne.
- Réseau MODBUS RTU (Liaisons Violettes)
 - o Réalisation de la boucle de communication série entre l'armoire **A1**, l'armoire **A2 (ALSTHOM)** et le coffret **A3** ;
 - o L'utilisation de cordons certifiés industriels (double blindage) est impérative pour garantir l'immunité aux perturbations des moteurs ;
 - o Le titulaire devra veiller au respect de la polarité et à la mise en place des résistances de fin de ligne (120 Ohms) sur le dernier équipement de la chaîne.
- Distribution de l'alimentation de commande 24V DC (Liaisons Bleues)
 - o Le titulaire câblera les alimentations 24V des modules **ETP200** situés dans les armoires et coffrets ;

- o Une attention particulière sera portée à la section des câbles pour limiter la chute de tension, garantissant un minimum de 22V DC au point le plus éloigné.

Le câble réseau PROFINET ne doit pas passer dans la même goulotte que les câbles 230V ou bien utiliser un séparateur métallique.

CFS 4-6 : Le titulaire réalisera le câblage des réseaux de communication tel que spécifié au §9.8.3

9.8.3.4 Câblage de l'instrumentation et des actionneurs de champ

Le titulaire est chargé du raccordement complet des composants de terrain détaillés dans les annexes 04-rep 3 à 10 jusqu'aux borniers des armoires et coffrets concernés.

Les Annexes 04-rep 17 et 18 détaillent l'implantation des éléments répertoriés dans l'Annexe 04-rep 19.

La prestation inclut :

- La fourniture et la pose des chemins de câbles ;
- La fourniture et le tirage des conducteurs et câbles.
- **Le raccordement des capteurs (Liaisons analogiques et numériques) :**
 - o Le câblage des capteurs de pression, température et niveau vers les modules d'acquisition (**MEIRI, RSV, EAN823, A3-ARMOIRE ALSTHOM ...**).
 - o L'utilisation de câbles blindés à paires torsadées (type LiYCY) pour garantir la précision des signaux **4-20 mA** et limiter les bruits induits.
 - o Le respect des préconisations constructeurs concernant les longueurs maximales de câbles entre les sondes et les modules de mesure afin de garantir l'intégrité des données.
- Le raccordement des vannes et actionneurs :
 - o Le câblage de puissance et de commande des **électrovannes**, vannes motorisées et autres actionneurs hydrauliques.
 - o La mise en place de connecteurs adaptés (type DIN ou M12 selon l'équipement) assurant l'étanchéité au point de connexion.
- Le raccordement des équipements spécifiques (PAV, Potence, etc.) :
 - o Le câblage des signaux de commande et des retours d'états (contacts secs, fins de course) pour les équipements tels que les pompes à vide **PAV LEYBOLD** et les éléments de la **POTENCE-TE**.
- **Identification et Finitions :**
 - o Chaque instrument devra être identifié par une étiquette fixée sur le corps du capteur ou de la vanne.
 - o Les conducteurs seront équipés d'embouts de câblage et de bagues de repérage à chaque extrémité, conformément au carnet de câbles et au plan de borniers.
 - o L'étanchéité des arrivées de câbles sur les instruments sera assurée par des presse-étoupes ou des connecteurs surmoulés (indice IP65 minimum).

CFS 4-7 : Le titulaire réalisera le câblage de l'instrumentation tel que spécifié au §9.8.3

9.8.3.5 Câblage du moteur de S3

Il est demandé au titulaire de réaliser le raccordement de l'auto transfo avec les câbles d'alimentation mis en place par l'ONERA issus du poste de transformation 15kV.

Concernant le moteur de la soufflerie le titulaire devra :

- Mettre en place le cheminement entre l'armoire moteur (auto transfo) et le moteur ;
- Réaliser le tirage des câbles d'alimentation du moteur. Les câbles existants pourront être utilisés si leurs longueurs est suffisante.
- Les raccordements du départ moteur et du moteur

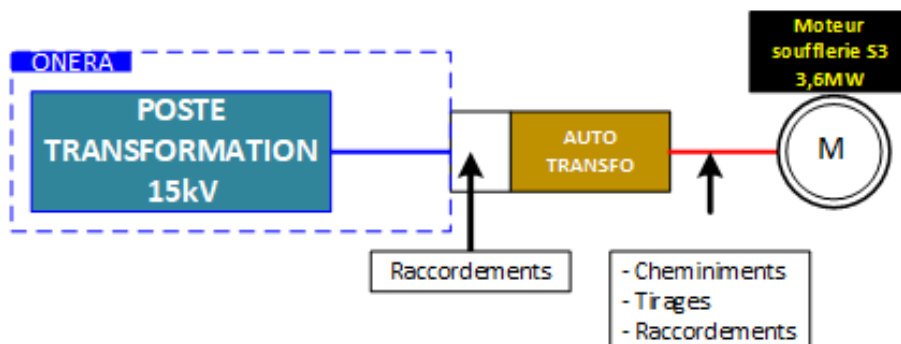


Figure 50 : Câblage de l'autotransformateur du moteur et du moteur de la soufflerie

CFS 4-8 : Le titulaire réalisera le câblage du moteur de la soufflerie tel que spécifié au §9.8.3.5

9.9 ESSAIS, MISE EN SERVICE ET RECEPTION

Le titulaire devra réaliser une série de tests avant la mise sous tension définitive, afin de garantir la conformité de l'installation et la sécurité des biens et des personnes.

- Essais hors tension :
 - **Contrôle de continuité** : Vérification de la continuité de toutes les liaisons de terre (équipotentialité).
 - **Test d'isolement** : Mesure de l'isolement des câbles de puissance pour s'assurer qu'aucune gaine n'a été blessée lors du tirage.
 - **Vérification du serrage** : Contrôle systématique de toutes les connexions dans les armoires et sur les borniers de champ.
 - Les essais sous tension et les tests fonctionnels seront réalisés dans le poste 5

A l'issue des contrôles de réception décrits ci-dessus, l'ONERA mandatera un contrôleur externe, qui vérifiera la conformité des dossiers techniques des nouvelles armoires et coffrets, NF C 15-1000.

CFS 4-9 : Le titulaire réalisera les essais hors tension tels que spécifiés au §9.9

10 SPECIFICATIONS POUR LE POSTE 5 - ASSEMBLAGE FINAL DE L'ENSEMBLE ET RECETTES

10.1 ASSEMBLAGE FINAL DE L'ENSEMBLE – SOUS-POSTE 5.1

L'assemblage final consiste à réaliser l'assemblage de tous les éléments de la soufflerie appartenant aux postes décrits dans le présent CCTP. Sont concernés :

- Les assemblages des éléments neufs du poste 1 (éléments du circuit aérodynamique), avec ceux du poste 2
- Les assemblages des éléments du poste 3 à l'échangeur (poste 2) assemblés dans la nouvelle chambre de tranquillisation (poste 1)
- Les assemblages de tous les éléments de soufflerie au sol avec leur liaison (point fixe ou point glissant)
- Les assemblages de tous les éléments de servitudes neufs (poste 3) et transférés (poste 2) dans le local S3 et leur connexion à la soufflerie d'une part et aux réseaux électrique et pneumatique d'autre part.

10.1.1 Assemblage des éléments existants (poste 2) au sol

Les points fixes de la soufflerie concernent les éléments du poste 2 : la veine d'essais est assemblée à son amont au caisson de convergent qui est ancré au sol, et à son aval au diffuseur qui est également ancré sur les plots béton définis à cet effet.

Le moteur est fixé rigidement sur son massif à l'aide de 3 platines définies dans l'Annexe 02-08. Ces platines seront refabriquées pour s'adapter à la hauteur du massif béton. Des clinquants seront utilisés pour finaliser la position définitive en hauteur du moteur. L'assemblage des platines métalliques dans le massif permet également de positionner latéralement l'axe du moteur dans un plan vertical (même solution technique que celle du ventilateur).

Le ventilateur est ancré au sol, les fixations étant définies dans l'Annexe 02-08 également. La fixation au sol, selon l'Annexe 02-08, permet de réaliser un réglage en hauteur et en latéral du circuit aérodynamique contenant le ventilateur. Il est demandé au titulaire de reproduire cette conception ou d'en proposer une nouvelle, mais qui aura les mêmes fonctions de réglages. Actuellement, la solution de réglage est noyée dans une sous dalle béton, ne permettant plus l'accès aux réglages. Le titulaire fera sa propre analyse de cette solution technique

Les éléments de soufflerie à point fixe seront montés en premier, permettant de définir des repères pour monter les autres.

Le montage du système de manutention des portes de la veine d'essais est réalisé dans ce sous poste. Ce système a pour interfaces le caisson de convergent, éléments transférés, et la nouvelle mezzanine qui sera mise en place par la MOE du bâtiment. Les interfaces mécaniques ont été définies précédemment. Il sera à la charge du titulaire qui devra assurer l'alignement du système.

Le montage des centrales hydrauliques est réalisé dans le poste 2, le raccordement des 3 centrales aux éléments existant de la soufflerie s'effectue dans le présent sous poste. Pour la centrale hydraulique du ventilateur, le positionnement est réalisé conformément à celui de Meudon. Cela signifie que les flexibles pourront être réutilisés. Ce ne sera pas le cas des deux autres centrales (celle pour le

système de manutention des portes et l'autre pour la table élévatrice), qui seront repositionnées de manière optimale par rapport à la configuration de Palaiseau (position qui sera à définir lors des études).

10.1.2 Assemblage des éléments neufs (poste 1)

Les éléments neufs seront montés entre eux par rapport aux repères définis au § précédent. Les couples de serrage seront déterminés par les types de joints utilisés et les effets de fond qui seront fournis par l'ONERA lors des études.

10.1.3 Assemblage final du circuit aérodynamique

L'assemblage final doit être étudié avant sa réalisation. Il consistera à assembler de manière logique les éléments existants et neufs par rapport aux contraintes du bâtiment au moment de sa livraison. L'ONERA impose une tolérance d'inclinaison maximale de l'axe de la soufflerie qui est de 0.1° . Cette valeur signifie que du coude 4 jusqu'au coude 1, l'axe de la soufflerie, composé des axes d'éléments neufs et existants, ne doit pas être incliné d'un angle supérieur à 0.1° par rapport à un plan horizontal et également par rapport à un plan vertical qui contient cet axe.

Le titulaire devra ainsi définir les contraintes de tolérances des éléments neufs par rapport à cette spécification, notamment les contraintes de parallélisme des brides d'assemblage, et de coaxialité des axes de chaque élément neuf pris isolément.

CFS N°5-01 : Le titulaire prendra en compte la spécification d'inclinaison maximale de l'axe soufflerie, 0.1° , et la déclinera dans tous les équipements neufs d'une part, et leur assemblage avec les éléments existants du circuit aérodynamique d'autre part

10.2 RECETTES - PREAMBULE

Les essais de remise en service de la totalité de la soufflerie sont complexes et dépendants d'autres prestations d'études, de réalisation et d'installations, qui ne font pas partie du présent CCTP.

La réalisation du transfert complet de la soufflerie S3 dépend également du réseau d'air comprimé haute pression (hors périmètre du présent CCTP).

Les délais de réalisations étant divers et variés, il est possible que le titulaire doive attendre que ces prestations soient réalisées avant de déclencher les essais de recette de la soufflerie. Le problème le plus impactant pour la soufflerie S3 serait le manque d'air comprimé pour l'injection d'air sec dans le circuit aérodynamique, qui empêcherait la vérification du système de ventelles. Un planning commun, détaillé des opérations sera à établir avant le début des essais de recette.

Ce poste a pour but de réaliser des essais de recette transversaux à tous les postes du présent CCTP. De manière non exhaustive, on parle de :

- La recette du système de refroidissement qui ne peut se faire sans le fonctionnement du moteur de la soufflerie.
- La recette de l'alignement complet des éléments neufs de soufflerie qui ne peut se faire sans les éléments transférés.
- Essais sous tension et tests fonctionnels :
 - o **Vérification des entrées/sorties (E/S)** : Test point par point de chaque capteur (analogique 4-20mA, contact sec) et chaque actionneur (vannes, pompes) pour valider la correspondance avec le programme automate.
 - o **Test de communication** : Vérification de la stabilité des réseaux **Profibus/Profinet** et **Modbus** (absence d'erreurs de trames).
 - o **de sécurité** : Vérification du bon fonctionnement des arrêts d'urgence et des asservissements de sécurité (coupure effective des énergies).

Sous-poste 5.2 Les cahiers de recette vierges sont à rédiger par le Titulaire et sont soumis aux remarques de l'ONERA.

10.3 **ORGANISATION DES ESSAIS DE RECETTE**

Les essais sont structurés en plusieurs sous-postes qui constituent des phases successives d'exécution :

1. Essais sur site hors connexions aux réseaux de l'ONERA ;
2. Connexion aux réseaux de l'ONERA ;
3. Essais élémentaires ;
4. Essais sur site d'ensemble.
5. Recette sur site.

Les contrôles et essais de recette constituent les différentes phases de qualification des éléments du système. Chaque phase ne peut démarrer que lorsque la phase précédente a été entièrement réalisée et approuvée par l'ONERA sauf dérogation écrite de la part de ce dernier en cas de vérifications simultanées envisageables.

Chaque contrôle ou essai doit faire l'objet d'un mode opératoire décrit dans le cahier de recette.

Chaque contrôle ou essai doit servir à valider une fonction ou une contrainte décrite au présent CCTP.

10.3.1 **Essais sur site hors connexions aux réseaux de l'ONERA**

Les essais sur site sont, dans un premier temps, effectués hors connexion aux différents réseaux de l'ONERA. Ces essais ont pour but de valider les caractéristiques des éléments neufs et transférés une fois connectés et de vérifier que les connexions aux réseaux puissent avoir lieu sans dégradation des réseaux d'une part et des matériels d'autre part. Les caractéristiques avant connexions auront été vérifiées dans les postes précédents.

Ils permettent notamment de (liste non exhaustive) :

- Vérifier le bon fonctionnement des fonctions éléments après montage ;
- Vérifier l'intégrité des éléments démontés pour le transport et remontés sur site ;
- Confirmer la maintenabilité en conditions réelles d'exploitation.

Sont notamment attendus :

- Des essais de chargement et déchargement, des batteries de l'échangeur thermique,
- Des essais d'ergonomie des trous d'hommes des équipements neufs
- Des essais de montage entre les équipements neufs et les équipements transférés

Ce poste peut comporter des essais transverses aux différents postes.

Après validation des essais hors connexion aux réseaux et l'obtention de l'autorisation de la part de l'ONERA de se connecter aux réseaux, la chambre de tranquillisation peut être connectée aux réseaux pour les essais élémentaires.

Quelques exemples de ce type d'essais :

- Contrôle de la tolérance sur l'axe de la soufflerie.
- Contrôle des marches ascendantes lors du montage d'éléments neufs avec éléments transférés
- Vérification du raccordement entre la sortie de la chambre de tranquillisation et le convergent : continuité du profil interne des deux éléments avec le joint qui fera la liaison entre eux

- Vérification du remontage du système de manutention des portes de la veine d'essais (en statique car ce système a besoin d'énergie hydraulique pour fonctionner)
- Vérification du montage de la table élévatrice
- Vérification du montage du moteur et du ventilateur, et du rack de surveillance vibratoire.
- Vérification du montage du caisson de convergent
- Vérification du montage de la veine d'essais
- Vérification du montage du moteur
- Vérification du lignage moteur/ventilateur

CFS N°5-02 : Le titulaire décrira l'ensemble des opérations d'essais sur site hors connexion, les réalisera et fournira les PVs associés.

