

REAMENAGEMENT DES LABORATOIRES RMN DU DEPARTEMENT DE CHIMIE DE L'ENS-PSL

Cahier des clauses techniques particulières – Lot 3 CCTP-Lot 3

Consultation n°	2026-026
Lot	Lot n°3 : CVC, Plomberie et Fluide spécial (Hélium Gazeux)



MAITRISE D'ŒUVRE

ARCHITECTE MANDATAIRE



ARCHITECTE COTRAITANT



BET FLUIDES & COORDONNATEUR SSI



CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

SUIVI DOCUMENTAIRE

INDICE	DATE	AUTEUR	NATURE DE LA MODIFICATION
0	30/06/2026	L.CHERRIER	Première publication

RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES

INDICE	TITRE DU DOCUMENT	RÉFÉRENCE DU DOCUMENT
[A]	SCHEMA DE PRINCIPE VENTILATION	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_70_ind0
[B]	SCHEMA DE PRINCIPE EAU GLACÉE	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_71_ind0
[C]	PLAN DIRECTEUR VENTILATION SS1	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_72_ind0
[D]	PLAN DIRECTEUR EG PROCESS SS1	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_73_ind0
[E]	PLAN DIRECTEUR AVEC TRAVAUX SS1 VENTILATION& DESEMFUMAGE	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_74_ind0
[F]	PLAN DIRECTEUR VENTILATION SS2	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_75_ind0
[G]	PLAN DIRECTEUR EG PROCESS SS2	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_76_ind0
[H]	PLAN DIRECTEUR TRAVAUX SS2 VENTILATION	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_77_ind0
[I]	PLAN DIRECTEUR GF COUR ANGLAISE	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_78_ind0
[J]	PLAN DIRECTEUR VENTILATION GF	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_79_ind0
[K]	PLAN DIRECTEUR PLB SS1	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_80_ind.0
[L]	PLAN DIRECTEUR HELIUM SS1	RMN-LABO_PRO_FERRO_PG_81_ind.0

LOT 3			2/68
-------	--	--	------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

ABRÉVIATIONS

AFNOR	Association Française de Normalisation
AQC	Agence Qualité Construction
C.C.T.P.	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
CFO	Courant Fort
CFA	Courant Faible
C.C.P.	Cahier des Clauses Particulières
CF	Coupe-Feu
CTA	Centrale de Traitement d'Air
CVC	Chauffage Ventilation Climatisation
DTU	Document Technique Unifié
D.P.G.F.	Décomposition des Prix Globale et Forfaitaire
D.O.E.	Dossier des Ouvrages Exécutés
EN	Européennes
GTC	Gestion Technique Centralisée
ERP	Établissement Recevant du Public
FSH	Fluide spécial (Récupération d'Hélium gazeux)
LT	Local Technique
MDA	Maison Des Associations
MOA	Maitrise d'Ouvrage
NF	Normes Françaises
NR	Noise Rating / Niveau de Bruit
PAC	Pompe À Chaleur
PLB	Plomberie sanitaire
PSE	Prestations Supplémentaires Éventuelles
R.E.E.F.	Recueil des éléments utiles à l'Établissement et à l'Exécution des projets et marchés de bâtiment en France

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

SOMMAIRE

1	GÉNÉRALITÉS.....	9
1.1	PRESENTATION DU PROJET.....	9
1.2	OBJET DU PRESENT CCTP.....	9
1.3	PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE.....	9
1.4	CLASSEMENT DE L'ETABLISSEMENT.....	10
1.5	DESCRIPTION DU SITE.....	10
1.6	CADRE RÉGLEMENTAIRE ET DOCUMENTAIRE.....	10
1.6.1	Urbanisme.....	10
1.6.2	Servitudes d'utilité publique.....	10
1.6.3	Parasismique.....	10
1.6.4	Contraintes sanitaires (Amiante, plomb, termites).....	10
2	OUVRAGES LOT 3.1 - CVC.....	11
2.1	NORMES ET RÈGLEMENTS.....	11
2.2	LIMITES DE PRESTATIONS.....	13
2.2.1	Avec le lot gros-œuvre.....	13
2.2.2	Avec le lot Faux-plafond.....	13
2.2.3	Avec le lot menuiseries intérieures.....	14
2.2.4	Avec le lot peinture.....	14
2.2.5	Avec le lot plâtrerie / Cloisons / Doublages.....	14
2.2.6	Avec le lot revêtement de sol.....	14
2.2.7	Avec le lot CFO/CFA.....	14
2.2.8	Avec le lot GTB.....	15
2.3	PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES.....	16
2.3.1	Responsabilités et obligations du titulaire.....	16
2.3.1.1	Généralités.....	16
2.3.1.2	Organisation du chantier – Délais – Pénalités.....	17
2.3.1.3	Qualité et Origine des Matériaux.....	17
2.3.1.4	Conditions de réalisation – Planning – Phasage.....	17
2.3.1.5	Sécurité de Chantier.....	18
2.3.1.6	Stockage – Manutention.....	18
2.3.2	Protection au feu.....	18
2.3.3	Coordination avec les autres corps d'état.....	19
2.3.4	Relation avec les concessionnaires.....	19
2.3.5	Pièces diverses à fournir par le titulaire.....	19
2.3.5.1	Responsable de l'Exécution.....	19
2.3.5.2	Pendant la période d'exécution / Avant le commencement des travaux.....	19
2.3.5.3	Avant la réception des travaux.....	20
2.3.5.4	Formation du personnel / Support technique après réception.....	20
2.3.5.5	Dossier D.O.E.....	20
2.3.5.6	Travaux divers.....	21

LOT 3			4/68
-------	--	--	------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

2.3.6	Modification de prestations en cours d'exécution.....	21
2.3.7	Essais, vérifications et contrôles	21
2.3.7.1	Généralités.....	21
2.3.7.2	Contrôles d'étanchéité	23
2.3.7.3	Essais de température.....	23
2.3.7.4	Vérification en cours de travaux	23
2.3.7.5	Vérification en fin de travaux	24
2.3.8	Peinture et étiquetage.....	24
2.3.9	Désinfection / rinçage des réseaux	25
2.3.10	Réception des installations	25
2.3.10.1	Demande de réception	25
2.3.10.2	Visite de réception	25
2.4	BASE DE CALCUL	26
2.5	PRESENTATION DES TRAVAUX A REALISER	26
2.5.1	Description technique chauffage.....	26
2.5.2	Description technique ventilation	26
2.5.2.1	Travail sur l'existant.....	26
2.5.2.2	Production	27
2.5.2.3	Distribution	27
2.5.2.4	Protection incendie – Clapets coupe-feu en traversée de dalles.....	27
2.5.2.5	Émission.....	29
2.5.2.6	Désenfumage	30
2.5.3	Description technique refroidissement	30
2.5.3.1	Production	30
2.5.3.2	Réseaux secondaires	31
2.5.3.3	Traitement d'eau	32
2.5.3.4	Système d'expansion	32
2.5.4	Alimentations électriques.....	32
2.5.5	Régulation	32
2.5.6	Travaux divers	32
2.5.7	Bilan électrique.....	33
2.6	VARIANTE CVC N°01 – PRODUCTION FRIGORIFIQUE PAR GROUPE FROID UNIQUE	34
3	OUVRAGES LOT 3.2 - PLB.....	36
3.1	NORMES ET RÈGLEMENTS	36
3.1.1	Préambule	36
3.1.2	Référentiels techniques, normalisation et certification " Plomberie"	36
3.2	PRESENTATION DES TRAVAUX A REALISER	39
4	OUVRAGES LOT 3.3 - RECUPERATION HELIUM GAZEUX	39

LOT 3			5/68
-------	--	--	------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.1	PRESENTATION DES TRAVAUX A REALISER	39
4.2	BASES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES APPLICABLES AU RESEAU DE RECUPERATION D'HELIUM GAZEUX	40
4.2.1	Bases réglementaires et normatives hélium gazeux	40
4.2.2	Sécurité ODH – risque d'appauvrissement en oxygène	41
4.3	DONNÉES D'ENTRÉE	42
4.3.1	Données MOA	42
4.3.2	Hypothèses données BET	42
4.4	BASES DE CALCUL	46
	Hypothèses générales de dimensionnement	46
4.5	DESCRIPTION DES OUVRAGES	47
4.5.1	Préambule	47
4.5.2	Réseaux existants	48
4.5.3	Nouveau réseau et accessoires	48
4.6	REQUIS D'INSTALLATION	49
4.6.1	Canalisations	49
4.6.2	Caractéristiques techniques des tubes inox 316L	50
4.6.3	Supports des canalisations	51
4.6.4	Joints de canalisation	51
4.6.5	Vannes de sectionnement	51
4.6.6	Soupapes et protections contre les surpressions	52
4.6.7	Instrumentation	53
4.6.8	Nombre de singularités	53
4.6.9	Réductions	54
4.6.10	Schéma fonctionnel de récupération hélium RMN	54
4.6.11	Points critiques à prévoir	55
4.6.12	Prescriptions de bonnes pratiques	55
4.7	TRAVAUX DIVERS	56
4.8	QUALIFICATIONS – COMPÉTENCES – FORMATION – CONTRÔLE – HABILITATIONS	57
4.8.1	Qualifications en soudage	57
4.8.2	Compétences spécifiques aux réseaux <i>hélium</i>	58
4.8.3	Formation « propreté / haute pureté »	58
4.8.4	Contrôles et certifications complémentaires	58
4.8.5	Habilitations & sécurité	59
4.8.6	Profil soudeur adapté	59
4.8.7	En résumé	59
4.9	MÉTHODOLOGIE D'EXÉCUTION	60
4.9.1	Préparations avant travaux	60
4.9.1.1	Documents applicables	60
4.9.1.2	Matériel et consommables	60
4.9.1.3	Contrôle réception	60
4.9.2	Préparation des éléments	61

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.9.2.1	Coupe	61
4.9.2.2	Ébavurage.....	61
4.9.2.3	Nettoyage.....	61
4.9.2.4	Stockage	61
4.9.3	Montage à blanc	61
4.9.3.1	Positionnement.....	61
4.9.3.2	Jeux de soudure.....	61
4.9.3.3	Pointage	61
4.9.4	Soudage	61
4.9.4.1	Procédé.....	61
4.9.4.2	Paramètres type	62
4.9.4.3	Protection interne (OBLIGATOIRE)	62
4.9.4.4	Exécution	62
4.9.4.5	Acceptation visuelle.....	62
4.9.5	Contrôles qualité.....	62
4.9.5.1	Contrôle visuel (100%)	62
4.9.5.2	Ressuage (PT)	62
4.9.5.3	Contrôle étanchéité hélium	62
4.9.5.4	Épreuve pression (si applicable).....	63
4.9.6	Nettoyage	63
4.9.7	Nettoyage Après soudage	63
4.9.7.1	Nettoyage externe	63
4.9.7.2	Nettoyage interne (si requis).....	63
4.9.7.3	Fermeture.....	63
4.9.8	Montage final sur site.....	63
4.9.8.1	Installation	63
4.9.8.2	Raccordement équipements.....	63
4.9.9	Essais & mise en service	63
4.9.9.1	Test global d'étanchéité.....	63
4.9.9.2	Purge	63
4.9.9.3	Mise sous hélium progressive	64
4.9.9.4	Traçabilité.....	64
4.9.10	Points critiques d'exécution	64
4.9.11	Résumé opérationnel.....	64
4.10	PLAN DE CONTRÔLE QUALITÉ (PCQ / ITP)	64
4.10.1	Légende	64
4.10.2	Tableau de contrôle qualité.....	65
4.10.3	Points d'arrêt (hold points).....	67

LOT 3			7/68
-------	--	--	------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.10.4	Spécificités RMN (très important)	67
4.10.5	Résumé opérationnel.....	67
4.11	DISPOSITIONS FINALES	67
4.12	DOCUMENTS À FOURNIR (EXE-DOE).....	67
5	PRORATA DES FRAIS COMMUNS	68

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

1 GÉNÉRALITÉS

1.1 PRESENTATION DU PROJET

Le projet porte sur le réaménagement du laboratoire de RMN du département de chimie de l'ENS-PSL, afin de permettre l'installation d'un nouveau spectromètre de résonance magnétique nucléaire de 900 MHz. Cette opération nécessite le déplacement du spectromètre RMN 600 MHz existant, ainsi que l'adaptation des laboratoires et de la salle de contrôle.

Le programme concerne le réaménagement de la zone ES111. Il est motivé par l'arrivée du nouveau spectromètre 900 MHz en zone ES117, en remplacement du 600 MHz qui sera réinstallé en zone ES111, ainsi que par la remise en place en zone ES117 d'un spectromètre 800 MHz actuellement en maintenance depuis deux ans.

Les travaux comprennent :

- Le recloisonnement des espaces,
- L'adaptation et la modification des équipements techniques,

L'intégration de nouveaux équipements scientifiques (600, 800 et 900 MHz).

L'opération est réalisée en site occupé, avec un objectif prioritaire de continuité d'activité scientifique et de maîtrise des contraintes propres aux environnements RMN (champs magnétiques, stabilité thermique, vibrations, réseaux techniques).

Particularités de l'opération :

- Exécution des travaux en 4 phases continues,
- Travaux de rénovation en site occupé,
- Prise en compte des contraintes techniques spécifiques aux installations RMN.

1.2 OBJET DU PRESENT CCTP

La présente notice a pour objet de décrire les ouvrages nécessaires aux travaux de réhabilitation des laboratoires de RMN du département de chimie. Les travaux concernés sont :

- Lot 3.1 : Chauffage-Ventilation-Climatisation ;
- Lot 3.2 : Plomberie sanitaire ;
- Lot 3.3 : Fluides spéciaux « Récupération d'hélium gazeux ».

1.3 PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Le lieu d'exécution des prestations est :

École Normale Supérieure – PSL, Département de Chimie, Service de RMN, 24 rue Lhomond, 75005 Paris.

Les locaux sont situés dans l'aile Erasme, au 1er sous-sol. Ils sont semi-enterrés, avec des fenêtres en imposte à 2,5 m du sol, orientées nord-nord-ouest, ainsi que quelques ouvertures au sud-ouest vers une cour anglaise ombragée.

Le projet ne portant que sur l'intérieur, l'insertion dans le site n'est pas étudiée. Aucune modification de façade n'est prévue.

LOT 3			9/68
-------	--	--	------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

1.4 CLASSEMENT DE L'ETABLISSEMENT

L'établissement est classé ERP 2^{ème} catégorie.

Les laboratoires ES111 & ES117 sont des espaces non ouverts au public (ERT).

1.5 DESCRIPTION DU SITE

La zone a fait l'objet des différentes phases d'aménagement suivantes :

- 2015 : Projet « en résonance » Ygrec (mandataire), de Ph.D. Architecte, Clima plus (fluides)
- 2016 : aménagement de la zone ES111 : plafonds, cloisons modulables, électricité et CVC
- Entre 2016 et 2025 : Usage du bureau 1 modifié en Laboratoire pour le spectromètre 500 et du bureau 2 en salle de contrôle sans modification des aménagements
- 2025 : étude de faisabilité MEDIAA.

La hauteur sous dalle dans la zone ES111 constitue la contrainte principale pour l'implantation du spectromètre 600 MHz.

À la suite des relevés de la MOE, la volumétrie est la suivante sur l'emprise ES111 :

- HS Dalle : 4.43 m
- Hauteur sous poutre : 4,056 m
- Hauteur sous gaine de 3.385 m

Une pré-étude réalisée par Bruker, en parallèle de la phase DIAG de la mission de maîtrise d'œuvre, permet de déterminer la position du spectromètre 600 MHz à 10 cm près.

1.6 CADRE RÉGLEMENTAIRE ET DOCUMENTAIRE

1.6.1 Urbanisme

Il ne sera pas déposé de PC ou de DP car pas de modifications extérieures.

Le bâtiment n'est pas classé au titre des monuments historiques.

DACAM à déposer sur la base APD car changement de cloisons dans une ERP de type R.

Le PC de 2023 (hors périmètre) contient un dossier PC9. Probablement parce que le site est dans le périmètre d'un bâtiment classé monument historique mais pas de PC10 car pas d'aspect extérieur modifié.

1.6.2 Servitudes d'utilité publique

Sans objet.

1.6.3 Parasismique

Sans objet.

1.6.4 Contraintes sanitaires (Amiante, plomb, termites)

Rapport de mission de repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante avant réalisation de travaux : Amiante négatif Diagnostic de INAXE du 26/04/2023 reçu au DC.

LOT 3			10/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Le bureau de contrôle devra confirmer s'il est nécessaire de réaliser des diagnostics plomb et termites.

2 OUVRAGES LOT 3.1 - CVC

2.1 NORMES ET RÈGLEMENTS

Les références aux documents énoncées dans le présent C.C.T.P. ne constituent pas une liste exhaustive et limitative.

Dans tous les cas, le titulaire en devra l'application sans restriction de tous les textes règlementaires applicables.

Les documents applicables sont ceux en vigueur un mois avant la date de remise des offres.

Aucune dérogation aux normes et règlements ne sera accordée après remise des propositions.

Pour les Codes Environnement, Lois, Décrets, Arrêtés, Circulaires, Textes, Décisions relatifs au projet faisant l'objet du présent document, le titulaire est invité à consulter le site web du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (<http://aida.ineris.fr>) ou bien le dernier indice du CD-R.E.E.F. disponible par intermédiaire d'abonnement sur le site de la CSTB (<http://boutique.cstb.fr>).

Pour le lot CVC

L'ensemble des Normes Françaises (NF) établies par l'AFNOR et plus particulièrement :

- NF P 50 et 52 : chauffage – ventilation ;
- NF E 35 et 38 : machines thermiques ;
- NF EN 12097 : ventilation des bâtiments – réseau de conduits ;
- NF P 49.115: tubes en acier - tubes sans soudures filetables (dimensions - conditions techniques de livraison) ;
- NF P 49.111: tubes en acier - tubes sans soudures à extrémités lisses du commerce pour usages généraux à moyenne pression ;
- NF P 49.145: tubes en acier - tubes soudés filetables ;
- NF P 41.203: écartement des supports de canalisations ;
- NF X 08.100: teinte conventionnelle des tuyauteries.

Ensemble des normes européennes et notamment NF EN 378-3 de Juillet 1998 relative « aux exigences de sécurité et d'environnement des systèmes de réfrigération et pompes à chaleur ».

Versions en vigueur de l'Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP).