10.3.2 Essais élémentaires.

Après connexions aux réseaux (électrique, hydraulique et pneumatique), chaque élément est testé individuellement afin de vérifier que les fonctions élémentaires sont maintenues en présence des fluides et énergies, et sont conformes aux attendus.

Cette phase de test permet entre autres de (liste non exhaustive) :

- Vérifier les sens de rotation du moteur de la soufflerie ;
- Vérifier les connexions hydrauliques et pneumatiques des centrales hydrauliques ;
- Vérifier l'absence de fuite lors des mises en service de ces centrales ;
- Vérifier le bon fonctionnement de l'inclinaison des pales du ventilateur ;
- Vérifier le fonctionnement de l'instrumentation de la surveillance vibratoire du groupe moto-ventilateur ;
- Vérifier que le groupe moto-ventilateur est bien équilibré. Les relevés de vibration issus du rack de surveillance seront comparés avec ceux auront été fait avant démontage et transfert.
- Vérifier le bon fonctionnement du système de refroidissement en faisant circuler l'eau glycolée sans faire fonctionner la soufflerie. Globalement vérifier à blanc tous les modes de fonctionnement de ce système.
- Vérifier le fonctionnement du système de manutention des portes de la veine (potence)
- Vérifier le fonctionnement de la table élévatrice (TE)
- Vérifier le fonctionnement des ventelles
- Vérifier le fonctionnement de l'extracteur de particule, et de la vanne de sectionnement.

Ce poste peut comporter des essais transverses aux différents postes.

CFS N°5-03 : Le titulaire décrira l'ensemble des opérations d'essais élémentaires, les réalisera et fournira les PVs associés.

10.3.3 Essais sur site d'ensemble

Ces essais doivent permettre de

- Mettre au point l'installation dans son ensemble ;

- Vérifier et valider l'ensemble des fonctionnalités et des performances de la soufflerie dans son ensemble ;

Ces essais sont transverses aux différents postes.

La coordination de ces essais impose que les essais d'ensemble doivent être réalisés en accord de l'ONERA.

Le Titulaire tiendra le personnel nécessaire aux essais d'ensemble à disposition durant toute la phase d'essais d'ensemble.

Une fois les essais validés, la recette sur site peut être effectuée en collaboration de l'ONERA.

Quelques exemples de ce type d'essais :

- Vérification de la régulation en température de la soufflerie par le système de refroidissement
- Vérification de tous les modes de pilotage depuis le pupitre de commande de la soufflerie (notamment arrêt normal, arrêt d'urgence), pour une matrice d'essais bien définie au préalable entre le titulaire et l'ONERA.
- Vérification de l'inclinaison des pales du ventilateur pendant sa rotation
- Vérification de l'absence de fuite du circuit aérodynamique
- Vérification du bon fonctionnement de la potence et de la table élévatrice
- Vérification du fonctionnement du système de surveillance vibratoire du groupe moto ventilateur
- Vérification du démarrage moteur (autotransformateur)

CFS N°5-04 : Le titulaire décrira l'ensemble des opérations d'essais d'ensemble, les réalisera et fournira les PVs associés.

11 SPECIFICATIONS POUR LE POSTE 6 : GESTION ET INGENIERIE GLOBALE DE PROJET

L'objet de ce poste est de définir les exigences relatives au pilotage de l'affaire, à l'encadrement des équipes du Titulaire et à la coordination de l'ensemble des prestations décrites dans les Postes 1 à 5. Le Titulaire doit mettre en place une organisation garantissant le respect des objectifs de qualité, de coûts, de délais et de sécurité du projet.

11.1 MISE EN PLACE DE L'EQUIPE PROJET, PQM

- **Nomination d'un Chef de Projet** : Le Titulaire s'engage à nommer, dès la notification du marché, un Chef de Projet qualifié. Ce dernier sera l'interlocuteur technique, unique et privilégié de l'ONERA pour toute la durée des prestations.
- **Rôle et responsabilités** : Le Chef de Projet a l'entière responsabilité de l'exécution du contrat. Il gère, encadre et anime l'ensemble de l'équipe du Titulaire (bureau d'études, ateliers, équipes de chantier) ainsi que ses éventuels sous-traitants. Il s'assure de la bonne allocation des ressources nécessaires à l'avancement nominal du projet. Il détaille le PQM
 - o Il assure l'ingénierie d'ensemble des études d'Avant Projet Sommaire, d'Avant Projet Détaillé, il réalise les analyses fonctionnelles et l'analyse des risques (à détailler dans le PQM). L'ingénierie d'ensemble comprendra la **Coordination technique et gestion des interfaces (Postes 1 à 5)** :
 - o La cohérence et l'intégration des différents postes du marché (conception des éléments neufs, démontage des éléments conservés, système de refroidissement, câblage électrique et assemblage final).

- o La gestion des interfaces physiques et temporelles entre les interventions sur le site de départ (Meudon) et le site d'arrivée (Palaiseau).
- o La co-activité de ses équipes et l'organisation des problématiques de sécurité (Plans de Prévention) applicables sur les sites de l'ONERA, en relation avec le chef de projet technique ONERA, qui assurera l'interface avec les responsables de sécurité du centre ONERA de Palaiseau.

CFI 6-01 : Le titulaire proposera un chef de projet assurant les demandes exprimées au §11.1

11.2 SUIVI DU PROJET GLOBAL

Le Chef de l'équipe Projet du titulaire met en place et anime les instances de suivi suivantes :

- **Réunions d'avancement régulières** : Le Chef de l'équipe Projet du titulaire planifie et anime des réunions périodiques (périodicité à définir en phase APS, APD et exécution). Il rédige et diffuse les comptes rendus à l'ONERA dans un délai maximum de 5 jours ouvrés. C'est lui qui propose les personnels de son équipe lors de ces réunions, pour dialoguer avec l'équipe technique de l'ONERA.
- **Reporting périodique** : Le Titulaire fournit à l'ONERA un rapport d'avancement a minima bimensuel. Ce tableau de bord intègre obligatoirement :
 - o L'état d'avancement physique et documentaire des Postes 1 à 5.
 - o Le planning actualisé mettant en évidence le chemin critique et les éventuelles dérives.
 - o Le suivi des risques (techniques, délais, interfaces) assorti des plans d'actions correctives pilotés par le Titulaire.
 - o Le suivi des non-conformités éventuelles et des validations attendues de la part du Client.
 - o Le suivi financier de l'avancement du projet, les alertes sur d'hypothétiques dérives

CFS 6-01 : Le chef de l'équipe projet du titulaire assurera les réunions d'avancement et de reporting telles que définies au §11.2

11.3 GESTION DOCUMENTAIRE

- Le Titulaire est responsable du recueil, du suivi, de la vérification et de la transmission à l'ONERA de l'ensemble des livrables mentionnés au chapitre 13 dans les délais compatibles avec les phases de validation prévues au contrat.
- Le Chef de l'équipe Projet du titulaire devra fournir et tenir à jour un planning d'exécution détaillé sous format GANTT (Microsoft Project). Ce planning fera apparaître de manière explicite :
 - o Le chemin critique du transfert et de la remise en service.
 - o La durée de chaque poste.
 - o Les jalons de validation documentaire par l'ONERA.
 - o Les phases de co-activité sur les sites de Meudon et Palaiseau.
 - o Les jalons d'intégration réglementaire, incluant la préparation et la fourniture des dossiers techniques nécessaires aux démarches ICPE, et un soutien aux étapes de mise en service et de déclaration réglementaire via la plateforme LUNE à destination de la DRIEAT (Île-de-France) si nécessaire (la démarche étant du ressort de l'ONERA).

11.4 EQUIPE TECHNIQUE ONERA

L'équipe technique ONERA sera composée d'un chef de projet, interlocuteur technique du titulaire, d'un ingénieur de bureau d'études, du responsable de la soufflerie S3, et d'un éventuel assistant projet qui

s'occupera de la coordination technique interne et externe avec les différents titulaires des autres marchés liés au transfert des installations de Meudon vers Palaiseau.

11.5 **DOCUMENTATION**

Le titulaire réalise le dossier technique de l'ensemble de sa prestation.

Pour les postes 1 à 5, le dossier doit comporter l'ensemble des livrables créés au cours du projet notamment :

- Les documents d'études : l'ensemble des documents d'études soit les notes techniques et de calculs, les plans d'ensembles et de détails ;
- Les documents de réalisation et maintenance, soit les modes opératoires, le dossier d'approvisionnement, les cahiers de soudage avec les qualifications des soudeurs et les qualifications des modes opératoires de soudage, la fiche de suivi de soudage, les PV de fabrication et de contrôle CND ;

Les documents de contrôles et épreuves avec les LOMC et les LOFC complétées, les déclarations de conformité, les recettes usines et sites ;

- Les documents d'essais avec l'ensemble des PV d'essais ;
- Les documents de management de projet et de la qualité.

Une liste plus complète est présentée au chapitre 13.

NOTA : les documents d'études de type plans doivent être Tel Que Construit lors du rendu du dossier documentaire.

11.5.1 Gestion Electronique de la documentation

11.5.1.1 Format des livrables

Les livrables doivent être lisibles, a minima ils seront fournis en version pdf ou par une suite bureautique du commerce type microsoft office ou libre office. Les versions natives sont également demandées.

11.5.1.2 Fichiers de conception

Les fichiers de conception seront fournis en natif, générés par le logiciel du titulaire. Cependant, l'ONERA demande que les fichiers électroniques de conception (pièces, assemblages) soient également fournis en version .step pour être rendus lisibles par le logiciel de l'ONERA. Le logiciel utilisé est la version V5R2020 de CATIA. Les plans devront être fournis a minima en version pdf. Les PIDs devront être fournis en pdf et en version native du logiciel du titulaire.

11.5.1.3 Fichiers de calculs

L'ONERA ne demande pas que les fichiers de calculs numériques soient fournis. Les modélisations et résultats seront explicités dans les livrables.

11.5.1.4 Templates

A la passation du marché, l'ONERA fournira les templates adaptés aux types de documents que le titulaire produira au cours du projet. Ils seront fournis au format word.

11.5.1.5 Langue

Toute la documentation sera écrite en langue française. Cependant, selon les types de documents fournis, (les certificats matière par exemple), l'ONERA peut accepter que la langue ne soit pas française.

11.5.1.6 Bordereau de livraison

Un bordereau de livraison sera exigé pour chaque envoi officiel d'un document (en version électronique et/ou en version papier)

11.5.1.7 Cycles de validation

Les documents envoyés par le titulaire seront soumis aux remarques de l'ONERA sous un délai de 15 jours ouvrés. Passé ce délai, les documents seront considérés comme acceptés par l'ONERA.

11.5.2 Sécurité, confidentialité

Les informations confidentielles sont définies au CCAP. Il est interdit de déposer la documentation sur des clouds non sécurisés ou des serveurs basés à l'étranger.

11.5.3 Numérotation de la documentation

Afin d'organiser et de clarifier la documentation liée à l'étude et à la réalisation de ce lot, la nomenclature est imposée par l'ONERA.

Les numéros du document auront la forme suivante :

DAAA-1-1735-PL-1000-A-TITRE_DU_DOCUMENT

- Numéro d'étude DAAA (ne change pas)
- **Type de document**
 - o PL : Plan
 - o NC : Note de calcul
 - o ES : Etude de sécurité
 - o NT : Note technique
 - o PV : Procès-verbal
 - o DC : Dossier constructeur
 - o ...
- **Numéro du document**
 - o Les numéros de **1000 à 1199** sont réservés à tous les documents concernant **la soufflerie dans son ensemble (gestion de projet)**
 - o Les numéros de **1200 à 1999** sont réservés à tous les documents concernant **les éléments transférés (poste 2)**. Les plans d'ensemble devront porter un numéro se terminant par une centaine et les documents associés devront suivre celle-ci afin de clarifier l'organisation.
 - o Les numéros de **2000 à 2999** sont réservés à tous les documents concernant **les éléments neufs (poste 1)**
 - o Les numéros de **3000 à 3999** sont réservés à tous les documents concernant **le contrôle commande/câblage de la soufflerie (poste 4)**
 - o Les numéros de **4000 à 4999** sont réservés à tous les documents concernant **le circuit de refroidissement (poste 3)**
- **Indice**

- Titre du document

CFS 6-03 : Le titulaire produira la documentation telle que spécifiée au §11.5

11 CONTRAINTES D'INTERFACES AVEC LE NOUVEAU BATIMENT ET CONTRAINTES LOGISTIQUES

11.1 LOCALISATION DU SITE DE MEUDON

Le site de Meudon est situé à l'adresse suivante : 8 rue des vertugadins, 92190 Meudon. Il possède un accès principal dans la rue des vertugadins, qui peut être rendu difficile pour les camions selon leur gabarit.

Il existe un second accès, restreint, du côté de l'avenue de Trivaux. Cet accès est cependant meilleur pour un camion que par la rue des vertugadins. Le titulaire pourra solliciter l'ONERA pour passer à cet endroit.

11.2 BATIMENT S3 EXISTANT

La soufflerie S3 est située dans le bâtiment noté S3 sur le plan ci-dessous :

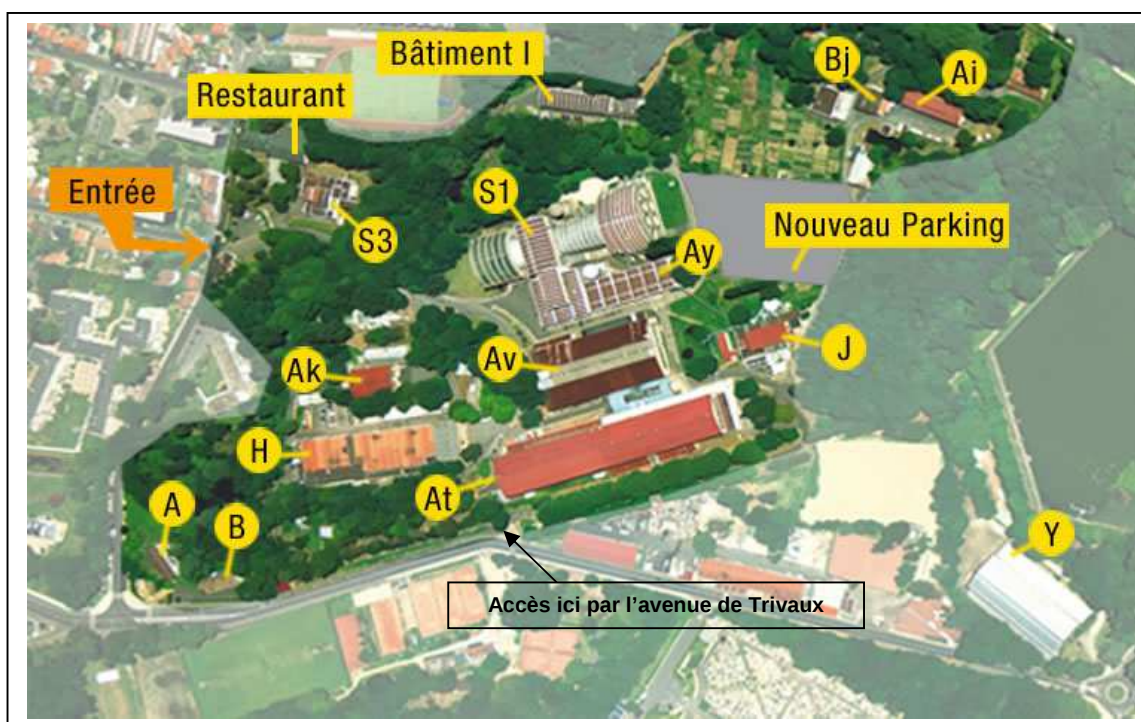


Figure 51 : Site de Meudon (Soufflerie S3 dans le bâtiment S3)

Ce bâtiment possède 3 accès :

Accès dit « E » au Hall d'essai. Cet accès peut permettre d'extraire certains éléments du circuit principal



Figure 52 : Accès E

Accès dit « B » permettant d'extraire des éléments du circuit ainsi que le matériel de stockage ou d'atelier. Une porte permet notamment d'extraire les éléments en amont du convergent, celle-ci est équipée d'un pont roulant



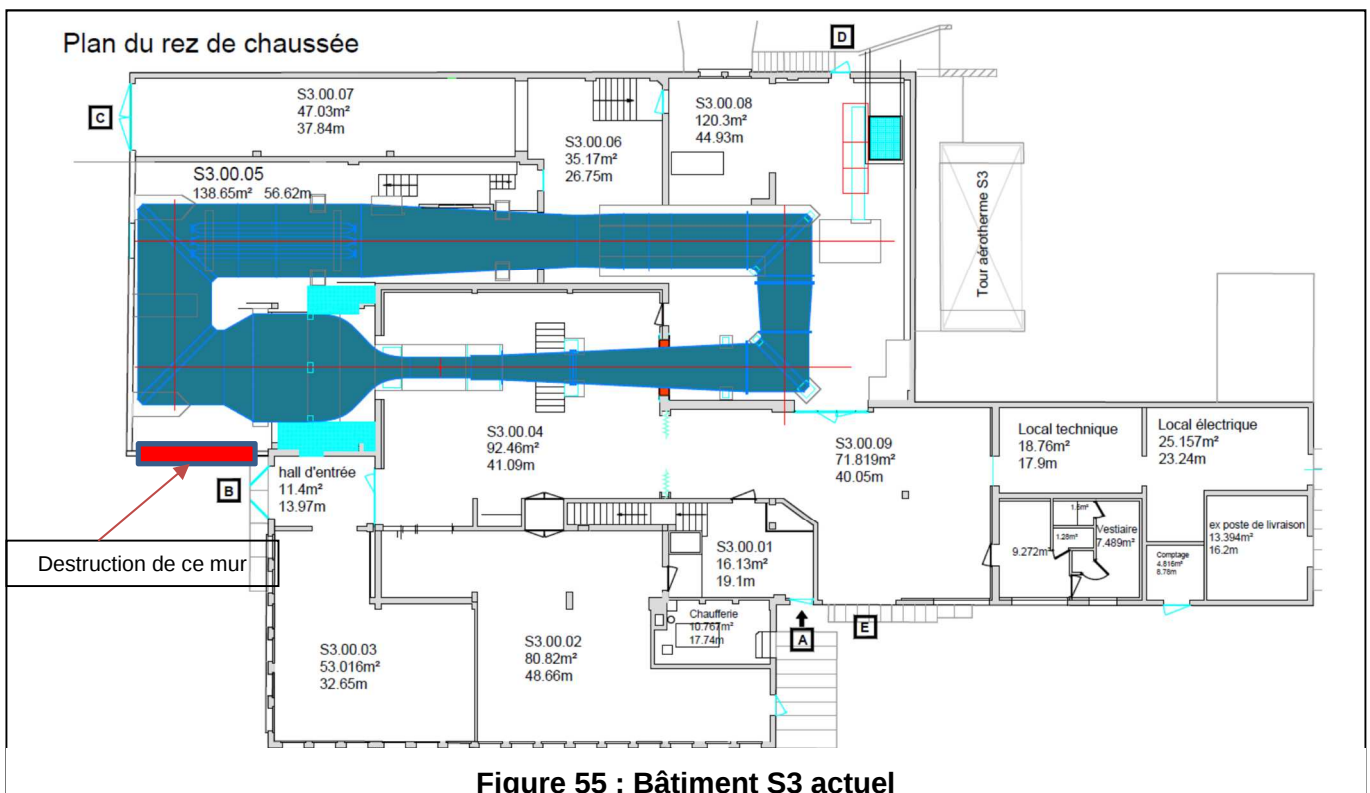
Figure 53 : Accès B

L'accès dit « C » peut permettre d'extraire les éléments annexes au circuit de soufflerie.



Figure 54 : Accès C

Pour pouvoir récupérer le convergent de la soufflerie, l'ONERA permettra l'accès par un nouvel endroit. Pour cela, un mur du bâtiment devra être détruit par l'ONERA, il est situé juste à côté de l'accès B. Ce mur a déjà été détruit par le passé, lors de la rénovation de cette soufflerie (en 1986). La destruction de ce mur permettra au titulaire de pouvoir démonter le coude 4 existant et la chambre de tranquillisation, pour pouvoir accéder au convergent.



Dans son étude de transfert le titulaire indiquera la démarche et la logique de démontage par rapport aux contraintes de bâtiment évoquées dans le présent document.

Le passage par la destruction de ce mur fait l'objet d'une description particulière en Annexe 02-05.

11.3 BATIMENT J POUR LE TRANSFERT DES POMPES LEYBOLD

Les 3 pompes Leybold sont localisées dans le bâtiment J, à l'est du site ONERA de Meudon. Le local a une surface au sol de 35m². Son accès peut se faire depuis l'est du bâtiment, une porte de garage et une porte sectionnelle composent le SAS. Les dimensions de ces portes sont de l'ordre de

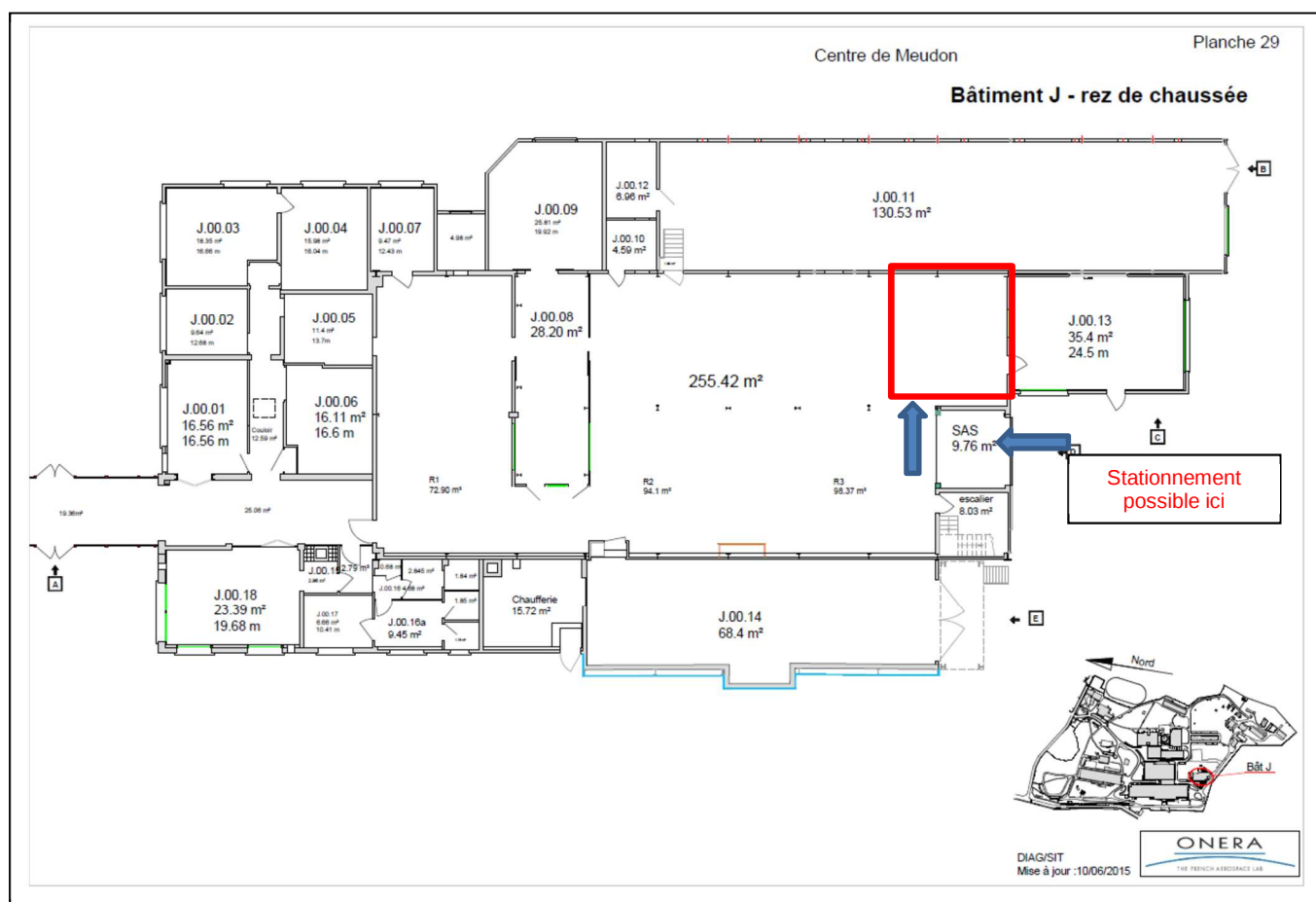


Figure 56 – Vue du bâtiment J

11.6 ZONES DE STOCKAGES

Pour la logistique, deux zones de stockage sont exploitables, le bâtiment Av, qui offre une grande capacité de surface et de grande hauteur (>5m), et le bâtiment Aw, situé face au bâtiment J, pour des volumes plus restreints. Ces deux bâtiments étant voisins, ils peuvent être utilisés simultanément selon les besoins.

11.7 LOCALISATION DU SITE DE PALAISEAU

La commune de Palaiseau se situe à 20 km au sud-ouest de Paris.

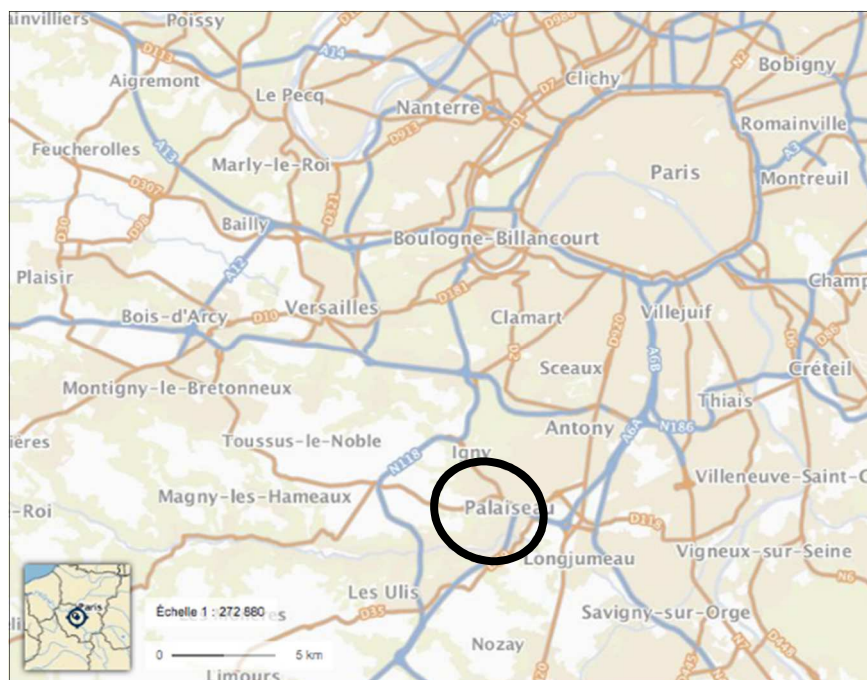


Figure 57 : Localisation centre de Palaiseau

Le site de l'ONERA est localisé sur les hauteurs de Palaiseau, entre la forêt domaniale de Palaiseau à l'ouest, la Butte à la Reine à l'est et des quartiers résidentiels au nord, au sud et plus sporadiquement à l'ouest.



Figure 58 : Zoom sur le site ONERA de Palaiseau

11.7.1 Environnement proche

L'environnement du centre ONERA de Palaiseau est essentiellement marqué par 2 éléments :

- Un tissu résidentiel développé et proche

On trouve :

- des habitations au sud-ouest dont les premières sont à une distance de l'ordre de 50 m (ensemble d'habitations nommé Les Joncherettes),
- une zone pavillonnaire au sud, desservie par le chemin de la Hunière, à partir de 40 m des premières installations,
- une zone d'habitation récente au nord (nouveau quartier Camille Claudel) à une distance de l'ordre de 60m.

L'établissement ONERA est donc situé en limite d'un faubourg de la ville de Palaiseau, où se trouvent des maisons d'habitation de type pavillon et des immeubles R+5, ce qui rend très significatif l'insertion de cet établissement de recherche (paysager, sonore, etc.) dans son environnement immédiat décrit ci-dessus.

- Un environnement naturel important

Le centre ONERA est bordé sur toute sa limite ouest par la forêt domaniale de Palaiseau. Une part importante du site (environ 5 ha, soit 30 %) est occupée par des Espaces Boisés Classés.

Les conséquences pour le titulaire se situeront autour des voies d'accès aux postes sud et nord, qui devront être étudiées pour pouvoir acheminer les équipements sans dégradation de cet environnement



- Emprise ONERA
- Habitat
- Espaces Boisés Classés

Source : Google Earth

Figure 59 : Emprise du site de Palaiseau

11.7.2 Accès / desserte

Entrées du site

Deux accès principaux desservent le site de Palaiseau :

- L'entrée Nord, 6 chemin de la Vauve aux Granges. Elle est l'entrée des visiteurs, et du personnel (en voiture et à pied).
- L'entrée Sud, 8 chemin de la Hunière. Elle est réservée aux prestataires extérieurs "permanents" munis d'un badge, aux entreprises extérieures travaux, aux livreurs, mais également au personnel en voiture ou à pieds.

Trois autres accès, davantage utilisés à des fins logistiques, existent. Le premier au nord-ouest du site, le deuxième au nord-est du site, directement sur le chemin de la Vauve aux Granges, le troisième immédiatement à l'est de l'entrée sud.

11.7.3 Le nouveau bâtiment Est

Le bâtiment Est, en cours de conception à ce jour, sera composé d'une partie tertiaire de 6 étages, d'une partie locaux techniques pour l'accueil de 3 souffleries, et des sous-sols permettant d'accueillir les futurs laboratoires des différents départements de l'ONERA qui déménageront dans ce bâtiment, ainsi que les servitudes pour les souffleries. Ce ne seront pas moins de 400 personnes qui occuperont à temps plein ce nouveau bâtiment.

Il sera construit dans l'emprise du site ONERA, et une double voie routière permet de longer complètement le bâtiment. Devant le local de S3, des places de parking permettront aux opérateurs de la soufflerie de stationner, mais également permettre le stationnement temporaire de machines de manutentions pour la manutention des éléments de souffleries.

L'accès des engins de manutention se feront soit par l'entrée nord soit par l'entrée sud selon les contraintes d'acheminement, ou bien par l'une des 3 autres entrées logistiques décrites aux paragraphes précédents.