LOT 3			11/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Pour les déperditions

- Règles de calcul Th-U 2005, RT 2012 ;
- NF EN 12831 - Mars 2004 - "Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base" ;
- NF P 52.612 / CN - Février 2005 - Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base - Complément national à la norme NF EN 12831.
- Ensemble des DTU 68.x relatifs aux installations de ventilation mécanique.

Textes généraux

- Code de la construction annexé au décret du 31 Mai 1978 ;
- Prescriptions du C.S.T.B. contenues dans le R.E.E.F., notamment, et Avis Technique émis par ce même CSTB ;
- Cahier des Clauses Techniques Générales des marchés publics de travaux passés au nom de l'Etat, relatif aux installations de génie climatique et de production d'eau chaude sanitaire (selon décret du 1er octobre 1977) ;
- Ensemble des Normes Françaises (NF) établies par l'AFNOR ;
- Règles de l'Art et règles UCH ;
- Règlement Sanitaire Départemental du lieu du projet (ou à défaut Règlement Sanitaire Départemental type, tel que résultant de la circulaire du 9 Août 1978 y compris tout additif ou tout modificatif ultérieur, dont notamment ceux des 26 avril 1982, 20 janvier 1983 et 18 mai 1984) ;
- Législation du travail ;
- Consignes de montage et d'entretien données par les constructeurs des matériels et des appareillages ;
- Accord entre l'Union des Chambres Syndicales de Chauffage de France et les constructeurs de matériel thermique.

Contraintes particulières

Si au cours des travaux, de nouveaux documents entraient en vigueur, le titulaire doit en avertir la MAITRISE D'ŒUVRE, et établir un avenant correspondant aux modifications de façon à livrer à la mise en service une installation conforme aux dernières dispositions.

LOT 3			12/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

2.2 LIMITES DE PRESTATIONS

2.2.1 Avec le lot gros-œuvre

À réaliser par le présent lot :

- Plan d'aménagement avec indication des charges ;
- Plan de réservations, percements et trémies ;
- Plan d'implantation des massifs et des socles ;
- Percements et rebouchages dans le gros œuvre des réservations de diamètres inférieurs à 100 mm ou de sections inférieures à 100 cm² ;
- Percements dans la structure non demandés en temps voulu, à faire exécuter par le lot Gros Œuvre, aux frais du titulaire défaillant, sous réserve de l'étude structure ;
- Rebouchages par matériaux reconstituant le degré coupe-feu et phonique demandé ;
- Fourniture des résilients à mettre en place sous les socles et massifs ;
- Fourniture et pose des plots anti-vibratiles ;
- Grutage et manutention de tous les matériaux nécessaires ;
- En cas de nécessité, des chevilles chimiques pourront être employées pour les fixations réalisées dans les parties étanches sous avis du bureau de contrôle ;
- Fourniture du diamètre des fourreaux ;
- Réalisation des joints silicone d'étanchéité placé entre le tube et le fourreau ;
- Tri sélectif avec bennes mises à disposition par le lot Gros Œuvre.

Les prestations non précisées ne sont pas comprises.

Dans le cas de déchets spécifiques (fluides frigorigènes, etc.) ou en cas de non mise à disposition de bennes de déchets, le titulaire assurera lui-même l'évacuation, le tri et la mise en traitement des déchets. Il fournira les certificats de suivi relatifs à chaque type de déchets.

2.2.2 Avec le lot Faux-plafond

À réaliser par le présent lot :

- Prise en compte la taille des dalles de faux plafond dans la sélection du matériel ;
- Percements et Calfeutremments inférieurs à 10 x 10 cm ;
- Indication des dimensions et localisations des réservations pour intégrations des grilles et diffuseurs de ventilation en faux plafond et en jouée ;
- Le respect des dimensions des dalles de faux plafond installées vis-à-vis de ses grilles afin qu'elles soient parfaitement intégrées au calepinage.

Les prestations non précisées ne sont pas comprises.

LOT 3			13/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

2.2.3 Avec le lot menuiseries intérieures

À réaliser par le présent lot :

- Indication des dimensions et localisations des trappes ;
- Indication des dimensions et localisation des réservations pour intégrations des grilles et diffuseurs de ventilation en faux plafond ;
- Passage et encastrement des tuyauteries et gaines.

Les prestations non précisées ne sont pas comprises.

2.2.4 Avec le lot peinture

À réaliser par le présent lot :

- La peinture de ses propres équipements, si nécessaire ;
- Deux couches de peinture antirouille de couleurs différentes sur l'ensemble des installations le nécessitant ;
- Le repérage, étiquetage et identification aux teintes conventionnelles de ses différents réseaux.

Les prestations non précisées ne sont pas comprises.

2.2.5 Avec le lot plâtrerie / Cloisons / Doublages

À réaliser par le présent lot :

- Percements et calfeutrements inférieurs à 10 x 10 cm ;
- Indication des dimensions et localisations des trappes ;
- Indication des dimensions et localisation des réservations pour intégrations des grilles et diffuseurs de ventilation en faux plafond ;
- Passage et encastrement des tuyauteries et gaines.

Les prestations non précisées ne sont pas comprises.

2.2.6 Avec le lot revêtement de sol

À réaliser par le présent lot :

Sans Objet

2.2.7 Avec le lot CFO/CFA

À réaliser par le présent lot :

- Fourniture d'un bilan de puissance de ses propres équipements ;
- Définition du type d'alimentation et des puissances nécessaires à l'alimentation de ses propres équipements ;
- Fourniture des coffrets et armoires électriques de commande et de protection nécessaires aux équipements des installations du lot CVC, y compris raccordements et câbles ;

LOT 3			14/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Installation des liaisons électriques et d'asservissements de ses équipements depuis ses armoires et coffrets, y compris câbles résistants au feu si nécessaire ;
- Les différents raccordements de ses commandes ;
- Raccordement de ses propres équipements sur les attentes laissées par le lot électricité ;
- Raccordement des câbles de commande des clapets coupe-feu laissés en attente par le lot CFo/CFa ;
- Les mises à la terre depuis les attentes du lot Électricité (raccordement des masses métalliques) ;
- Les coffrets de relaying ;
- Les plans d'implantations de ses attentes électriques.

Les prestations non précisées ne sont pas comprises.

2.2.8 Avec le lot GTB

À réaliser par le présent lot :

Sans objet

Il n'y a pas de Lot GTB mais les nouveaux équipements devront être communiquant.

LOT 3			15/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

2.3 PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES

2.3.1 Responsabilités et obligations du titulaire

2.3.1.1 Généralités

Les caractéristiques portées au présent descriptif et sur les plans de principes sont données à titre indicatif. Il appartiendra au titulaire d'effectuer ses propres calculs et relevés.

L'acceptation par le Maître d'Ouvrage et l'ingénierie du projet présenté, ainsi que tous les calculs, dessins, graphiques et courbes s'y rattachant, ne diminue en rien la responsabilité du titulaire, en particulier pour l'obtention des résultats demandés au présent cahier des charges.

Le titulaire devra donc définir son installation en faisant tous les calculs de déterminations techniques.

Le titulaire est tenu d'obtenir les résultats contractuels ici définis.

Le titulaire sera tenu de se conformer aux renseignements et aux indications techniques nécessaires à la mise en œuvre de ses installations, délivrés par les services techniques compétents.

Le titulaire devra se mettre en rapport avec ces services. Il devra obtenir tous les renseignements utiles pour l'exécution de ses travaux, se soumettre à toute vérification et visite des agents de ces services et fournir tous documents et pièces justificatives demandés.

Il appartient au titulaire d'établir son étude pour que les prix unitaires et le prix global qu'il indiquera soient calculés en tenant compte des dispositifs, diamètres de canalisations, sections de gaines, caractéristiques du matériel, des difficultés d'exécution et des impératifs du Maître d'Ouvrage, etc.

En toute circonstance, le titulaire demeure seul responsable de tous dommages ou accidents causés à des tiers, soit de son propre fait, soit de son personnel (C.C.P.) lors ou par suite de l'exécution des travaux.

Le titulaire assurera sous la direction de l'architecte la synthèse de ses travaux avec les autres corps d'état.

Le présent lot est traité à prix global forfaitaire. Celui-ci doit être déterminé conformément aux plans de l'architecte et aux conditions du présent document.

Il est précisé que le titulaire doit prendre connaissance des C.C.T.P des autres lots.

Le titulaire ne peut, de ce fait, prétendre ignorer les prestations et obligations des autres corps d'état dont les travaux sont exécutés en liaison avec les siens.

Dans le courant du délai d'études de prix, il doit signaler par écrit toute omission, tout manque de concordance ou toute autre erreur qui aurait pu se glisser dans l'établissement des documents de consultation, faute de quoi il est réputé avoir accepté les clauses du dossier.

Par le fait de soumissionner, chaque titulaire contracte l'obligation d'exécuter l'intégralité des travaux de son Lot, nécessaires pour le complet et parfait achèvement de la construction projetée, conformément aux règles de l'Art, quand bien même il ne serait pas fait mention explicitement de certains d'entre eux aux C.C.T.P.

LOT 3			16/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Le plan architecte du dossier prime toujours sur le plan architecte ayant servi de support au plan technique, sauf pour les indications d'ordre technique qui se rapportent au lot technique concerné.

Dans le cas où les stipulations du C.C.T.P. ne correspondraient pas à celles des plans, notamment en ce qui concerne les dimensions, l'entrepreneur se doit d'envisager la solution la plus onéreuse. De ce fait, il ne peut réclamer aucun supplément en s'appuyant sur le fait que la désignation mentionnée sur les plans d'une part, et sur le C.C.T.P. d'autre part, pourrait présenter d'inexact, d'incomplet ou de contradictoire.