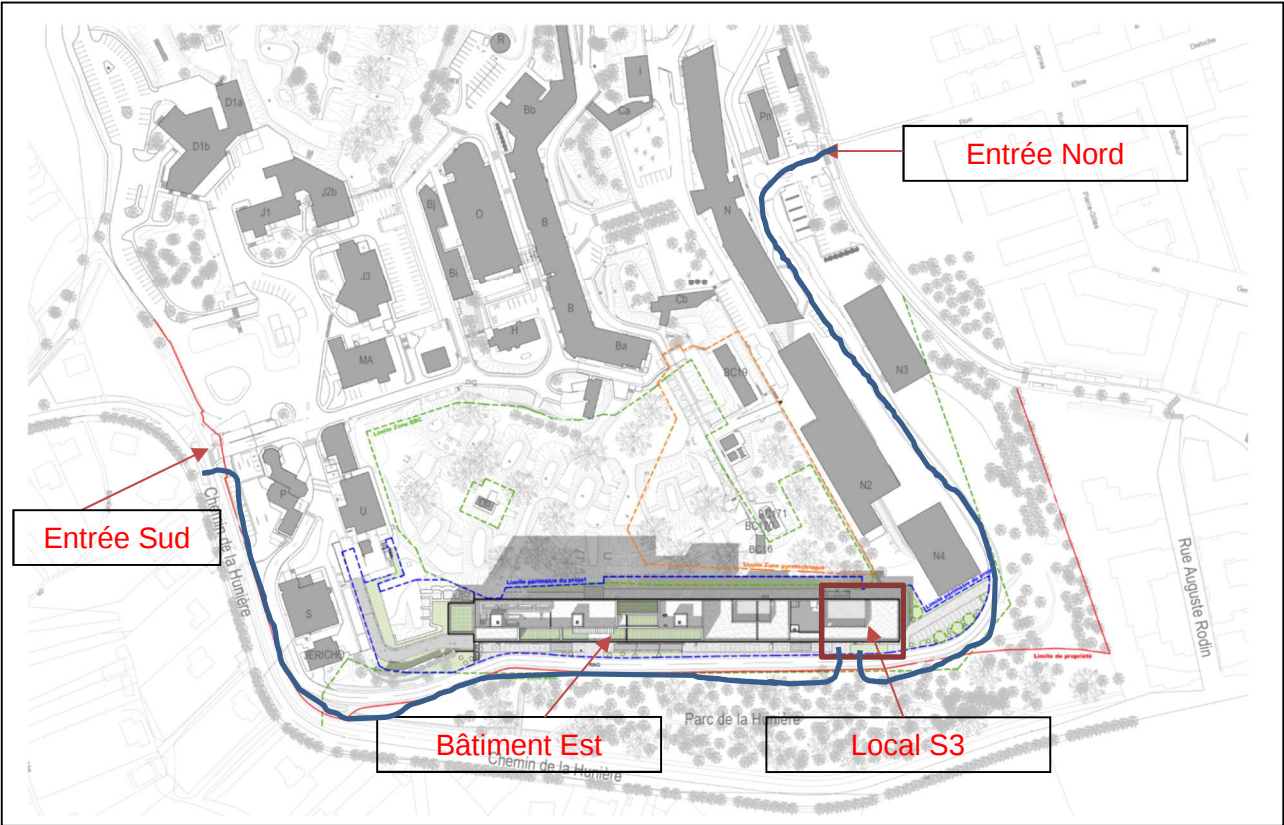


Figure 60 : Accès au bâtiment Est et ring

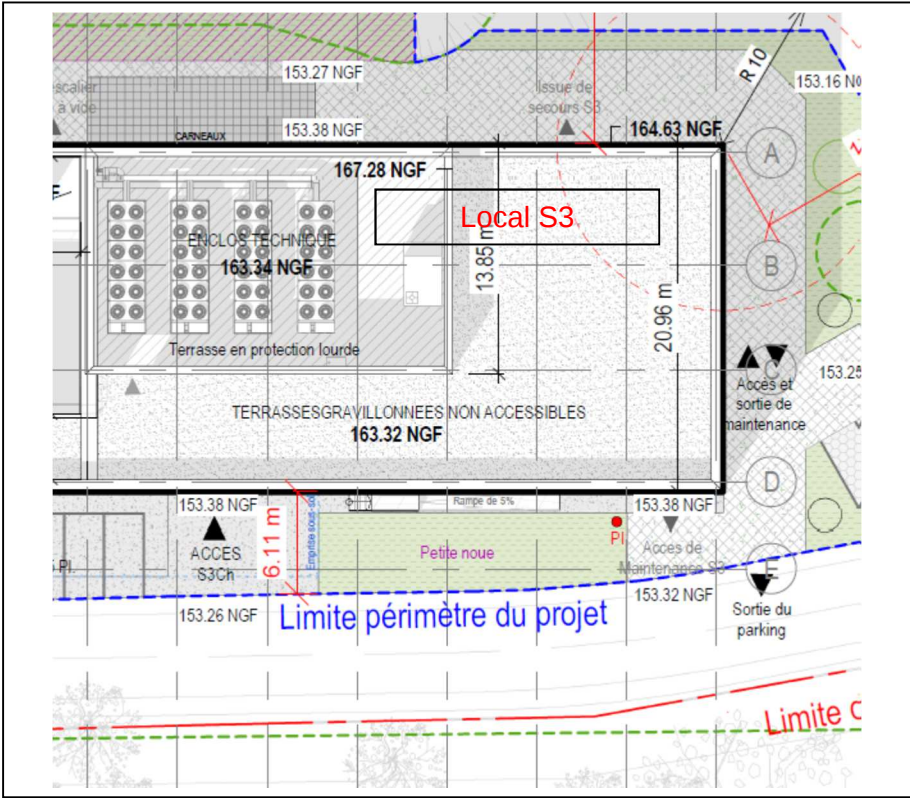


Figure 61 : Zoom sur le local

11.8 CONTRAINTES D'ACCES ET DE LOGISTIQUE

Le local accueillant la soufflerie a les dimensions suivantes :

Longueur hors murs : **38150 mm**

Largeur hors murs : **19600 mm**

Hauteur sol au plafond : **9440 mm**

L'accès au local S3 se fait à l'aide de deux passages (entourés en rouge sur la figure suivante) équipés de doubles-portes pour des questions acoustiques (une double porte étant définie comme la somme d'une porte sectionnelle intérieure + une porte double battant).

Le premier accès, appelé « Accès S3CH » sur la figure ci-dessous (à gauche), a un passage plein de 5mx5m. Il permettrait de faire rentrer les plus gros éléments de soufflerie (coude 4, chambre de tranquillisation, convergent) en un seul assemblage, et également tous les autres éléments du circuit aérodynamique si le titulaire y voit un intérêt de passer par là.

Le second accès se situe de l'autre côté du local, avec un passage plein de 3mx3m. Il est nommé sur la figure ci-dessous « accès maintenance S3 ». Il permet de pouvoir acheminer par exemple le moteur de la soufflerie. Il est également constitué d'un SAS acoustique, ce qui signifie qu'une fois rentrés dans le local, les éléments de soufflerie devront traverser une autre porte ayant les mêmes dimensions que la première.

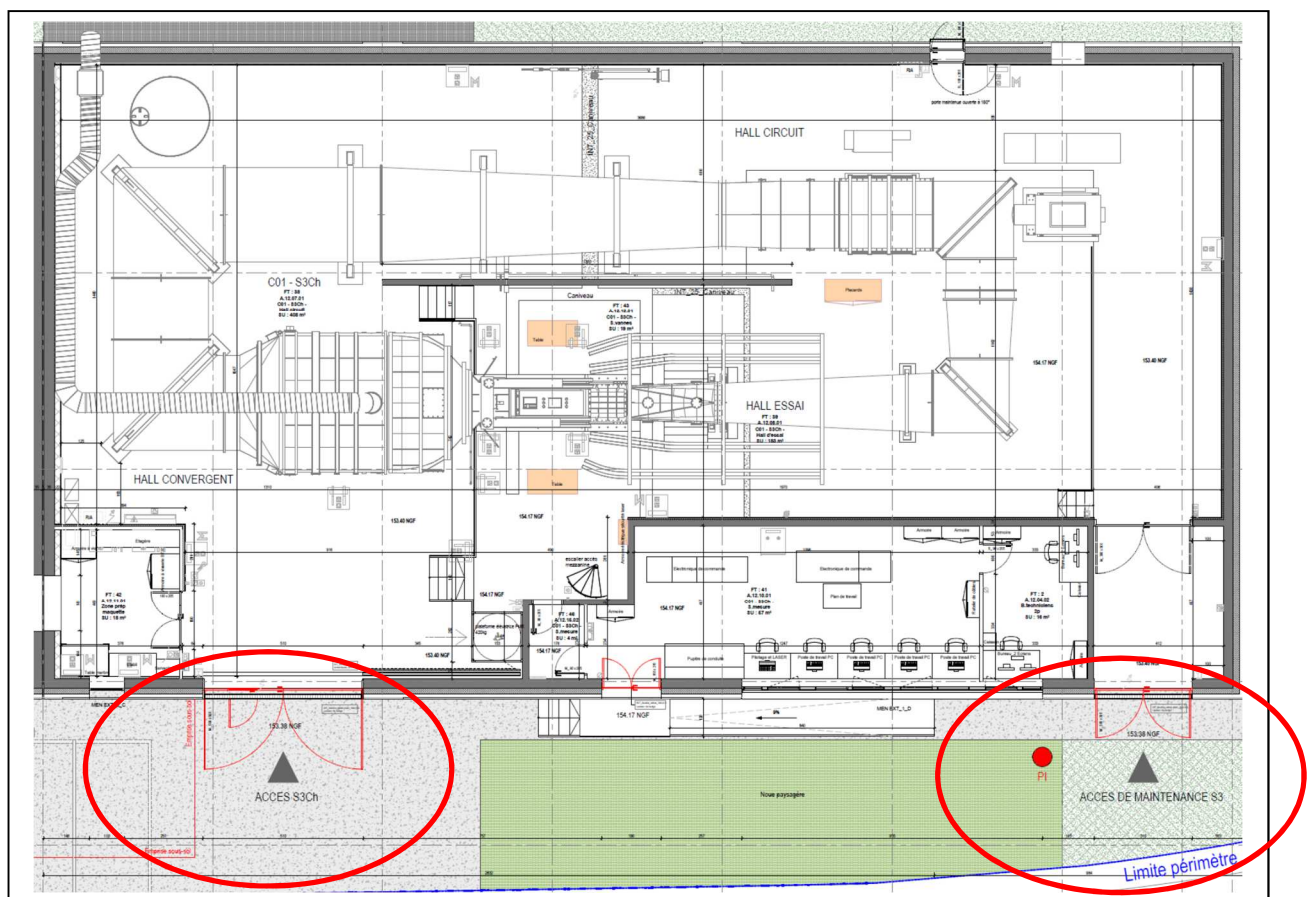


Figure 62 : Accès au local S3

11.9 INTERFACES AVEC LE NOUVEAU BATIMENT EST

Quand le bâtiment EST sera rendu disponible pour le remontage de la soufflerie, le local sera dans l'état suivant :

- Les dalles de RdC et du Hall d'essais (+78cm) seront terminées de fabrication
- Les massifs supportant la soufflerie seront fabriqués
- L'éclairage, la CVC, le désenfumage, etc.... seront opérationnels
- Les caniveaux dans les dalles seront réalisés
- Les locaux seront réalisés
- Le pont roulant de CMU 5T sera monté, éprouvé et disponible à la manutention
- La mezzanine au-dessus du diffuseur n°1 sera réalisée et disponible, permettant le montage du système de manutention des portes de la veine d'essais.
- Les trous de passage pour la cheminée du moteur et l'extraction des particules fines de la chambre de tranquillisation seront réalisés

A partir d'une configuration de ce type, le titulaire établira un document présentant la démarche et la logique de remontage des éléments existants et neufs.

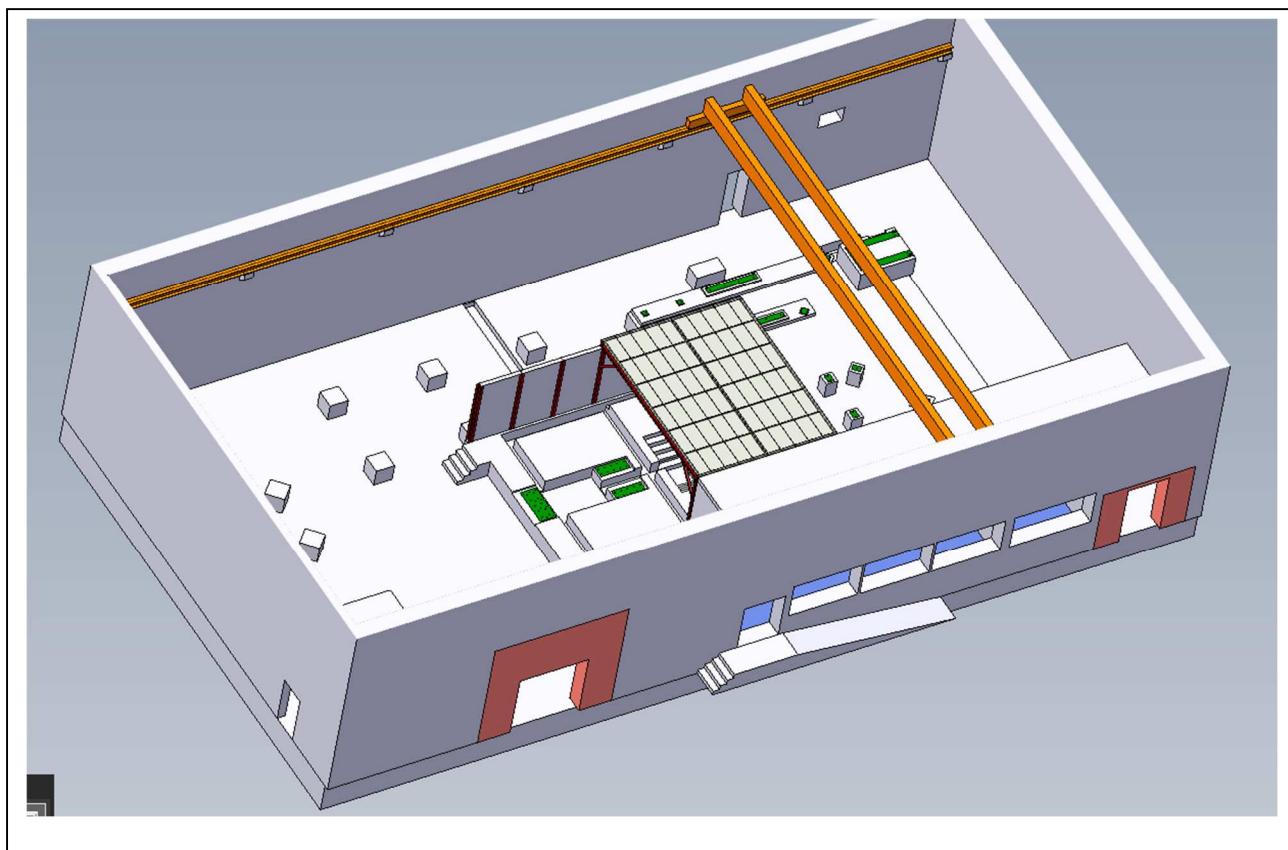


Figure 63 : Configuration du local de la soufflerie lors de la livraison du bâtiment est

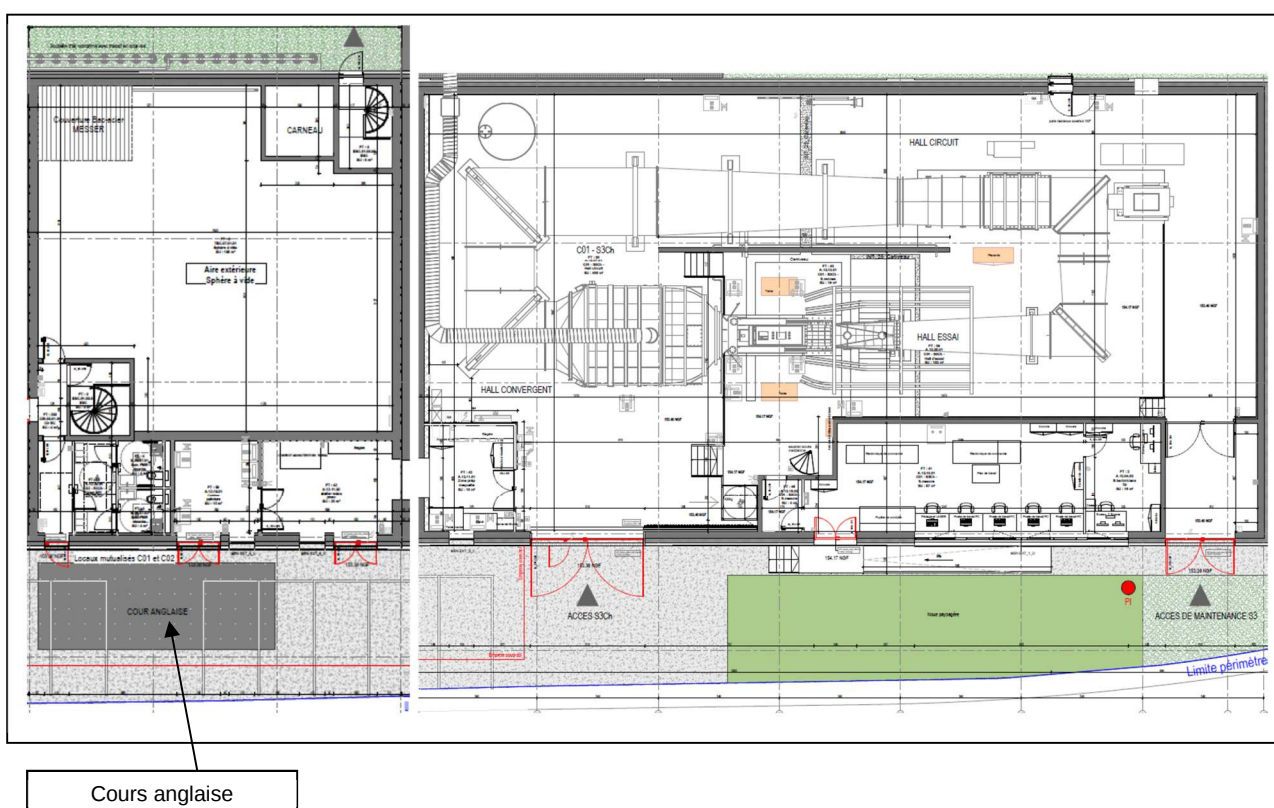
Remarque : Les éléments du circuit aérodynamique ne pourront être manutentionnés que pendant la période d'installation du circuit. Ce ne sera plus possible ensuite du fait que la hauteur sous crochet n'est pas dimensionnée pour faire passer un élément de circuit au-dessus de l'autre.

11.10 LOCAL D'ACCUEIL DES POMPES LEYBOLD

Le bâtiment est conçu pour accueillir au sous sol un certain nombre d'équipements, dont les pompes Leybold. Le principe pour descendre des équipements lourds et encombrant du rez de chaussée au sous-sol, est l'utilisation d'une cours anglaise créée pour ce besoin, accompagnée d'un moyen de levage et de manutention devant être capable d'acheminer les éléments jusqu'au local et de pouvoir les assembler sur place. Le moyen de manutention peut être spécifique si besoin, et si tel était le cas, sera conservé de manière à pouvoir être réutilisé dans le temps à des fins de manutention.

11.10.1 Accessibilité au bâtiment

Une aire de levage est positionnée comme le montre l'image ci-dessous, à côté de la cours anglaise. Sur cette image la route d'accès se situe juste en dessous de l'aire de levage et de la cours anglaise



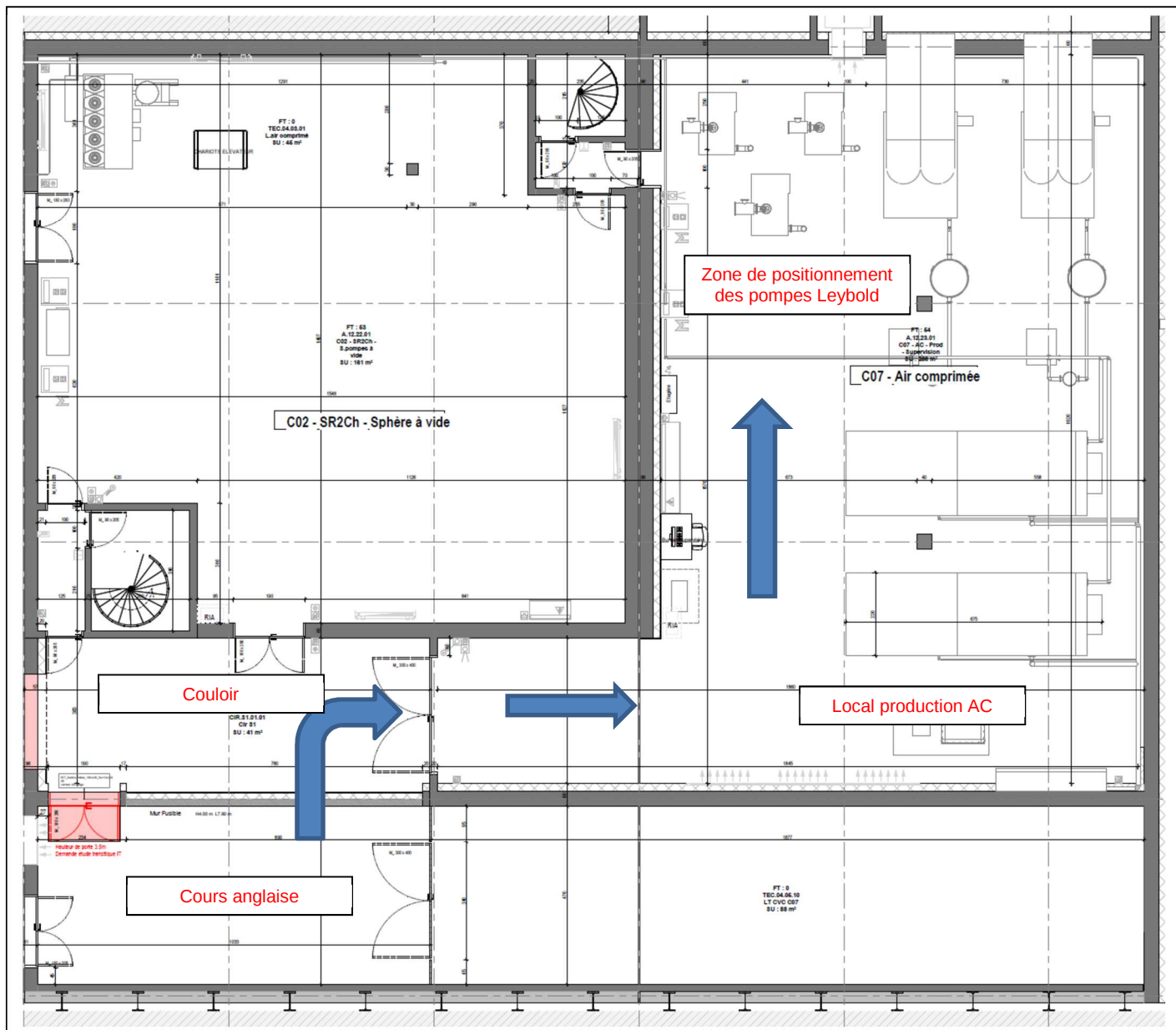
Les machines circuleront à travers plusieurs zones qui auront les contraintes suivantes :

La cours anglaise : ses dimensions sont **4.7m de largeur x 10.33 m de longueur et 5.28 m de hauteur**

Le passage de la cours anglaise au couloir : un mur fusible permettra les accès des machines. Ses dimensions sont de **4m de haut par 7.8m de longueur**

Le couloir a une largeur de **3.83m pour une hauteur de 4.65m**, la double porte de passage du couloir au local de production d'AC a une **largeur de 3m pour une hauteur de 4m**.

Enfin, le local de production d'air comprimé a une **largeur de 12.7m et une longueur de 19.2m, pour une hauteur de 4.65m**



11.11 **CALEPIN DE SURCHARGE**

Le bâtiment fournit des charges au sol admissibles pour tous les locaux. Les informations sont fournies en Annexe 01-02 et résumées ci-dessous :

Pour le local S3 (RdC) : **11 kN/m² pour les charges d'exploitations et 1.5 kN/m² en charges permanentes**

Pour le local d'Air Comprimé (Sous Sol) : **20 kN/m² pour les charges d'exploitations et 1.5 kN/m² en charges permanentes**

Pour la toiture du local S3 : **11 kN/m² pour les charges d'exploitations et 1.5 kN/m² en charges permanentes**

11.12 **INTERFACES AVEC LES AUTRES PRESTATIONS HORS PERIMETRE DU PRESENT MARCHE LIES A LA SOUFFLERIE S3**

Les interfaces identifiées avec les autres prestations hors périmètre du présent marché sont les suivantes :

11.12.1 Interfaces avec les tuyauteries BP et HP

Les objectifs de cette prestation sont d'étudier et de réaliser les tuyauterie HP et BP qui sont liées à la soufflerie S3 mais aussi aux futures autres installations transférées à Palaiseau. L'installation du réseau de tuyauterie HP pour la soufflerie S3 a peu d'impact sur les interfaces, en effet seule une ligne HP doit être liée à un des éléments neufs de la soufflerie. Là aussi la coordination des tâches sera menée par l'ONERA.

12 DEFINITION DU SERVICE A EXECUTER

Le service à exécuter comprend :

12.1 POUR LES POSTES 1 (ELEMENTS NEUFS) ET 3 (REFROIDISSEMENT) :

12.1.1 Les études (sous-postes 1.1 et 3.1)

- Etudes d'exécution : réalisation des plans, des notes de calculs, des notices de montage, notamment une notice présentant l'ordre de montage des éléments des postes 1, 2 et 3, réalisation du dossier de fabrication et de justification, et des programmes de fabrication, de contrôle de fabrication, de montage et des essais (cahier de recette vierge).
- Revues de conception en cours d'études : Le Titulaire présente ses études, au fur et à mesure de sa conception, au cours de revues de conception avec l'ONERA. La fréquence de ces revues est au minimum mensuelle, et elle peut être augmentée en tant que de besoin. Le Titulaire émet un compte-rendu de chaque revue de conception pour tracer les décisions et évolutions de conception. Ce compte-rendu est soumis aux remarques de l'ONERA. Le Titulaire donne suite aux remarques de l'ONERA.
- Revue de fin de conception APD : Elle permet de soumettre les études en version APD à l'ONERA pour la formulation des remarques de ce dernier et leur prise en compte par le Titulaire, et constitue un Point d'Arrêt avant le démarrage de la réalisation des études de détails.
- Revue de fin de conception de détails : Elle permet de soumettre les études de détails aux remarques de l'ONERA (plans d'ensemble, de détails et notes de calculs et de montage sur site) et constitue un Point d'Arrêt avant le démarrage de la fabrication.

Le Titulaire réalise les études APD et de détails des éléments neufs et du refroidissement de la soufflerie.

Il prend soin de vérifier et de compléter par les mesures des interfaces, telles que construit actuellement, suivant les besoins, les données transmises par l'ONERA sur les éléments conservés et sur le bâtiment de Palaiseau, notamment sur la position des massifs bétons, les moyens de manutention, les utilités et les cheminements possibles.

Sur la base de ce cahier des charges, des études transmises, des relevés sur site, le Titulaire réalise dans un premier temps un plan d'ensemble et un plan d'implantation, avant de réaliser les plans de détails et de fabrication.

Le plan d'ensemble doit permettre de repérer les différentes pièces, de visualiser les caractéristiques fonctionnelles, notamment de la chambre de tranquillisation et de vérifier les différentes interfaces. Il est accompagné d'une nomenclature.

Dans sa conception, le Titulaire prend en compte les cheminements et moyens de manutention du bâtiment de Palaiseau.

Il réalise aussi les modes opératoires pour la fabrication et les contrôles associés et présente ses programmes de fabrication et de montage usine (sur le site du Titulaire) et site (sur le centre ONERA de Palaiseau) ainsi que ses programmes des essais usines et sites.

Ce relevé sert d'état de référence lors du remontage sur le site de Palaiseau.

12.1.2 Approvisionnement (sous-postes 1.2 et 3.2) et fabrication

Le Titulaire réalise les approvisionnements pour les éléments neufs du circuit aérodynamique et du système de refroidissement, en incluant la visserie, les joints et tout élément nécessaire à la fabrication, le montage et les contrôles de chaque partie.

Un Dossier de Contrôle des Approvisionnements est mis en place pour lister, suivre et contrôler les approvisionnements. Il précisera notamment :

- La nature des matériaux (avec certificat matière 3.1) ;

- Pour les pièces du commerce :
- La désignation du produit,
- Un certificat ou déclaration de conformité,
- La fiche technique du fabricant ;
- Le domaine et les limites d'utilisation ;

NOTA : Pour tout essai et contrôle, le matériel de test ou de contrôle doit être étalonné et le certificat d'étalonnage doit être valide au moment des contrôles et essais. Le certificat d'étalonnage doit être fourni.

12.1.3 Fabrications (sous-postes 1.3 et 3.3)

12.1.3.1 Fabrications des composants (sous-postes 1.3 et 3.3)

La fabrication des composants et les contrôles associés sont suivis par une LOFC soumise en amont à l'ONERA. Tout contrôle fait l'objet d'un PV. Les contrôles sont à la charge du Titulaire et de sa responsabilité. Certains contrôles peuvent être réalisés par un laboratoire ou un organisme agréé. Le Titulaire définit ses propres points d'arrêt et de contrôle. L'ONERA notifie lors de la soumission en amont de la LOFC les points de convocation et d'arrêt qu'il décide de retenir.

Les sites de fabrication devront être accessibles pour l'ONERA (en présence du Titulaire).

Des contrôles CND sont à réaliser selon le référentiel de construction retenu. Les PV CND sont visés par un niveau COFREND adapté pour les travaux de soudage.

Les soudures sont réalisées conformes selon le CODAP 2010. Le Titulaire évaluera la pertinence de réaliser un contrôle par radiographie de tout ou partie des soudures.

Le contrôle dimensionnel ainsi que l'état de surface interne de la chambre de tranquillisation font l'objet de PV spécifiques.

Le montage usine permet de vérifier le montage des pièces, les caractéristiques de l'ensemble de la chambre de tranquillisation.

12.1.3.2 Montage des composants (sous-postes 1.3 et 3.3)

Le montage usine des composants et les contrôles associés sont suivis par une LOMC validée en amont par l'ONERA. Tout contrôle fait l'objet d'un PV. Les contrôles sont à la charge du Titulaire et de sa responsabilité. Certains contrôles peuvent être réalisés par un laboratoire ou un organisme agréé. Le Titulaire définit ses propres points d'arrêt et de contrôle. L'ONERA notifie lors de la validation en amont de la LOMC des points de convocation, d'arrêt et de rapport le concernant.

Les contrôles CND et fonctionnels font l'objet d'un mode opératoire précisant le déroulement du contrôle, les instruments et les qualifications des opérateurs nécessaires.

Afin de garantir les possibilités de montage et la continuité des profils d'écoulement entre éléments neufs et éléments récupérés, le Titulaire évaluera avec l'ONERA la possibilité de réaliser le montage en usine en intégrant certains éléments récupérés du circuit aérodynamique actuel.

12.1.4 Essais et/ou contrôles usine

12.1.4.1 Pour le poste 1

Les essais et/ou contrôles en usine sont réalisés dans les locaux du Titulaire. Lors de ces essais, le Titulaire doit prouver la conformité des composants concernés par ce poste aux exigences du présent cahier des charges.

Le programme des essais aura été rédigé en avance de phase et validé par l'ONERA.