Enfin, il est précisé que l'entrepreneur ne pourra arguer d'un oubli de localisation du C.C.T.P. pour prétendre à un supplément sur le prix forfaitaire de son marché, si l'ouvrage concerné figure aux plans ou vice versa.

2.3.1.2 Organisation du chantier – Délais – Pénalités

Le titulaire se reportera aux prescriptions fixées dans le dossier commun ou à défaut par le maître d'ouvrage.

2.3.1.3 Qualité et Origine des Matériaux

Le titulaire adjudicataire devra présenter un échantillonnage complet des matériaux utilisés.

Pour le matériel spécifique, le titulaire fournira, pour chaque appareil, une documentation complète accompagnée des caractéristiques techniques et des procès-verbaux d'essais en usine.

L'emploi des matériaux, procédés, éléments ou équipements nouveaux sera subordonné à l'avis technique d'organismes officiels tels que CSTB.

2.3.1.4 Conditions de réalisation – Planning – Phasage

Le titulaire sera réputé avoir pris connaissance de la situation et de l'état des locaux, des installations existantes, du passage des fluides existants ainsi que des contraintes d'accès, de circulation et d'environnement (notamment pour les bennes à gravais, entreposage de matériels, manutention, etc.).

Il ne pourra pas en effet invoquer sa méconnaissance d'une caractéristique des lieux pour réclamer des suppléments au montant de sa soumission.

Les moyens de mise en œuvre en personnel et matériel seront adaptés aux contraintes de la planification auxquelles le titulaire devra se soumettre, tant dans l'avancement des tâches partielles que dans le délai global.

Le titulaire devra prendre connaissance du phasage des travaux édictés par la Maîtrise d'Ouvrage, et demandera ce phasage à la Maîtrise d'Ouvrage si celui-ci n'est pas joint au présent appel d'offres.

Il devra répondre en fonction des matériels décrits dans le C.C.T.P.

Si le matériel décrit est incompatible avec les plannings de réalisation, il devra en informer la Maîtrise d'œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage en justifiant des délais nécessaires, et proposer un matériel de remplacement.

LOT 3			17/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

2.3.1.5 Sécurité de Chantier

Avant toute intervention sur les ouvrages électriques, le titulaire devra s'assurer que ces derniers ont bien été mis hors tension par le Lot Électricité. Dans le cas contraire, il devra se rapprocher de ce dernier pour le prévoir.

Le titulaire devra respecter les normes de sécurité concernant la protection de son personnel, et notamment :

- Utilisation de baladeuses de lampes d'éclairage et d'outillage fonctionnant en 24 volts ;
- Vérification de la qualité des terres utilisées pour le branchement provisoire des appareils électriques ;
- Utilisation de matériel portatif de classe II protégé par un dispositif haute sensibilité (sensibilité du différentiel 30 mA) ;
- Alimentation de tout le matériel en aval d'un dispositif de sensibilité 30 mA.

2.3.1.6 Stockage – Manutention

Le titulaire prend à son compte la réception, le stockage et la manutention du matériel livré sur le chantier.

Le stockage des matériaux et matériels ne doit engendrer, en aucun cas, des risques supplémentaires pour les personnes.

En aucun cas, il ne pourra faire accomplir cette tâche par une personne n'appartenant pas à son personnel.

Le matériel non réceptionné par le titulaire sera retourné à son expéditeur.

2.3.2 Protection au feu

Le titulaire devra, dans le cadre des travaux de son lot, prendre toutes les dispositions nécessaires au respect des réglementations de protection au feu en vigueur.

Les matériaux soumis à la réglementation incendie devront être titulaires des certificats de classement de résistance au feu compatibles avec le projet, compte tenu de la matière et de l'affectation des locaux. Ils seront délivrés à la suite d'essais effectués en laboratoire officiel.

Le titulaire devra se conformer aux mesures de protection contre l'incendie qui lui seront prescrites. Il devra notamment fournir à la personne habilitée un permis feu avant chaque travail par points chauds (soudures, brasures, utilisation d'un chalumeau, etc.).

Le titulaire aura pour obligation de disposer sur le chantier de moyens de lutte de première intervention contre l'incendie en nombre suffisant et à disposition immédiate des intervenants du chantier.

Tout ouvrage de soudure sera suspendu deux heures avant la fin de la journée de travail pour éviter tout risque d'incendie en l'absence du personnel de chantier. Dans le but d'éviter toute détérioration du matériel en place lors des travaux, il est conseillé de réaliser autant de travaux que possible en extérieur.

LOT 3			18/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

2.3.3 Coordination avec les autres corps d'état

Il est bien précisé que les titulaires devront prendre connaissance de l'ensemble des dossiers concernant l'opération, tant en ce qui concerne les plans et maquettes que les devis descriptifs.

Le titulaire devra prendre contact avec les corps d'état dont les ouvrages seront en liaison avec les siens afin d'assurer une parfaite coordination durant l'exécution.

Les dimensions des ouvrages seront relevées sur la maquette/plans architecte et seront contrôlées sur place.

Le titulaire devra fournir tout justificatif, avis technique ou certificat de conformité des matériaux, des matériels mis en œuvre qui pourront être réclamés par l'organisme de contrôle ou les services de sécurité. La réception sera subordonnée à la fourniture des procès-verbaux de classement au feu des divers composants de l'installation.

Les produits et procédés de technique non traditionnelle feront l'objet d'un avis d'un cahier des charges approuvé par un organisme spécialisé.

En aucun cas, le titulaire ne pourra prétendre que des erreurs ou omissions de consultation le dispense d'exécuter les travaux suivant la réglementation en vigueur et les règles de l'art.

2.3.4 Relation avec les concessionnaires

Le titulaire sera chargé d'établir à ses frais tous les éventuels contacts avec les services publics et privés afin d'assurer une parfaite réalisation des installations.

Ces démarches s'effectueront sous le contrôle du Maître d'œuvre et en accord avec le Maître d'Ouvrage.

Le titulaire assurera la synthèse des plans d'exécution entre les différents lots.

2.3.5 Pièces diverses à fournir par le titulaire

2.3.5.1 Responsable de l'Exécution

Le titulaire désignera, dès la passation du marché, un responsable de l'exécution qui devra être l'unique interlocuteur face aux représentants du Maître d'Ouvrage et du bureau d'études.

Cette personne devra avoir toutes les compétences requises pour répondre à toutes les questions concernant les installations, et ceci, pendant la durée intégrale d'étude et d'exécution des travaux.

2.3.5.2 Pendant la période d'exécution / Avant le commencement des travaux

Durant cette phase de l'exécution, le titulaire présentera les échantillons des matériels.

Il transmettra également à l'approbation du Maître d'œuvre et du bureau de contrôle, les documents suivants conformément au planning d'exécution :

- Les schémas de principe aéraulique / hydraulique / électrique / régulation ;
- Les notes de calculs électrique, thermique, environnementale ;
- Les plans de cheminement des réseaux sous format DWG ;

LOT 3			19/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Les implantations des locaux techniques ;
- Les plans de réservations et de percements en particulier dans les ouvrages en béton sous format DWG ;
- Les fiches techniques précisant les caractéristiques exactes des matériels, les divers agréments, etc. ;
- Les plannings d'études, de commandes, d'approvisionnements ;
- Les plans détaillés de l'installation sous format DWG ;
- Note descriptive des régulations mises en œuvre.

2.3.5.3 Avant la réception des travaux

Le titulaire devra fournir pour son dossier de récolement, les éléments suivant au format papier (2 exemplaires) et informatique :

- La série de tous les plans et schémas des installations conformes aux installations telles qu'exécutées. Les éléments informatiques seront fournis au format PDF et DWG ;
- Les nomenclatures de tout matériel installé avec fiches techniques et indications de la provenance, exemplaires de carnet de résultats d'essais conformément au programme défini ;
- La notice de fonctionnement des installations ;
- Les notices d'entretien et de conduite des installations, avec les schémas renseignés (température, pressions, débits, puissances, points de consigne, plages de réglage, etc.)
- La liste des pièces de rechange et matériel consommable ;
- Les adresses des fournisseurs, numéros de téléphone, mails, noms des personnes ayant traités les sujets ;
- Les schémas généraux de fonctionnement (hydrauliques et aérauliques) plastifiés et affichés au format A0 ou A1 dans chaque local technique.

Les éléments informatiques seront fournis sur une clé USB de taille suffisante pour contenir l'ensemble des éléments.

2.3.5.4 Formation du personnel / Support technique après réception

Le titulaire devra assurer, après réception, une formation à un collège de personnes responsables de l'entretien, de la conduite de l'installation réalisée, avec en fin de formation la signature d'un procès-verbal entre les parties pour transmission au Maître d'œuvre et au Maître d'Ouvrage.

2.3.5.5 Dossier D.O.E.

Le titulaire devra se reporter aux prescriptions fixées par le Maître d'Ouvrage pour la constitution du dossier D.O.E. (dossier des ouvrages exécutés) avec toutes pièces à remettre. Il intégrera à minima :

- Les notices de fonctionnement ;
- Le dossier de maintenance et d'entretien ;
- L'ensemble des pièces graphiques et notes de calculs dans leur version finale ;

LOT 3			20/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Fiches de relevé de débits ;
- Fiches d'autocontrôle ;
- Fiches de mise en service et essais.

2.3.5.6 Travaux divers

Une période de 30 jours sera prévue pour les réglages et essais avant réception ; cette phase s'effectuera en dehors des périodes de fonctionnement des installations relatives aux besoins du chantier.

2.3.6 Modification de prestations en cours d'exécution

Aucun changement au projet retenu ne pourra être apporté en cours d'exécution sous l'autorisation expresse du Maître d'Ouvrage, les frais résultants des changements non autorisés et toutes leurs conséquences, ainsi que tout travail supplémentaire exécuté sans écrit, seront à la charge du titulaire.

Toutes autorisations de modifications en cours de projet devront être complétées d'un devis signé.

2.3.7 Essais, vérifications et contrôles

2.3.7.1 Généralités

Les contrôles effectués au cours ou à la fin des travaux auront pour but de vérifier que l'installation est bien conforme à celle prévue au descriptif et que son exécution ne présente pas de dispositions contraires aux prescriptions particulières du marché ou aux règles de l'Art.

Les essais auront pour but de vérifier l'étanchéité des canalisations et le bon fonctionnement de l'installation. Ils seront exécutés aux frais du titulaire du présent lot.

Le titulaire devra mettre à la disposition du Maître d'Œuvre et du bureau de contrôle :

- Du personnel avec le matériel adéquat nécessaire à la réalisation des vérifications et des essais ;
- Des notices de conduite et d'entretien ;
- Une note méthodologique des mesures ;
- Un plan de mesure.

Les appareils de mesure devront agréés au préalable par les agents techniques chargés de la réception. Les certificats d'étalonnage à jour seront fournis.

Tout remplacement ou remise en état de matériels endommagés durant la phase d'essais sera à la charge du titulaire du présent lot.

Les essais devant être réalisés en cours d'exécution seront programmés à l'avance (exemple : avant les fermetures de gaines et faux plafond).

Le titulaire aura à sa charge la réalisation de tous ses autocontrôles. Il devra procéder aux essais et vérifications du fonctionnement de ses installations et les retranscrire sur les procès-verbaux en se basant sur les derniers modèles de l'Agence Qualité Construction (AQC) en vigueur, et selon la nature du fluide.

LOT 3			21/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Les méthodes à utiliser devront être soumises à l'agrément du Maître d'Œuvre ou du bureau de contrôle.

Les essais porteront sur :

- Ventilateurs :
 - La vitesse de rotation ;
 - Les débits d'air ;
 - Les pressions statiques ;
 - Les puissances électriques absorbées ;
 - Le niveau sonore.
- Centrales d'air :
 - L'étanchéité des enveloppes des centrales ;
 - L'étanchéité des cadres périphériques des filtres ;
 - La perte de charge des filtres ;
 - Les caractéristiques de l'air en amont et en aval de chaque élément de la centrale ;
 - Les puissances électriques absorbées ;
 - Les sécurité et alarmes ;
 - La régulation ;
 - Le niveau sonore.
- Gaines :
 - Les débits d'air ;
 - Les essais fumigènes par tronçon ;
 - Le supportage ;
 - Le contrôle de l'isolation thermique (épaisseur, mise en œuvre) ;
 - L'équilibrage ;
 - Le contrôle de l'étanchéité des gaines.
- Appareils terminaux - Diffuseurs de soufflage, reprise, extraction :
 - La mesure de débit de 20 % des diffuseurs judicieusement choisis ;
 - La diffusion de l'air avec essais fumigènes ;
 - Les températures ;
 - Les niveaux sonores.
- Registres et organes de réglages :
 - Le contrôle de 20 % des registres et organes de réglages judicieusement choisis.
- Clapets et trappes coupe-feu :
 - Les contrôles des clapets et trappes ;
 - Les armements ;
 - Les essais de déclenchements thermiques ;
 - Le fonctionnement des contacts auxiliaires agissant sur la signalisation, l'asservissement, l'alarme, etc.
- Pompes de circulation :
 - Les pressions amont et aval ;
 - La mesure de la puissance électrique absorbée ;
 - Le contrôle des débits d'eau.
- Tuyauteries :
 - L'état de la protection antirouille, des supports et des dispositifs de compensation de dilatation ;

LOT 3			22/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Les essais de pression en cours de montage par réseau ou par tronçon de réseau ;
- Le contrôle de l'isolation thermique (épaisseur, mise en œuvre), traçage.
- Appareils électriques :
 - Les mises à la terre et les isollements ;
 - Les tensions, les intensités ;
 - Les sens de rotation ;
 - L'équilibrage des phases ;
 - Les dispositifs de démarrage et leur efficacité ;
 - L'étanchéité des matériels placés à l'extérieur.
- Régulation, contrôle et télécommandes :
 - Le fonctionnement des appareillages automatiques ;
 - Les indicateurs à distance ;
 - Les télécommandes, asservissements et temporisations ;
 - Les fonctions des régulateurs ;
 - Les lois d'asservissement ou de correspondance affichées sur les régulateurs ;
 - Les programmations avec leur consigne de paramétrage.

2.3.7.2 Contrôles d'étanchéité

Le titulaire devra vérifier l'étanchéité de l'intégralité de ses réseaux.

Quel que soit le contrôle d'étanchéité, la peinture, le calorifugeage et le rebouchage des trémies seront réalisés après validation de l'étanchéité.

Chaque essai devra être répété autant de fois qu'il sera nécessaire pour obtenir un résultat satisfaisant.

Contrôle d'étanchéité sur les circuits d'air

Les tests d'étanchéité seront conformes aux normes EN12237, EN1507 et EN13779. Toutes les manœuvres s'effectueront par le personnel du titulaire, sous sa responsabilité.

2.3.7.3 Essais de température

Les mesures seront faites dans tous les locaux. Dans certains locaux il sera mis en place un enregistreur de température pour une durée d'enregistrement d'une semaine.

Les mesures comprendront :

- Le relevé des températures ambiantes ;
- Les températures d'air de soufflage et de reprise ;
- Les débits d'air ; aux mêmes points de mesures que les températures.

2.3.7.4 Vérification en cours de travaux

Elle aura lieu avant le calorifugeage, le rebouchage des trémies, la fermeture des gaines techniques.

Elle s'effectuera en présence du Maître d'Ouvrage, de ses représentants et de l'installateur.

Il sera procédé à la vérification :

LOT 3			23/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- De la mise en œuvre du matériel ;
- De la conformité des installations en fonction des prestations figurant au cahier des charges et selon les modifications éventuelles approuvées en cours de chantier ;
- De l'état du matériel.

Tous les essais pourront être différés tant qu'une partie quelconque des fournitures ou de leur mise en œuvre ne sera pas acceptée.

2.3.7.5 Vérification en fin de travaux

Les installations du présent lot feront l'objet par les autorités compétentes (bureau de contrôle, commission de sécurité, etc.) d'un contrôle de conformité.

La réception des travaux ne pourra être prononcée qu'après l'obtention du procès-verbal correspondant et le titulaire du présent lot devra effectuer toutes les démarches nécessaires pour obtenir l'approbation de son projet et de ses installations.

Tous les frais occasionnés par ces démarches, visites de contrôle, remis en état après essais et travaux complémentaires pour mise en conformité seront à la charge du présent lot.

2.3.8 Peinture et étiquetage

Peinture

Le titulaire devra prévoir :

- Sur les canalisations calorifugées (avant calorifugeage) :
 - Brossage ;
 - Dégraissage ;
 - Peinture antirouille ;
 - Peinture glycérophtalique en deux couches.

Le choix et la disposition des teintes conventionnelles seront conformes aux normes en vigueur (NF E 04-054 - NF P 02-009 et NF X 08-100).

Étiquetage

Tous les circuits hydrauliques et aérauliques seront repérés par des étiquettes placées de manière lisible. Ce repérage sera réalisé sur toute la longueur des canalisations par bandes de couleur suivant normes NF X 08-100. Il s'effectuera :

- De part et d'autre de chaque élément de robinetterie ;
- De part et d'autre de chaque dérivation sur les réseaux principaux ou secondaires ;
- Tous les 5 mètres environ.

Il sera prévu les informations suivantes :

- Fléchage du sens du fluide ;
- Nature et type du fluide :
 - Exemple de nature : CHAUFFAGE, AIR, ECS, etc. ;

LOT 3			24/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Exemple de type : Aller, Retour, Extraction, Soufflage, Reprise, Air neuf, Air rejeté, etc.

Les tuyauteries calorifugées recevront des anneaux colorés, aux couleurs conventionnelles des fluides.

2.3.9 Désinfection / rinçage des réseaux

L'ensemble des réseaux d'eau froide, d'eau chaude et l'ensemble des équipements et robinetteries seront rincés et il sera procédé à leur désinfection conformément aux recommandations figurant au Règlement Sanitaire Départemental et jusqu'aux résultats positifs.

Après les opérations de rinçage et de désinfection et après plusieurs prélèvements d'eau en différents points de l'installation, le titulaire devra faire analyser l'eau prélevée. Les résultats d'analyses devront être fournis avant la mise en service des installations.

Le titulaire remettra au Maître d'Ouvrage une attestation indiquant la date de ce rinçage et de cette désinfection ainsi que les modalités (durée, produits utilisés).