Ils couvrent notamment (liste non exhaustive) :

- Le chargement et le déchargement du filtre WAD, des échangeurs, du nid d'abeille, du porte peigne et des filtres n°1 et n°2 ;
- L'accès aux trous d'hommes et l'ergonomie de leur ouverture/fermeture ;

- La vérification des distances entre les aubes des coudes ;

Les essais ont lieu dans un environnement le plus proche (en terme de configuration) possible de celui sur site, notamment ceux concernant des questions d'ergonomie.

Le titulaire vérifiera la pertinence de réaliser un montage dans son atelier de certains éléments neufs. Une batterie d'échangeur est fournie au Titulaire pour la réalisation d'essais de montage.

La partie aval du convergent est mise à disposition par l'ONERA pour la vérification du profil interne.

Le Titulaire instruit un recueil des PV d'essais qu'il tient à disposition de l'ONERA.

L'ONERA vient constater le déroulement des essais et leurs résultats et formule des réserves en cas de non atteinte aux exigences.

12.1.4.2 Pour le poste 3

A minima les essais à blancs du contrôle commande seront réalisés dans les locaux du titulaire.

12.1.5 Transport et montage sur site

Les éléments du circuit aérodynamique et du système de refroidissement sont préparés pour le transport (éléments neufs + éléments récupérés éventuellement utilisés pour les essais de montage en usine).

Le colisage est au choix du Titulaire. Il est soumis aux remarques de l'ONERA.

L'emballage et le transport sont à la charge du Titulaire, ainsi que le déchargement et l'installation sur site et le stockage éventuel des matériels transférés objets du poste 2. Les moyens de manutention nécessaires sont à la charge du Titulaire s'ils ne sont pas déjà sur place (pont roulant par exemple).

L'ensemble des opérations de déchargement et de montage sur site seront réalisées dans la mesure du possible avec le transfert des équipements du poste 2 et du poste 3, si le Titulaire estime qu'il existe des synergies entre les postes. Ces synergies seront à définir par le Titulaire.

12.1.6 Documentation

Voir paragraphe 11.5

12.2 **POUR LE POSTE 2 (ELEMENTS CONSERVES)**

La prestation du poste n°2 est décomposée en 7 étapes :

- La phase d'études
- La préparation du site de départ, qui consiste à adapter les locaux pour faciliter le transit des éléments à transférer ;
- L'état des lieux ;
- Le démontage des installations ;
- Le conditionnement des éléments à transférer
- Le transport ;
- Le remontage des éléments.

12.2.1 Les études

Le Titulaire réalise les études de détail du transfert. Ces études comprennent, sans que ce soit exhaustif :

12.2.1.1 Phase de préparation du site de départ

Le Titulaire fournit :

- Plan d'installations de chantier (sur le site de Meudon et sur le site de Palaiseau) ;
- Description précise des travaux de préparation à réaliser ;

- Analyse de risques des travaux de préparation.
- Toute intervention préparatoire sera soumise à l'autorisation de l'ONERA.

12.2.1.2 Démontage des installations

Pour les éléments transférés, le Titulaire réalise un relevé géométrique précis. Le Titulaire précise les moyens de contrôle utilisés (trackers par exemple) pour garantir un remontage à l'identique de MEUDON.

Le cas du convergent est traité au §12.2.

Le Titulaire fournit :

- Les modes opératoires détaillés de démontage, intégrant le repérage des éléments ;
- La liste des moyens de manutention et des moyens humains nécessaires ;
- Le phasage des démontages, associés à une planification ;
- Analyse de risques détaillées des démontages ;
- Les certificats de conformité des moyens de mesure.

12.2.1.3 Conditionnement

Le Titulaire fournit :

- Liste détaillée des éléments nécessitant un conditionnement spécifique ;
- Description précise des conditionnements spécifiques ;
- Modes opératoires de conditionnement ;
- Plan de colisage ;
- Analyse de risques du conditionnement ;
- Certains éléments de souffleries nécessiteront probablement d'être nettoyés avant remontage (batteries d'échangeurs, circuits aéro transféré par exemple). Ils pourront être nettoyés sur le site de Meudon si nécessaire.

12.2.1.4 Transport

Le Titulaire fournit :

- Liste prévisionnelle et caractéristiques des transports exceptionnels ;
- Nombre prévisionnel de rotation de camions ;

12.2.1.5 Remontage

Le mode opératoire d'installation détaille le déroulé du déchargement, de l'acheminement et de l'installation des éléments. Il précise les moyens de manutention et humains nécessaires, ainsi que le temps d'intervention, l'outillage et les EPI (Equipement de Protection Individuel) prévus.

Le plan de cheminement précise l'itinéraire de la chambre de tranquillisation dans le bâtiment, les manœuvres éventuelles et les marges associées aux passages de portes ou à tout autre endroit le nécessitant.

Le plan de cheminement et le mode opératoire d'installation est validé par l'ONERA avant le colisage et le transport.

Le Titulaire fournit :

- Les modes opératoires détaillés de remontage des éléments neufs et transférés, et en particulier, le mode opératoire de l'alignement moteur/ventilateur/circuit aérodynamique ;
- Les modes opératoires de contrôles (LOMC) ;
- Le phasage des remontages, associés à une planification ;
- Analyse de risques des travaux de remontage ;

12.2.2 Etat des lieux

Le Titulaire réalise un état des lieux initial, avant préparation du site, et avant démontage des éléments à transférer.

L'état des lieux peut comprendre 2 parties :

- Un état des lieux statique ;
- Un état de bon fonctionnement.

12.2.2.1 Etat des lieux statiques

L'état des lieux statique comprend :

- Un relevé de l'état général de l'élément ;
- Des photos couvrant l'ensemble du périmètre (photos extérieures et intérieures des éléments de circuit)
- L'inventaire précis des environnements de poste à transférer

L'état des lieux statique est validé par l'ONERA avant de passer aux phases suivantes.

Le Titulaire fournit les moyens permettant de repérer sans équivoque les matériels (étiquettes à apposer sur les éléments des environnements de poste).

12.2.2.2 Etat de bon fonctionnement

L'état de bon fonctionnement est mené en coordination avec l'ONERA.

L'ONERA applique une procédure de vérification de bon fonctionnement en présence du Titulaire et lui transmet à l'issue le rapport d'essais. Celui-ci indiquera les performances atteintes, qui serviront de base à la réception.

12.2.3 Préparation du site de départ

Afin de pouvoir procéder au démontage des éléments et à leur sortie du bâtiment pour le chargement, des aménagements des locaux actuels sont nécessaires. Cela comprend par exemple (liste non exhaustive) :

- Le démontage de cloisons ou portes, voire la déconstruction d'une partie de la structure du bâtiment pour le passage des éléments et des moyens de manutention ;
- Le démontage d'éléments de la soufflerie qui ne sont pas transférés mais qui peuvent gêner dans la manutention ou le démontage ;
- Le démontage de tuyauteries, chemins de câbles...
- La mise en place de chemins de roulement, de tôles pour boucher les trémies ou cavités laissées ouvertes ;
- La création d'accès spécifiques (piétons ou routiers) ;

Tous les aménagements nécessaires à la prestation ainsi que les moyens à employer pour y parvenir sont à la charge du Titulaire.

Les déchets générés pendant cette phase déconstruction/démantèlement étant la propriété de l'ONERA, leur gestion de n'est pas à la charge du Titulaire.

12.2.4 Démontage

En amont du démontage, le Titulaire repère l'ensemble des éléments transférés.

Il réalise un relevé géométrique précis. Le Titulaire précise les moyens de contrôle utilisés (trackers par exemple) pour garantir sur le site de Palaiseau un remontage à l'identique de celui du site de Meudon. Le Titulaire précise dans ses modes opératoires les types d'engin de manutention nécessaires au démontage. Il est rappelé que tout engin de manutention entrant dans un site de l'ONERA doit avoir ses certifications ou conformités réglementaires à jour. De même, les habilitations des conducteurs d'engins devront être valides et seront fournies à l'ONERA avant transfert.

Les joints de l'installation transférés (entre élément du circuit) seront changés et seront à la charge du transfériste.

Le transfert des environnements de poste fait partie de la prestation. Ces environnements de poste peuvent évoluer entre la consultation et le début du transfert. Le transfériste tient à jour un registre des évolutions.

L'ensemble des éléments démontés est transféré dans la zone de stockage temporaire en vue de son conditionnement.

12.2.5 Conditionnement

Le Titulaire a à sa charge la réalisation des conditionnements nécessaires au transfert. Les conditionnements doivent permettre d'assurer le maintien de l'intégrité des éléments transférés pendant le transport et la manutention.

Les conditionnements spécifiques sont réalisés au minimum 2 semaines avant le début du transfert, et sont soumis aux remarques de l'ONERA.

La gestion des déchets de conditionnement est à la charge du Titulaire.

12.2.6 Transport-Déchargement-Déballage

Le Titulaire assurera auprès de l'ONERA la traçabilité du transport (entre sa sortie du site de départ (atelier de réalisation des éléments neufs ou MEUDON) et le site de PALAISEAU).

Le mode opératoire d'installation détaille le déroulé du déchargement, de l'acheminement et de l'installation des éléments. Il précise les moyens de manutention et humains nécessaires, ainsi que le temps d'intervention, l'outillage et les EPI (Equipement de Protection Individuel) prévus.

Le plan de cheminement précise les itinéraires des éléments dans le bâtiment, les manœuvres éventuelles et les marges associées aux passages de portes ou à tout autre endroit le nécessitant.

Le plan de cheminement et le mode opératoire d'installation est validé par l'ONERA avant le colisage et le transport.

Tous les transports et convois exceptionnels sont à la charge du Titulaire, y compris les moyens de manutention nécessaires pour les chargements/déchargements.

12.2.7 Remontage et contrôles

Le remontage des installations comprend :

- Le montage des éléments neufs ;
- Le remontage des éléments transférés ;
- La mise à disposition des environnements de poste.

Le Titulaire apportera une attention particulière au réaligement géométrique des éléments, et notamment la ligne Moteur/Ventilateur/Circuit aérodynamique et l'alignement chambre de tranquillisation/convergent.

Il est rappelé que l'écoulement ne doit pas « voir », de dénivellations, ou marches ascendantes, entre les éléments, ces marches ne devant pas dépasser une tolérance d'alignement de 0.5mm

La chambre de tranquillisation S3 et le convergent sont assemblés entre eux dans le circuit S3 avec un jeu de dilatation de 40 mm (ou moins selon le constat d'assemblage). Ce jeu doit être comblé de manière étanche avec un joint maintenu par des brides vissées.

Tout contrôle fait l'objet d'un PV. Les contrôles sont à la charge du Titulaire et de sa responsabilité. Certains contrôles peuvent être réalisés par un laboratoire ou un organisme agréé.

En cas d'opérations de soudage sur site, celles-ci font l'objet d'une documentation (cahier de soudage, fiche de suivi de soudage, etc.) et des mêmes types de contrôle (visuel, ressuage, ultrason, dimensionnel, etc.) qu'en usine.

Les contrôles CND et fonctionnels font l'objet d'un mode opératoire précisant le déroulement du contrôle, les instruments et les qualifications des opérateurs nécessaires.

Les contrôles de montage font l'objet d'un PV et vérifient que tous les éléments (neufs ou transférés) et leur montage permettent de répondre aux caractéristiques fonctionnelles et aux contraintes du sous-projet. Ces PV permettent de lever le point d'arrêt de fin de montage sur site.

12.3 **POUR LE POSTE 4 (CABLAGE)**

12.3.1 Etudes

Les études consistent à prendre en charge les éléments détaillés ci-dessous :

- Les études d'exécution telles que (liste non exhaustive) :
 - o La réalisation de tous les schémas électriques intégrant les schémas de bornier, l'implantation du matériel électrique des armoires et coffrets, la nomenclature électrique, le carnet de câbles) ;
 - o Les plans d'implantations des équipements électriques et C/C (armoires, coffrets, etc.) ;
 - o Les plans de cheminement des câbles ;
 - o Les calculs de dimensionnement (section des câbles, bilan de puissance, liste d'E/S, etc.) ;
- La définition des essais (plateforme, usine, site). Rédaction du cahier de recette vierge.

12.3.2 Approvisionnement et fabrication

Cette prestation comprend principalement :

- La fourniture des racks d'E/S, de l'automate, tels que décrits dans le §10
- La fourniture de tous les câbles électriques et réseaux pour l'installation ;
- La fourniture de tous les cheminements électriques et réseaux sur l'installation (chemins de câble, tubes IRL, etc.). A noter que les changements de directions doivent être réalisés au moyen de pièces du commerce (triconçonnage interdit).

Nota : le câble d'alimentation général est hors fourniture.

12.3.3 Travaux sur site

Les travaux sur site consistent essentiellement à :

- Mettre en place et fixer toutes les armoires et coffrets électriques sur site ;
- Poser tous les cheminements électriques sur l'installation (chemins de câble, tubes, etc.) ;
- Poser et raccorder tous les câbles électriques et réseaux sur l'installation.
- Identification, marquage...
- Vérification des câblages

Nota : la pose et le raccordement du câble d'alimentation général de l'armoire AE_S3 est hors fourniture.

12.4 **POUR LE POSTE 5**

Les essais sont découpés en plusieurs phases :

- Essais sur site hors connexions aux réseaux de l'ONERA ;
- Connexion aux réseaux de l'ONERA ;
- Essais élémentaires ;
- Essais sur site d'ensemble.
- Recette sur site.

Les contrôles et essais de recette constituent les différentes phases de qualification des éléments du système. Chaque phase ne peut démarrer que lorsque la phase précédente a été entièrement réalisée et approuvée par l'ONERA sauf dérogation écrite de la part de ce dernier en cas de vérifications simultanées envisageables.

Chaque contrôle ou essai doit faire l'objet d'un mode opératoire décrit dans le cahier de recette.

Chaque contrôle ou essai doit servir à valider une fonction ou une contrainte décrite au présent CCTP.

12.4.1 Essais sur site hors connexions aux réseaux de l'ONERA

Les essais sur site sont, dans un premier temps, effectués hors connexion aux différents réseaux de l'ONERA. Ces essais ont pour but de valider les caractéristiques des éléments neufs et transférés et de vérifier que les connexions aux réseaux puissent avoir lieu sans dégradation des réseaux d'une part et des matériels d'autre part.

Ils permettent notamment de (liste non exhaustive) :

- Vérifier le bon fonctionnement des fonctions éléments après montage ;
- Vérifier la non-régression des éléments démontés pour le transport et remontés sur site ;
- Confirmer la maintenabilité en conditions réelles d'exploitation.

Sont notamment attendus :

- Des essais de chargement et déchargement du filtre WAD, des échangeurs, du nid d'abeille et des filtres n°1 et n°2
- Des essais d'ergonomie des trous d'hommes.

Ce sous-poste peut comporter des essais transverses aux différents postes.

Après validation des essais hors connexion aux réseaux et l'obtention de l'autorisation de la part de l'ONERA de se connecter aux réseaux, la chambre de tranquillisation peut être connectée aux réseaux pour les essais élémentaires.

12.4.2 Essais élémentaires.

Après connexions aux réseaux, chaque élément est testé individuellement afin de vérifier que les fonctions élémentaires sont maintenues en présence des fluides et énergies, et sont conformes aux attendus.

Cette phase de test permet entre autres de (liste non exhaustive) :

- Vérifier la conformité des alimentations électriques ;
- Vérifier la conformité des câblages (électriques et logiques) ;
- Vérifier les sens de rotation des moteurs ;
- Vérifier les connexions hydrauliques et pneumatiques ;
- Vérifier l'absence de fuite ;
- Vérifier l'étalonnage des capteurs et de l'instrumentation ;
- Vérifier l'équilibrage du moteur et du ventilateur ;
- Vérification du montage conforme des aubes dans les coudes ;

Ce sous-poste peut comporter des essais transverses aux différents postes.