2.3.10 Réception des installations

2.3.10.1 Demande de réception

Elle sera adressée par le titulaire au Maître d'Ouvrage qui signalera par lettre recommandée avec avis de réception que les ouvrages pourront être réceptionnés à partir d'une date qu'il fixera, et dans un délai de deux à dix jours suivant l'envoi de la demande.

Si le Maître d'Ouvrage estime que les travaux sont terminés, il pourra lui-même provoquer la réception.

À cette date, tous les ouvrages prévus au marché devront être entièrement exécutés, et les pièces à fournir dûment remises au Maître d'Ouvrage et bureau d'études.

2.3.10.2 Visite de réception

La visite de réception aura lieu en présence du Maître d'Ouvrage, de ses représentants et du titulaire. Durant cette visite, il sera procédé aux essais et à la vérification des performances de l'installation.

Le titulaire établira un cahier de réception dans lequel seront répertoriés tous les tests à réaliser pour prouver au Maître d'Ouvrage et à ses représentants la bonne réalisation des ouvrages.

LOT 3			25/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

2.4 BASE DE CALCUL

Base de calcul d'air neuf et extraction sanitaire :

- Laboratoires : 24 volume/heure.

Vitesse d'air

- En gaines intérieures : limitée à 4 m/s ;
- Diffuseurs de reprise, d'extraction et transfert : la vitesse frontale est limitée à 2 m/s.

Pertes de charge

Emploi des abaques de pertes linéaires et des tableaux de coefficients de pertes singulières éditées par le COSTIC (manuel des Industries thermiques) pour les canalisations d'eau et les conduits d'air.

Acoustique

Les installations de traitement d'air mises en œuvre dans le cadre du projet ne devront pas générer une émergence sonore maximale de +5 dB diurne et de +3 dB nocturne, par rapport au niveau sonore ambiant extérieur.

Les diffuseurs de ventilation seront surdimensionnés de façon limiter les nuisances sonores en sortie de bouches (NR<25).

2.5 PRESENTATION DES TRAVAUX A REALISER

2.5.1 Description technique chauffage

Les radiateurs de la future zone ES 111 seront déposés.

Les radiateurs de la salle de contrôle seront déposés pour les travaux puis réinstallés dans le nouvel espace.

Ils seront nettoyés avant leur remise en place.

Les modifications du réseau hydraulique les alimentant sera à la charge du présent Lot.

Les mesures conservatoires permettant d'assurer le confort thermique lors de la dépose seront à prévoir par le présent lot.

2.5.2 Description technique ventilation

Les plans **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et [K] présentent les travaux prévus.

2.5.2.1 Travail sur l'existant

Les gaines existantes suivantes seront déposées :

- Gaines rigides dans l'ES 117a, à l'exception du piquage de compensation de la sorbonne ;

LOT 3			26/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Gains dans la salle de contrôle et la zone du futur ES 111.

Le piquage de compensation de la salle ES 117a sera déposé proprement et conservé pour être réinstallé à l'identique.

Les diffuseurs de la future zone ES 111 et de la salle de contrôle seront déposés.

La 2^e gaine textile de l'ES 117 sera conservée.

2.5.2.2 Production

La CTA actuelle étant conservée pour traiter les deux laboratoires, son débit nominal a été réparti. Chaque laboratoire est prévu d'être traité avec un taux de renouvellement de 24 vol/h.

Les débits et cheminements sont présentés par le document **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Il sera à prévoir par le concessionnaire le remplacement du moteur du ventilateur avec le fabriquant ROBATHERM après recalcul des nouvelles pertes de charge.

Le remplacement de la batterie froide de la CTA devra être prévu au titre de la prestation de base.

D'une puissance actuelle de 50kW, il a été vu avec le fabriquant qu'il serait possible de mettre une batterie de 60kW en lieu et place de l'existante. Cette possibilité offre une sécurité sur le dimensionnement et l'objectif de maintien des températures.

2.5.2.3 Distribution

L'ensemble des gaines en acier galvanisé seront calorifugées avec un isolant en laine de 25mm.

Les diamètres des gaines seront revus pour les débits du projet.

Laboratoires

Les gaines au SS2 seront en tôle galvanisée rectangulaire. Leur cheminement est présenté par le document [F]. La majorité des gaines sont conservées. Des modifications sont prévues pour s'adapter au projet.

Les gaines au SS1 seront en tôle galvanisée rectangulaire lorsque suffisamment loin des aimants. Elles seront en gaines textiles dans les laboratoires. Leur cheminement est présenté par le document [C].

Salle de contrôle

Les gaines seront en tôle galvanisée circulaire. Elles seront piquées sur la CTA Bâtiment tel que réalisé sur l'état existant.

2.5.2.4 Protection incendie – Clapets coupe-feu en traversée de dalles

Conformément aux dispositions du règlement de sécurité contre l'incendie applicable aux Établissements Recevant du Public, et notamment aux articles CO 31 et CH 32 de l'arrêté du 25 juin 1980, les conduits aérauliques traversant des planchers présentant un degré de résistance au feu de 1 heure devront permettre le maintien de la performance coupe-feu des éléments traversés.

LOT 3			27/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Le présent projet de réaménagement des laboratoires RMN est réalisé au sein d'un établissement classé ERP de 2ème catégorie. Les dispositions constructives retenues imposent la reconstitution du degré coupe-feu des planchers traversés par les réseaux aérauliques.

À ce titre, le titulaire du présent lot devra prévoir la fourniture et la mise en œuvre de clapets coupe-feu autocommandés de degré EI 60 (CF 1 h) au droit de chaque traversée de dalle concernée.

- Prestations à la charge du présent lot

Les prestations comprendront notamment :

- La fourniture et la pose des clapets coupe-feu EI 60 nécessaires ;
- Les dispositifs de fixation, cadres de scellement et manchettes de raccordement ;
- Les supports complémentaires et renforts éventuels ;
- Les rebouchages et calfeutrements permettant la reconstitution du degré coupe-feu des planchers ;
- Les accessoires de repérage et d'identification ;
- L'ensemble des sujétions de mise en œuvre, d'essais et de mise en service.

L'entreprise devra fournir l'ensemble des procès-verbaux de résistance au feu et notices de pose correspondant aux produits mis en œuvre.

- Caractéristiques des clapets coupe-feu

Les clapets devront :

- Être classés EI 60 S suivant les normes européennes en vigueur ;
- Disposer d'un procès-verbal de classement ou d'un rapport de classement valide ;
- Être adaptés aux dimensions des conduits et aux conditions de fonctionnement des installations ;
- Être installés conformément aux prescriptions du fabricant et à leur procès-verbal de résistance au feu ;
- Présenter une étanchéité à l'air compatible avec les performances du réseau.

- Fonctionnement

Les clapets seront de type autocommandé, équipés d'un dispositif de déclenchement thermique calibré à 70 °C ou suivant les prescriptions du fabricant.

Compte tenu de la présence d'une unique zone de compartimentage au sein de l'établissement, les clapets coupe-feu ne seront pas télécommandés par le Système de Sécurité Incendie (SSI) et ne feront l'objet d'aucun asservissement de compartimentage.

Le réarmement des clapets sera réalisé manuellement après intervention.

- Implantation

Les clapets coupe-feu seront implantés :

- Au droit de chaque traversée de plancher CF 1 h ;
- De manière à assurer la reconstitution du degré coupe-feu du séparatif traversé ;

LOT 3			28/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Conformément aux distances minimales de pose et aux conditions d'installation prescrites par le fabricant.

L'entreprise devra vérifier, lors de ses études d'exécution, la compatibilité de l'implantation retenue avec les réservations de gros œuvre, les réseaux existants et les contraintes de maintenance.

- Trappes de visite – Accessibilité et réarmement

Afin de permettre les opérations de maintenance, de vérification réglementaire et de remise en service après déclenchement, chaque clapet coupe-feu devra être installé dans des conditions garantissant une parfaite accessibilité.

Le présent lot devra prévoir :

- La fourniture et la pose de trappes de visite au droit de chaque clapet coupe-feu ;
- Des trappes de dimensions suffisantes permettant :
 - L'inspection visuelle du clapet ;
 - Le contrôle du mécanisme de déclenchement ;
 - Les opérations d'entretien périodique ;
 - Le réarmement manuel du clapet après fermeture ;
 - Le remplacement éventuel des organes de commande ou de déclenchement.

Les trappes de visite devront être implantées de manière à permettre un accès direct au clapet sans dépose de réseaux, de faux plafonds ou d'ouvrages de second œuvre.

Lorsque les clapets sont installés en plafond, en gaine technique ou dans des zones non directement accessibles, les trappes de visite devront être coordonnées avec les autres corps d'état et intégrées aux ouvrages de second œuvre.

Aucun clapet coupe-feu ne pourra être installé dans une configuration rendant impossible :

- Son inspection ;
- Son entretien ;
- Ses essais périodiques ;
- Son réarmement manuel.

- Essais et réception

Avant réception des installations, l'entreprise procédera :

- À la vérification du bon fonctionnement de chaque clapet ;
- Au contrôle de la fermeture complète des volets ;
- À la vérification de l'accessibilité pour maintenance et réarmement ;
- À la remise des procès-verbaux de classement au feu et notices d'entretien.

Les essais réalisés seront consignés dans le dossier des ouvrages exécutés (DOE) et remis à la maîtrise d'œuvre et au bureau de contrôle.

2.5.2.5 Émission

La diffusion d'air dans les laboratoires se fera via les gaines textiles, de marque AERO TEXTILE CONCEPT, ou équivalent.

Les gaines ajoutées en ES 111 seront :

LOT 3			29/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- En matière FIRST LT ;
- De type de diffusion ENERGIE S pour les sections en diffusion ;
- De classement feu M1/ B-s-d0 ;
- De couleur selon la demande de l'architecte.

Les supportages seront en bi-câble inox 120°/Mousquetons PVC blanc.

La reprise d'air dans le laboratoire ES 117 se fera via 2 des 3 grilles de reprises existantes. L'une d'elle sera neutralisée au SS2 via un volet étanche à installer. La grille existante qui est la plus proche du futur aimant 900 sera équipée de 2 volets de réglage en lieu et place de la grille pour contrôler le flux.

La reprise d'air dans le laboratoire ES 111 se fera via une ouverture avec deux volets, qui sera à créer, et un diffuseur de reprise. Les deux volets seront mis derrière la console du 500, à mi-hauteur. La trémie de ces volets sera commune avec celle du laboratoire ES 117. Cette configuration est présentée par le document [C].

Un diffuseur de reprise complémentaire sera ajouté pour améliorer le brassage de l'air. Il sera de marque ALDES et de modèle SC 101 - 800*300 blanc, ou équivalent.

Les volets seront de marque VIM et de modèle CDRE 100F - 500*610, ou équivalent.

Le plan prévu est présenté par le document [C].

2.5.2.6 Désenfumage

La gaine d'air neuf désenfumage existante sera déposée et refaite en matériau PROMAT, ou équivalent.

Son cheminement sera modifié pour faciliter l'installation du matériel futur.

Elle sera calorifugée avec un isolant en laine de 50mm.

Dans le cadre des Autocontrôles et des OPR les tests de débits seront à prévoir.

2.5.3 Description technique refroidissement

Les plans **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et [K] présentent les travaux prévus.

2.5.3.1 Production

L'unité de production d'eau glacée vétuste de 88kW de marque LENNOX sera remplacée par deux unités de 63kW unitaire de marque LENNOX, de modèle GAC060SP1M, ou équivalent.

L'unité extérieure de marque DAIKIN sera déplacée de l'autre côté de la cour anglaise pour permettre un agencement plus favorable. Les réseaux devront être modifiés en conséquence. Les calorifuges et équipements seront neufs.

La dépose et la pose devra être réalisée depuis le 24 Rue Lhomond.

Afin de pérenniser les deux nouvelles installations, les ventilateurs de rejet d'air seront gainés et l'air sera rejeté à l'horizontal, au-dessus du groupe électrogène. Les réseaux seront munis de pièges à son. Les ventilateurs des deux nouvelles machines seront sélectionnés avec le fabricant pour prendre en compte ces pertes de charge.

LOT 3			30/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Les impacts acoustiques seront similaires à ceux de la machine existante.

Un ballon tampon sera ajouté sur le réseau de production pour éviter les court-cycles sur les groupes froids et ainsi prévenir une détérioration accélérée. L'emplacement de ce ballon tampon reste à déterminer. Le volume tampon de l'ensemble de l'installation préconisée par le constructeur est de 15 litres/kW.

Le volume tampon demandé par le fabricant est de 1000 litres. Après recalcul du volume de l'installation jusqu'à l'échangeur du local ES 119, le titulaire devra prévoir un ballon de 700 litres. L'installation devra en premier lieu s'étudier dans la cour anglaise.

Une pompe sera ajoutée pour faire le lien entre le nouveau ballon tampon et l'échangeur existant du SS2. Cette pompe sera de marque GRUNDFOS, de modèle MAGNA 3 50-180, ou équivalent. Le présent prévoira également la panoplie associée à cette pompe (vannes d'isolement, vanne 3 voies, filtre, kit de mesure de pression, manchons antivibratiles, sondes de température/pression, thermomètres, manomètres).

Un compteur d'énergie sera ajouté sur ce même réseau.

Le document [I] illustre la configuration de la cour anglaise.

Le document [B] présente le principe de fonctionnement du système.

Le document [J] illustre l'implantation des gaines des nouvelles machines.

Le réseau de distribution autour de la machine sera modifié pour s'adapter aux nouvelles machines.

Les calorifuges et les organes en mauvais état seront remplacés. Les calorifuges seront remplacés à l'identique, soit en ARMAFLEX pour le bypass de mesure de pression et en laine de roche pour le reste des réseaux. La protection du calorifuge en laine sera ISOXAL en extérieur et PVC en intérieur.

Les vannes d'isolement dans la cour anglaise seront remplacées. Elles seront de type quart de tour.

2.5.3.2 Réseaux secondaires

Le réseau secondaire ne sera pas modifié mais complété.

Le réseau existant qui n'est pas calorifugé sera calorifugé avec un isolant en laine de roche de 25mm, en finition PVC.

Les réseaux alimentant les équipements PROCESS au SS1 (ES 111 et ES 117), depuis le SS2, seront en tube flexible, identique à ce qui est pratiqué actuellement.

Les documents [D] et [G] illustrent les cheminements des réseaux tel que prévu au projet.

L'entreprise devra prévoir, au titre de la prestation de base, la fourniture et la mise en œuvre d'un nouvel échangeur destiné aux besoins de l'aimant 900, sur l'attente existante au SS2. Cet échangeur sera implanté dans le local ES 119. Les adaptations de réseau seront réalisées dans le même matériau que l'existant et calorifugées par une laine de roche de 25 mm d'épaisseur avec finition PVC.

LOT 3			31/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Le réseau côté PROCESS sera alimenté en eau adoucie. Il disposera d'un point de vidange connecté à une évacuation. Une pompe sera installée avec sa panoplie. Une soupape de sécurité sera installée sur le réseau (pression de tarage à confirmer avec BRUKER).

Le contrôle de la pression de ce réseau sera extrêmement critique.

2.5.3.3 Traitement d'eau

Le système de traitement d'eau, de type adoucisseur, existant ne sera pas modifié.

Cependant, l'alimentation en eau du filtre magnétique sera supprimée et la tubulure du filtre sera bouchonnée.

2.5.3.4 Système d'expansion

Le vase d'expansion étant fréquemment remplacé pour une raison inconnue, il sera remplacé par un groupe de maintien de pression. Le groupe sera de marque CHAROT, de modèle STABILO PACK MP01, ou équivalent, composé de la bête et de son système de surpression/décharge. Le réseau d'eau de ville alimentera la bête après adoucisseur.

Ce système sera implanté dans le LT ES 119 au SS2.

2.5.4 Alimentations électriques

Le lot CFO/CFA fournira les nouvelles attentes nécessaires pour l'alimentation électrique des nouveaux équipements (en direct ou via armoire).

Le présent lot prévoira ses propres armoires électriques et ses raccordements depuis ses armoires et depuis les attentes électriques du lot CFO/CFA.

Le bilan électrique au chapitre 2.5.7 présente les nouveaux besoins.

2.5.5 Régulation

Il ne sera pas prévu de GTC au projet mais l'ensemble des éléments seront prévu communiquant et connectable à une GTC ultérieurement.

2.5.6 Travaux divers

Tous les percements nécessaires aux travaux décrits dans le présent document sont à la charge du titulaire du présent lot.

Les divers percements, scellements, saignées, nécessaires à la réalisation des travaux décrits avec rebouchages correspondants à la nature des parois, murs, cloisons pour le passage des réseaux, le supportage des appareils, etc. Le titulaire du présent corps d'état devra l'ensemble des rebouchages des trous et ouvertures pour rétablir et assurer le degré coupe-feu des parois traversées y compris toutes sujétions.

Dans le cadre des travaux, les faux-plafonds seront déposés, conservés et stockés puis reposés sans remplacement. Une attention sera portée pour que le matériel ne soit pas détérioré et/ou sali durant la dépose, le transport, l'entreposage et la repose.

Le mobilier et matériel informatique resteront en place lors des travaux dans les bureaux. Une protection sera à prévoir par l'entreprise pour éviter toute dégradation.

LOT 3			32/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Le transport du matériel sur chantier sera compris dans la prestation du titulaire.

La mise en place de fourreaux M1 ou M0 suivant localisation des parois traversées avec bourrage au mastic silicone.

Le titulaire du présent corps d'état devra inclure dans son offre les divers travaux décrits et non limitatifs nécessaires pour parfaire la réalisation de ses travaux.

Pendant et après l'exécution des travaux, le titulaire devra le nettoyage et le tri des gravats relevant de ses travaux. Il devra également l'évacuation de l'ensemble des gravats vers une décharge contrôlée, réalisant le tri et le traitement des déchets.

Des certificats de suivi des déchets devront être remis au maître d'œuvre.

La mise en service du matériel installé avec le contrôle et l'assistance des fabricants (équipements ci-avant décrits) et avec attestations de mise en service à remettre au Maître d'œuvre.

Les divers essais et vérifications de fonctionnement des installations suivant la nature des fluides conformément aux documents d'essais de fonctionnement de l'AQC. Les divers essais seront consignés sur des procès-verbaux à transmettre au Maître d'œuvre.

Les réglages et essais divers nécessaires aux installations en début de mise en service et au cours de l'année de garantie.

L'information des utilisateurs sur le fonctionnement avec notices du matériel et consignes d'entretien à remettre en trois exemplaires.

Les divers procès-verbaux du matériel installé avec les agréments correspondants, etc. à remettre au Maître d'œuvre.