Cette phase d'essais est soumise à la validation de l'ONERA pour passer en phase d'essais d'ensemble.

12.4.3 Essais sur site d'ensemble

Ces essais doivent permettre de

- Mettre au point l'installation dans son ensemble ;
- Vérifier et valider l'ensemble des fonctionnalités et des performances de la soufflerie dans son ensemble ;
- Vérifier la réaction aux Incidents Généraux.

Ces essais sont transverses aux différents postes et différents lots.

La coordination que ces essais imposent qu'ils doivent être réalisés sous la direction de l'ONERA.

Le Titulaire tiendra le personnel nécessaire aux essais d'ensemble à disposition durant toute la phase d'essais d'ensemble.

Une fois les essais validés, la recette sur site peut être effectuée en collaboration de l'ONERA.

13 LIVRABLES

13.1 POUR LE POSTE 1

13.1.1 Phase d'études

- L N°1. Plans de détails
- L N°2. Notes de calculs
- L N°3. Plans d'ensemble
- L N°4. Notices de montage
- L N°5. Cahiers de recette vierge pour le contrôle du poste 1

13.1.2 Phase d'approvisionnement

- L N°6. Note d'ensemble des certificats matière, par équipement
- L N°7. Certificats matière des boulonneries et joints
- L N°8. Notices d'équipements sur étagère autre que boulonnerie et joints

13.1.3 Phase de fabrication

- L N°9. Dossier d'approvisionnement (PVs, certificats matières, boulonnerie, joints,etc...)
- L N°10. Plans TQC
- L N°11. Liste des Opérations de Fabrication et de Contrôle (LOFC) vierge avant la fabrication et renseignée à la fin de la fabrication et des contrôles ;
- L N°12. Modes opératoires des contrôles dimensionnels et des CND ;
- L N°13. Cahier de soudage avec les Qualifications des Modes Opératoires de Soudage (QMOS), les Descriptifs des Modes Opératoires de Soudage (DMOS), les Qualifications Soudage (QS) et la fiche de suivi de soudage ;
- L N°14. Modes opératoires d'installation sur site avec un plan de cheminement
- L N°15. PV de contrôles règlementaires et fonctionnels avec les certificats d'étalonnage des instruments utilisés notamment :
 - o Contrôle dimensionnel des éléments ;
 - o Contrôle de l'état de surface ;
 - o Contrôle dimensionnel, visuel, de ressuage et radiographique des soudures selon le référentiel retenu.

13.1.4 Phase conditionnement et transport

- L N°16. Note de conditionnement et de transport (couplée avec celles des éléments transférées)

13.1.5 Phase déchargement mise en place et assemblage

- L N°17. Note de déchargement et procédure de montage (commune avec celle du poste 2)

13.1.6 Phase contrôles

Avant les essais :

- L N°18. Liste des opérations de montage et de contrôles sur site (LOMC) ;
- L N°19. Plan(s) d'essais en usine (modes opératoires + fiches d'essais).

A l'issue des essais :

- L N°20. LOMC remplie ;
- L N°21. Fiches d'essais remplies ;
- L N°22. Certificat d'étalonnage des instruments de mesures utilisés lors des contrôles et essais ;
- L N°23. Compte-rendu d'essais.
- L N°24. Cahiers de recette rempli pour le contrôle du poste 1 après implantation sur le site de l'ONERA

13.2 **POUR LE POSTE 2**

Avant le transfert :

- L N°25. Constat d'état initial cosigné par les parties
- L N°26. Note de planification des opérations
- L N°27. Procédure de démontage, repérage et de remontage
- L N°28. Note de conditionnement et de transport
- L N°29. Liste des opérations de montage et de contrôles sur site (LOMC) ;
- L N°30. Cahiers de recette vierge pour le contrôle du poste 2

Après le remontage :

- L N°31. PVs de remontage
- L N°32. Cahiers de recette rempli pour le contrôle du poste 2

13.3 **POUR LE POSTE 3**

13.3.1 Livrables Bac d'eau glycolée

- L N°33. Dossier constructeur : dossier complet incluant :
 - o Spécifications du bac (Caractéristiques process)
 - o Descriptions, plans, notes, protocoles de test, fiches d'essais TUF
 - o Fiches d'essais élémentaires et fiches d'essais d'ensemble (fiches d'autocontrôle, contrôle et essais de fabrication ; essais hydrauliques et étanchéité...) avec l'établissement de PV
 - o Les certificats CE et attestations de garantie des matériels pour l'ouvrage complet
 - o Le dossier technique des matériels incluant les opérations de fonctionnement, des notices de maintenance et d'entretien, les procédures de réparations, les notices d'exploitation

- o La liste et les caractéristiques des matériels, composants, produits et consommables nécessaires au fonctionnement, à l'entretien et aux réparations. Le nom des fournisseurs sera indiqué pour chaque item

13.3.2 Livrables – Pompes

L N°34. Dossier constructeur incluant :

- o Spécifications des pompes (Caractéristiques process, mécanique, puissance, poids ; caractéristiques des moteurs, garnitures, charges dynamiques)
- o Caractéristiques de l'instrumentation incluse dans la fourniture des groupes moto-pompes (datasheet instruments, fiches d'étalonnage des capteurs)
- o Electricité (Caractéristiques du moteur, dossier d'électricité et instrument : plans, contrôles, réglementation, plan de câblage ; schéma des borniers)
- o Descriptions, plans, notes, protocoles de test, PV d'épreuve hydraulique en respect de la DESP, fiches d'essais TUF, fiches d'essais élémentaires et fiches d'essais d'ensemble (fiches d'autocontrôle, contrôle et essais fiches d'étalonnages des instruments...)
- o Les certificats CE et attestations de garantie des matériels pour le groupe moto-pompe complet
- o Le dossier technique du groupe moto-pompe incluant les modes opératoires, des notices de maintenance et d'entretien, les procédures de réparations, les notices d'exploitation comme (liste non-exhaustive)
- o Les instructions et procédures de contrôle, de maintenance et le programme d'entretien sur les différents niveaux de maintenance pour les pompes, moteurs, garnitures et accouplement
- o La liste et les caractéristiques des matériels, composants, produits et consommables nécessaires au fonctionnement, à l'entretien et aux réparations. Le nom des Titulaires sera indiqué pour chaque item

13.3.3 Livrables – Groupes froid et tuyauteries

L N°35. Dossier constructeur des groupes froid, incluant :

- o Spécifications des équipements proposés (Cas thermiques, Pertes de charges, conditions process ...) ;
- o Plan d'implantation de l'ensemble des matériels et plans de détails nécessaires
- o Plans de réservation, percements et incorporation des ouvrages spécifiques (si nécessaire)
- o Plans de détails, coupes, et si nécessaires perspectives isométriques
- o Electricité (plan de câblage ; chemins de câbles, plan des armoires, spécification matériel ...)
- o Automatisme (plan de câblage et plan des armoires, analyse fonctionnelle, chemins de câbles, spécifications matériel)

L N°36. Dossier constructeur du réseau de tuyauteries incluant :

- o Instrumentation et vannes (liste d'instruments et de vannes, datasheet instruments, datasheet vannes, fiches d'étalonnage des capteurs...)
- o Une note technique de la conception de la tuyauterie avec une note de dimensionnement traçage / calorifugeage

- o Fiches techniques précisant les caractéristiques dimensionnelles et techniques du matériel, ses conditions d'exploitation et les divers agréments le concernant
- o Etude de flexibilité de la tuyauterie
- o Etude des supports de la tuyauterie
- o Liste des opérations de fabrication et de contrôle (LOFC) préliminaire
- o Liste des opérations de montage et de contrôles (LOMC) préliminaire
- o Plan(s) d'essais en usine (mode opératoire + fiches d'essais)
- o LOFC remplie, LOMC remplie, Fiches d'essais remplies, Certificat d'étalonnage des instruments de mesure utilisés lors des contrôles et des essais, et Compte-rendu d'essais élémentaires et d'ensemble.
- o Structure et charpente (notes de calcul, masse et descente de charge statique et dynamique, plan de construction, spécification matérielle...) ;
- o Dossier de construction de chaque équipement chaudronnés (plans, dossier technique, certificats matières 2.2, qualification des soudeurs, protocoles de soudage, contrôles radiologiques, ressues, dossier DESP...) en conformité avec la DESP
- o Dossier de construction des tuyauteries (plans, isométriques, certificats matières, qualification des soudeurs, protocoles de soudage, contrôles radiologiques, ressues, dossier DESP...) en conformité avec la DESP

L N°37. Dossier d'électricité, instruments et automatisme incluant :

- o Plans, contrôles, réglementation, plan des borniers..., de l'installation (chemins de câbles, supports...) et du branchement du câblage « Automatismes /Instrumentation, des fiches techniques des instruments, leur montage, leur branchement et les fiches d'étalonnage
- o Dossier d'automatisme (plans, contrôles, réglementation, plan des borniers...), de l'installation (chemins de câbles, supports...) et du branchement du câblage « Automatismes /Instrumentation »
- o Le descriptif process, le manuel opératoire et de démarrage des équipements
- o Les programmes API – codes sources commentés

L N°38. Le dossier technique incluant les modes opératoires, des notices de maintenance et d'entretien, les procédures de réparations, les notices d'exploitation comme (liste non exhaustive) :

- Les instructions et procédures de contrôle, de maintenance et le programme d'entretien sur les différents niveaux de maintenance.
- La liste et les caractéristiques des matériels, composants, produits et consommables nécessaires au fonctionnement, à l'entretien et aux réparations. Le nom des Titulaires minimums sera indiqué pour chaque item.

13.4 **POUR LE POSTE 4**

L N°39. Une note de calcul complète incluant

- o Dimensionnement des protections et câbles,
- o Vérification de la sélectivité et de la protection contre les surcharges et courts circuits
- o Vérification de la tenue thermique des armoires
- o Vérification des chutes de tension
- o Bilan de puissance détaillé
- o Les notes de calculs BT

- L N°40. Plans et schémas définitifs TQC avec les carnets de câbles définitifs
- L N°41. Notice technique et maintenance des armoires
- L N°42. Certificats de conformité CE suivant les directives qui s'appliquent au système de refroidissement (directive machines par exemple)
- L N°43. Cahiers de recette rempli pour le contrôle du poste 4

13.5 **POUR LE POSTE 5**

- L N°44. Les notes de préparation d'essais d'ensemble, incluant la logique d'ensemble
- L N°45. Les cahiers de recette vierge
- L N°46. La liste des plans et notices de montage si nécessaire pour les essais élémentaires
- L N°47. Les PVs d'essais élémentaires, et la conclusion avec les écarts par rapport aux essais avant arrêt de la soufflerie
- L N°48. Le cahier de recette rempli pour le poste 5.

13.6 **POUR LE POSTE 6**

- L N°49. Plan Qualité Management
- L N°50. Les Comptes Rendus de Réunions d'avancement périodiques
- L N°51. Planning du projet
- L N°52. Suivi des Risques globaux
- L N°53. Analyse des risques (peut être incluse dans le PQM)
- L N°54. Organisation du dossier constructeur général

14 RECAPITULATIF DES EXIGENCES**14.1 POSTE 1**

CFS	1	1	Le titulaire réalisera les contraintes fonctionnelles souhaitées au §6.2.2	Diffuseur n°2	6.2.2
CA	1	1	Le titulaire réalisera les contraintes qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.2.3	Diffuseur n°2	6.2.3
CFS	1	2	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 6.3.2	Virole n°3	6.3.2
CA	1	2	Le titulaire réalisera les contraintes qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.3.3	Virole n°3	6.3.3
CFS	1	3	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 6.4.2	Coude n°3	6.4.2
CA	1	3	Le titulaire réalisera les contraintes qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.4.3	Coude n°3	6.4.3
CFS	1	4	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 6.5.2	Virole n°4	6.5.2
CA	1	4	Le titulaire réalisera les contraintes qu'il juge pertinentes par rapport à la description du § 6.5.3	Virole n°4	6.5.3
CFS	1	5	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 6.6.2	Coude n°4	6.6.2
CA	1	5	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles imposées au § 6.6.3	Coude n°4	6.6.3
CFS	1	6	Filtre et porte filtre WAD : Le titulaire réalisera les caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées pour la réalisation du filtre et porte filtre du WAD décrites aux § 6.7.1.1 et 6.7.1.2 pour le WAD	Filtre WAD	6.7.1.1 et 6.7.1.2
CFS	1	7	Filtres n°1 et 2, et porte filtre : Le titulaire réalisera les caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées pour la réalisation des filtres n°1 et 2 et de leur porte filtre décrites aux § 6.7.1.6 et 6.7.1.7	Filtres n°1 et 2	6.7.1.6 et 6.7.1.7
CFS	1	8	Réalisation du nid d'abeille et de son support : Le titulaire réalisera les caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées pour la réalisation du nid d'abeille décrites aux § 6.7.1.5 et 6.7.3	Nid d'abeille	6.7.1.5 et 6.7.3
CFS	1	9	Chambre de tranquillisation : Le titulaire réalisera les caractéristiques Fonctionnelles Souhaitées pour la réalisation de la chambre de tranquillisation décrites dans l'entièreté du § 6.7	Chambre de tranquillisation	6.7
VL	1	1	Le titulaire peut proposer une conception différente de l'avant projet conceptuel dédié aux châssis des filtres n°1 et 2, du filtre du WAD et du nid d'abeille	porte filtres et porte nid d'abeille	
CFS	1	10	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 6.7.6.1 concernant le système de ventelles	Système de ventelles	6.7.6.1
CFS	1	11	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 6.7.6.2 pour la tuyauterie de raccordement des ventelles	Système de ventelles	6.7.6.2
CFS	1	12	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées pour l'extracteur de particules décrites au § 6.8.1.	Extracteur de particules	6.8.1

CFS	1	13	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées pour la tuyauterie de raccordement décrites au § 6.8.2	Extracteur de particules	6.8.2
CA	1	6	Le titulaire étudiera la possibilité de mutualiser les deux fonctions d'extraction de particules et de l'évacuation de l'air par les ventelles quand la soufflerie fonctionne	Ventelles+Particules	6.8.3
CFS	1	14	Le titulaire réalisera les contraintes fonctionnelles imposées pour la virole n°2 décrites au §6.9.2	Vircole n°2	6.9.2
CFS	1	15	Le titulaire fournira les bouchons tels que définis dans l'APS du plan d'équipement en annexe 01-01. Il réalisera l'étude APD, les plans de détails et la quantité nécessaire. La réalisation de la prise de pression (perçage + équipement) restera à la charge de l'ONERA	Bouchons pour prises de pression et autres équipements	6.10.3
VL	1	2	Le titulaire peut proposer une variante libre sur la conception des bobines, suivant sa propre expérience	Bouchons pour prises de pression et autres équipements	6.10.3
PSE	1	1	Le titulaire proposera un chiffrage pour la réalisation de bouchons en spare (un bouchon en plus par prise)	Bouchons pour prises de pression et autres équipements	6.10
CFI	1	1	Le titulaire devra adapter les interfaces des éléments neufs (chambre de tranquillisation et diffuseur n°2) à celles des éléments transférés (convergent et diffuseur aval du ventilateur)	Chambre de tranquillisation + Diffuseur n°2	6.11

14.2 POSTE 2

Code	Poste	Numéro	Dénomination	Equipement concerné	§ du CCTP concerné
CFS	2	1	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 7.3.1	Etudes de transfert	7.3.1
CFS	2	2	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 7.3.2	Etat des lieux	7.3.2
CFS	2	3	Le titulaire réalisera les caractéristiques fonctionnelles souhaitées au § 7.3.3	Préparation du transfert	7.3.3
CFS	2	4	Le titulaire réalisera les exigences souhaitées au § 7.3.4	Démontage	7.3.4
CFS	2	5	Le titulaire réalisera les exigences souhaitées au § 7.3.5	Conditionnement	7.3.5
CFS	2	6	Le titulaire réalisera les exigences souhaitées au § 7.3.6	Transport, déchargement, déballage	7.3.6
CFS	2	7	Le titulaire réalisera les exigences souhaitées au § 7.3.7	Remontage et contrôle	7.3.7

14.3 POSTE 3

Code	Poste	Numéro	Dénomination	Equipement concerné	§ du CCTP concerné
CI	3	1	Le titulaire satisfera les exigences réglementaires imposées aux § 8.2.1 et 8.2.2 concernant les niveaux de bruit et de vibrations pour les équipements positionnés à l'extérieur du local de la soufflerie	Système de refroidissement	8.2.1 et 8.2.2
CI	3	2	Le titulaire satisfera les exigences réglementaires imposées au § 8.3 concernant les niveaux de vibrations pour les équipements positionnés à l'extérieur du local de la soufflerie	Système de refroidissement	8.3
CFI	3	1	Le titulaire satisfera les exigences de performances du système de refroidissement de la soufflerie	Système de refroidissement	8.5
CFS	3	1	Le titulaire réalisera les modes de pilotages proposés au §8.9. Les modes de pilotages présentés seront définis, programmés et câblés par le titulaire	Système de refroidissement	8.9
CA	3	1	Le titulaire peut proposer d'autres modes de pilotage s'il le juge nécessaire. Dans ce cas, il réalisera les vues de supervision adaptées à ces modes	Système de refroidissement	8.9
CFS	3	2	Le titulaire réalisera la conception et l'implantation de cette nouvelle armoire. Sa localisation sera définie pendant les études.	Système de refroidissement	8.10.1
CFS	3	3	Le titulaire réalisera la conception et l'implantation de cette nouvelle armoire. Sa localisation sera définie pendant les études	Système de refroidissement	8.10.2
CA	3	2	Ces deux nouvelles armoires pourront être regroupées en une seule si le titulaire juge cette proposition intéressante	Système de refroidissement	8.10
CA	3	3	Selon le choix final du GF par le titulaire, ce dernier devra adapter l'étude de la régulation, notamment sur la fonction de by pass	Système de refroidissement	8.11
CFS	3	4	Le titulaire réalisera les vues de supervision conformément aux spécifications du § 8.12	Système de refroidissement	8.12
CA	3	4	CA N°3-4 : le fluide de refroidissement proposé a les caractéristiques proposées au § 8.13. Le titulaire pourra proposer un autre type de fluide selon le choix des groupes froids.	Système de refroidissement	8.13
CFS	3	5	Si le Bac d'eau glycolé est confirmé, il devra respecter au mieux les spécifications du §8.14.1 Il fournira un bac de fluide thermique comprenant un volume utile légèrement supérieur au volume total du réseau d'eau glycolée.	Système de refroidissement	8.14.1
CFS	3	6	Le titulaire fournira deux pompes 700 A/B dont les spécifications sont définies au § 8.14.2.	Système de refroidissement	8.14.2
CFS	3	7	Le titulaire fournira une pompe 701 dont les spécifications sont définies au § 8.14.3	Système de refroidissement	8.14.3
CA	3	5	Le titulaire pourra proposer d'autres configurations ou technologies dans le respect des exigences fonctionnelles	Système de refroidissement	8.14.5
CFS	3	8	Le titulaire devra satisfaire les spécifications fonctionnelles pour les groupes froids, fournies au § 8.14.5.	Système de refroidissement	8.14.5
CFS	3	9	Le titulaire devra satisfaire les exigences définies au § 8.14.5.6.	Système de refroidissement	8.14.5.6.5
PSE	3	1	Le titulaire pourra proposer une redondance	Système de refroidissement	8.14.5.6.6

CFS	3	10	: Le titulaire devra satisfaire les exigences sur les tuyauteries d'alimentation en eau de l'échangeur de la soufflerie définies au § 8.14.6	Système de refroidissement	8.14.6
CFS	3	11	Le titulaire étudiera, fournira et installera les équipements définis aux § 8.15.2 (capteurs) et 8.15.3 (Vannes), ainsi que la clarinette de distribution en air comprimé.	Système de refroidissement	8.15
CFS	3	12	Le titulaire étudiera et réalisera les nouvelles liaisons avec la nouvelle tuyauterie de refroidissement	Système de refroidissement	8.15.4
CFS	3	13	Le titulaire définira la nouvelle pression d'utilisation des batteries d'échangeur et réalisera une note de calcul de vérification de ces batteries à la nouvelle pression si cette dernière était supérieure à l'actuelle	Système de refroidissement	8.15.4
CFS	3	14	Le titulaire étudiera et réalisera les conditionnements, transports, déchargement et la manutention des équipements du système de refroidissement	Système de refroidissement	8.16
CFS	3	15	Le titulaire réalisera les essais élémentaires du système de refroidissement	Système de refroidissement	8.17.2
CFS	3	16	Le titulaire réalisera les essais d'ensemble du système de refroidissement	Système de refroidissement	8.17.3

14.4 POSTE 4

Code	Poste	Numéro	Dénomination	Equipement concerné	§ du CCTP concerné
CFS	4	1	Le titulaire étudiera, réalisera et installera les armoires A1 et A3 telles que spécifiées aux §9.6.1 et 9.6.2	Armoires A1 et A3	9.6.1 et 9.6.2
CFS	4	2	: Le titulaire Le titulaire étudiera, réalisera et installera les coffrets C1, C2, C3, C4 et C6 tels que spécifiés aux §9.6.4 à 9.6.8	Coffrets C1, C2, C3, C4 et C6	9.6.4 et 9.6.8
CFS	4	3	Le titulaire réalisera les adaptations des armoires transférées A2, A4 et A7	Armoires A2, A4 et A7	9.7
CFS	4	4	Le titulaire réalisera le câblage de puissance tel que spécifié au §9.8.3	Câblage de puissance	9.8.3
CFS	4	5	Le titulaire réalisera le câblage de l'alimentation secondaire tel que spécifié au §9.8.3	Câblage alimentation secondaire	9.8.3
CFS	4	6	Le titulaire réalisera le câblage des réseaux de communication tel que spécifié au §9.8.3	Câblage réseaux de communication	9.8.3
CFS	4	7	Le titulaire réalisera le câblage de l'instrumentation tel que spécifié au §9.8.3	Câblage instrumentation	9.8.3
CFS	4	8	Le titulaire réalisera le câblage du moteur de la soufflerie tel que spécifié au §9.8.3.5	Câblage moteur S3	9.8.3.5
CFS	4	9	Le titulaire réalisera les essais hors tension tels que spécifiés au §9.9	Essais de réception hors tension	9.9

14.5 POSTE 5

Code	Poste	Numéro	Dénomination	Equipement concerné	§ du CCTP concerné
CFS	5	1	Le titulaire prendra en compte la spécification d'inclinaison maximale de l'axe soufflerie, 0.1°, et la déclinaera dans tous les équipements neufs d'une part, et leur assemblage avec les éléments existants du circuit aérodynamique d'autre part	Soufflerie	10.1
CFS	5	2	Le titulaire décrira l'ensemble des opérations d'essais sur site hors connexion, les réalisera et fournira les PVs associés	Soufflerie	10.3.1
CFS	5	3	Le titulaire décrira l'ensemble des opérations d'essais élémentaires, les réalisera et fournira les PVs associés	Soufflerie	10.3.2
CFS	5	4	Le titulaire décrira l'ensemble des opérations d'essais d'ensemble, les réalisera et fournira les PVs associés	Soufflerie	10.3.3

14.6 POSTE 6

Code	Poste	Numéro	Dénomination	Equipement concerné	§ du CCTP concerné
CFI	6	1	Le titulaire proposera un chef de projet assurant les demandes exprimées au §11.1	Gestion et Ingénierie de projet	§11.1
CFS	6	1	Le chef de l'équipe projet du titulaire assurera les réunions d'avancement et de reporting telles que définies au §11.2	Gestion et Ingénierie de projet	§11.2
CFS	6	2	Le titulaire produira la documentation telle que spécifiée au §11.5	Gestion et Ingénierie de projet	§11.5

15 RECAPITULATIF DES SPECIFICATIONS ISSUES DES ANNEXES

Code	Poste	Numéro	Dénomination	Equipement concerné	§ du CCTP concerné
CFS	2	CH-1	Etude et réalisation d'un support réhausseur pour la centrale hydraulique	Centrale hydraulique du ventilateur	Annexe 02-02
CFI	2	CH-1	Etude et réalisation d'un bac de rétention pour la centrale hydraulique	Centrale hydraulique du ventilateur	Annexe 02-02
CFS	2	CH-2	Modification ou refabrication de la pièce de support des flexibles (jaune)	Centrale hydraulique du ventilateur	Annexe 02-02
CFI	2	CH-2	Positionnement spatial de la centrale hydraulique par rapport au ventilateur identique sur le centre de Palaiseau	Centrale hydraulique du ventilateur	Annexe 02-02
CFS	2	CH-3	Fixation, câblage et raccordement de l'unité électronique de l'actionneur du servo moteur d'inclinaison des pales	Centrale hydraulique du ventilateur	Annexe 02-02
PSE	2	Vent-01	Chiffage d'un nouveau de pales du ventilateur	Ventilateur	Annexe 02-03
CFS	2	Mur-01	Le titulaire pourra détruire tout ou partie des massifs supportant les éléments de soufflerie non transférés	Manutention équipements	Annexe 02-05
CFS	2	Mur-02	Les éléments de soufflerie non transférés et devant être sortis du bâtiment S3 seront déplacés dans un lieu de stockage sur le site de Meudon par le titulaire.	Manutention équipements	Annexe 02-05
CFS	2	FixSol-01	Le titulaire réalisera de nouvelles platines de fixation des éléments de soufflerie qui seront sur des points fixes, ou récupérera les existantes s'il le juge utile	Fixation au sol	Annexe 02-08
CFS	2	FixSol-01	Le titulaire réalisera de nouvelles platines de fixation des éléments de soufflerie qui seront sur des points glissants	Fixation au sol	Annexe 02-08

CFS	2	Mot-01	Le titulaire réalisera le démontage du moteur suivant les actions présentées au chapitre 5	Moteur	Annexe 02-01
CFS	2	Mot-02	Le titulaire réalisera l'étude et la fabrication de la nouvelle cheminée du moteur suivant les spécifications données au §4.3 du présent document	Moteur	Annexe 02-01
CA	2	Mot-01	Le titulaire établira suivant son expertise s'il est nécessaire de récupérer les platines de fixation du moteur sur le massif existant ou s'il est indispensable de reconcevoir et refabriquer de nouvelles platines	Moteur	Annexe 02-01
CA	2	Mot-02	Dans le cas de réalisation de nouvelles platines métalliques, le titulaire indiquera si le principe d'ancrage de ces nouvelles platines est conservé ou s'il en propose un nouveau	Moteur	Annexe 02-01

Table des illustrations

Figure 1 : Vues du circuit aérodynamique de S3 (sens du fluide en bleu)	17
Figure 2 : Vue de dessus dans le local du bâtiment S3	18
Figure 3 : Vue aérienne du centre de Meudon	18
Figure 4 : Vue d'ensemble de la soufflerie en configuration transfert à Palaiseau	20
Figure 5 – Jonction entre circuit neuf et circuit existant	22
Figure 6 : Caractéristiques du pont roulant du local de la soufflerie à Palaiseau	24
Figure 7 : Description chambre de tranquillisation	31
Figure 8 : WAD de la chambre de tranquillisation	32
Figure 9 : Position des ventelles (vue de côté)	33
Figure 10 : Porte filtre du WAD	34
Figure 11 : Chambre de tranquillisation - Tronçon à section carrée	35
Figure 12 : Position relative des échangeurs avec leur supportage, du nid d'abeille et des filtres n°1 et n°2 dans la chambre de tranquillisation	37
Figure 13 : Emplacement pour un échangeur dans la chambre de tranquillisation	38
Figure 14 : Emplacement pour le Nid d'abeille (guidage) dans la chambre de tranquillisation	38
Figure 15 : Emplacement pour les filtres n°1 et n°2 (guidage) dans la chambre de tranquillisation	39
Figure 16 : Nid d'abeille et son cadre	39
Figure 17 : Filtre (n°1 ou n°2) de la chambre de tranquillisation	40
Figure 18 : Dimensions de la chambre de tranquillisation	43
Figure 19 : Fonctionnement du système actuel des ventelles	45
Figure 20 : Tuyauterie de canalisation des ventelles en bleu et de l'extraction d'air en gris vers l'extérieur , et en vert la tuyauterie de refroidissement (poste 3)	46
Figure 21 : Autre vue de la tuyauterie des ventelles en bleu et de l'extraction des particules d'huile de la PIV en gris.	46
Figure 22 : Virole n°2	49
Figure 23 : principe de réalisation d'un bouchon pour prise de pression	50
Figure 24 : Local actuel de la soufflerie S3 à Meudon	53
Figure 25 : Circuit aérodynamique en configuration sur le site de Palaiseau	53
Figure 26 : Vue 3D du circuit soufflerie	54
Figure 27 : Vue 2D du circuit soufflerie en configuration à Palaiseau	54
Figure 28	54
Figure 29 : Maillage grossier	56
Figure 30 : Maillage fin	56
Figure 31 : Définition des fixations de la structure du système de manutention des portes de veine sur la mezzanine actuelle	61
Figure 32 : Centrale hydraulique grise	62
Figure 33 : Distribution hydraulique de la centrale vers les deux vérins	63
Figure 34 : Découpage d'origine du convergent	65
Figure 35 : Contenu du caisson de convergent (ou caisson de second col)	66
Figure 36 : Implantation des accéléromètres sur la ligne moto-ventilateur de la soufflerie	67
Figure 37 : Vue général du rack	68
Figure 38 : Vue des accéléromètres COA et CA	68
Figure 39 : Accéléromètres entre les deux étages du ventilateur	69
Figure 40 : raccordement des accéléromètres du ventilateur à l'extérieur du circuit aérodynamique ..	69
Figure 41 : Grue 120T pour le montage des groupes froids en toiture	72
Figure 42 : Grue de 100T pour acheminer certains éléments liés aux souffleries	73
Figure 43 : Grue de 70T pour faire acheminer des éléments lourds dans les locaux souffleries	73
Figure 44 : Organigramme d'arrêt du système de refroidissement	84
Figure 45 : Architecture du contrôle commande des Groupes froids	96
Figure 46 : Photo du système de bridage entre les tuyauteries de refroidissement et les batteries de l'échangeur	98
Figure 47 : Réserve pour le passage des tuyauteries et des câblages électriques	100
Figure 48 : Distributions électriques vers les armoires, coffret etc	105

Figure 49 : Dimensionnement de l'armoire électrique AE_S3	106
Figure 50 : Câblage de l'autotransformateur du moteur et du moteur de la soufflerie.....	118
Figure 51 : <i>Site de Meudon (Soufflerie S3 dans le bâtiment S3)</i>	128
Figure 52 : Accès E.....	128
Figure 53 : Accès B.....	129
Figure 54 : Accès C	129
Figure 55 : Bâtiment S3 actuel.....	129
Figure 56 – Vue du bâtiment J	130
Figure 57 : Localisation centre de Palaiseau.....	131
Figure 58 : Zoom sur le site ONERA de Palaiseau.....	131
Figure 59 : Emprise du site de Palaiseau	132
Figure 60 : Accès au bâtiment Est et ring.....	134
Figure 61 : Zoom sur le local.....	134
Figure 62 : Accès au local S3.....	135
Figure 63 : Configuration du local de la soufflerie lors de la livraison du bâtiment est	136