Le titulaire devra prévoir dans son offre :

- Plans de chantier (plans informatisés compatibles AUTOCAD 2010) des installations réalisées ;
- Plans DOE (plans informatisés compatibles AUTOCAD 2010) des installations réalisées ;
- Les notices d'installation et d'utilisation du matériel installé ;
- Les Documents d'Intervention Ulérieure des Ouvrages (D.I.U.O.) ;
- La synthèse des plans d'exécution entre les différents lots ;
- La fourniture des fiches techniques.

2.5.7 Bilan électrique

ÉQUIPEMENT	LOCALISATION	QUANTITÉ	PUISSANCE UNITAIRE	PUISSANCE TOTALE	TENSION
-	-	<i>u</i>	<i>kW</i>	<i>kW</i>	<i>V</i>
GF LENNOX 90 kWeg	EXT	1	40	40	400V
GF LENNOX 63 kWeg	EXT	2	29	58	400V

LOT 3			33/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Cordon chauffant au ml	EXT	20	0.05	1.0	230V
Compteur ENJ	ES 119	3	0.05	0.15	230V
Volet motorisé	ES 119	1	0.1	0.1	230V
Moteur ventilateur CTA	ES 119	1	11	11.0	230V
Pompe EG Process ES 111	ES 119	1	0.5	0.5	230V
Pompe EG Secondaire	ES 119	1	1.5	1.5	230V
Groupe de maintien de pression	ES 119	1	0.66	0.66	230V

En rouge : les équipements supprimés.

En vert : les équipements ajoutés.

En bleu : les équipements remplacés. Le tableau présente les puissances des nouveaux équipements, pas les anciens.

2.6 VARIANTE CVC N°01 – PRODUCTION FRIGORIFIQUE PAR GROUPE FROID UNIQUE

En variante à la solution de base prévoyant la mise en œuvre de deux groupes froids, l'entreprise soumissionnaire est autorisée à proposer une solution reposant sur la mise en place d'un groupe froid unique d'une puissance frigorifique nominale minimale de 120 kW, sous réserve que cette solution présente un intérêt économique démontré et garantisse un niveau de performance au moins équivalent à celui de la solution de base, notamment concernant les performances frigorifiques, acoustiques, fonctionnelles et d'exploitation au moins équivalentes à celles de la solution de base à deux groupes froids.

L'entreprise devra réaliser l'ensemble des études de conception nécessaires afin de justifier la faisabilité technique de cette variante et garantir notamment :

- Le dimensionnement du groupe froid et la justification de la puissance installée ;
- Les performances énergétiques de l'équipement proposé (EER, SEER, rendement à charge partielle, variation de puissance, etc.) ;
- Le bilan des puissances électriques appelées et les incidences sur les installations électriques existantes ;
- La continuité de service et des conséquences d'une défaillance du groupe unique ;
- La mise œuvre permettant d'assurer la fiabilité et la maintenabilité de l'installation.

L'entreprise devra garantir la compatibilité de cette solution avec l'ensemble des contraintes du projet, notamment :

- Les contraintes d'encombrement et d'implantation ;
- Les espaces de maintenance et de remplacement des équipements, en respectant les préconisations du fabricant ;
- Les contraintes de manutention et d'accessibilité ;

LOT 3			34/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
-------------	--	--

- Les espaces fonctionnels et les cheminements nécessaires à l'exploitation des locaux ;
- Les contraintes de raccordement hydraulique et électrique ;
- Les contraintes vibratoires et les dispositions anti-vibratiles associées ;
- Les contraintes acoustiques, en garantissant le respect des exigences du CCTP relatives aux émergences sonores et aux niveaux de bruit admissibles ;
- Les éventuelles incidences sur les réseaux secondaires, les systèmes de régulation, les organes de sécurité et le traitement d'eau.

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

3 OUVRAGES LOT 3.2 - PLB

3.1 NORMES ET RÈGLEMENTS

3.1.1 Préambule

Les références aux documents énoncées dans le présent C.C.T.P. ne constituent pas une liste exhaustive et limitative.

Dans tous les cas, le titulaire en devra l'application sans restriction de tous les textes réglementaires applicables.

Les documents applicables sont ceux en vigueur un mois avant la date de remise des offres.

Aucune dérogation aux normes et règlements ne sera accordée après remise des propositions.

Pour les Codes Environnement, Lois, Décrets, Arrêtés, Circulaires, Textes, Décisions relatifs au projet faisant l'objet du présent document, le titulaire est invité à consulter le site web du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (<http://aida.ineris.fr>) ou bien le dernier indice du CD-R.E.E.F. disponible par intermédiaire d'abonnement sur le site de la CSTB (<http://boutique.cstb.fr>).

3.1.2 Référentiels techniques, normalisation et certification " Plomberie"

a) Textes généraux

Arrêté du 21 Mars 2012 relatif à la commission chargée de formuler des avis techniques sur des procédés, matériaux, éléments ou équipements utilisés dans la construction.

Loi 94-442 du 3 juin 1994 modifiant le code de la consommation en ce qui concerne la certification des produits industriels et des services et la commercialisation de certains produits.

Dans les domaines où ils existent et dans des conditions permettant une mise en concurrence objective, des matériaux, produits ou équipements dont les caractéristiques d'aptitude à l'emploi ont été évaluées par un tiers indépendant doivent être utilisés systématiquement.

C'est-à-dire :

- Des matériaux, produits ou équipements contrôlés périodiquement et certifiés conformes aux normes, par un organisme certificateur accrédité établi dans l'Espace Economique Européen. Le site d'AFOCERT (Association Française des Organismes de Certification des Produits de Construction), www.afocert.fr, renseigne sur les certifications de produits de construction existantes en France.
- Des produits intégrés à un procédé de construction innovant bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application (DTA), ou d'une Appréciation Technique d'expérimentation (ATex) ou d'un Pass innovation (voir <http://evaluation.cstb.fr/>). A défaut, les matériaux, produits ou équipements doivent justifier des caractéristiques de performance équivalente. La justification de l'équivalence est à fournir par le fabricant concerné. Les matériaux, produits ou équipements doivent bénéficier d'un certificat de conformité et/ou avis technique à jour (leur validité sur la liste des produits certifiés/évalués mise à disposition du public par l'organisme concerné).

LOT 3			36/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

b) Conception et réalisation des installations

- NF DTU 60.1 de **Décembre 2012** « plomberie sanitaire pour bâtiments »
 - Partie 1-1-1 : Réseaux d'alimentation d'eau froide et chaude sanitaire – Cahier des clauses techniques types
 - Partie 1-1-2 : Réseaux d'évacuation – Cahier des clauses techniques types
 - Partie 1-1-3 : Appareils sanitaires et appareils de production d'eau chaude sanitaire – Cahier des clauses techniques types
 - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
 - Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types
- NF DTU 60.11 du **10 Août 2103** « Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire »
 - Partie 1-1 : Réseaux d'alimentation d'eau froide et chaude sanitaire
 - Partie 1-2 : Conception et dimensionnement des réseaux bouclés
 - Partie 2 : Evacuation des eaux usées et des eaux-vannes
 - Partie 3 : Evacuation des eaux pluviales
- NF DTU 60.31 parties 1-1 et 1-2 du 20 Mai 2007 : canalisations en chlorure de polyvinyle non plastifié / eau froide avec pression.
- NF DTU 60.5 parties 1-1 et 1-2 du 19 Janvier 2008 : canalisations en cuivre – distribution d'eau froide et eau chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales, installations de génie climatique.
- DTU 65.10 parties 1 et 2 du 5 Mai 1993 : canalisations d'eau chaude ou froide sous pression et canalisations d'évacuations des eaux usées et des eaux pluviales à l'intérieur des bâtiments – règles générales de mise en œuvre.
- NF EN 805 de Juin 2000 : Alimentation en eau - Exigences pour les réseaux extérieurs aux bâtiments et leurs composants.
- NF EN 806-1/A1 de décembre 2002 modifiant la NF EN 806-1 de Juin 2001 : Spécifications techniques relatives aux installations pour l'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments - Partie 1 : généralités.
- NF EN 1717 de Mars 2001 : Protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour.
- NF EN 12056-1 de Novembre 2000 : Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments - Partie 1 : prescriptions générales et de performance.
- NF EN 12056-2 de Novembre 2000 : Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments - Partie 2 : systèmes pour les eaux usées, conception et calculs.
- NF EN 12056-3 de Novembre 2000 : Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments - Partie 3 : systèmes d'évacuation des eaux pluviales, conception et calculs.
- NF EN 12056-4 de Novembre 2000 : Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments - Partie 4 : stations de relevage d'effluents - Conception et calculs.
- NF EN 12056-5 de Novembre 2000 : Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments - Partie 5 : mise en œuvre, essai, instructions de service, d'exploitation et d'entretien.
- NF EN 13959 de Février 2005 : Clapets de non-retour antipollution - DN 6 à DN 250 inclus - Famille E, type A, B, C, et D

LOT 3			37/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- NF EN 14124 de décembre 2004 : Robinet pour remplissage de réservoir de chasse avec trop-plein intérieur.
- Groupes spécialisés n° 14 et 15 – avril 1995 : systèmes de canalisations à base de tubes en matériaux de synthèse : tubes semi-rigides en couronnes – cahier des prescriptions techniques communes de mise en œuvre n° 2808.
- Cahier du CSTB n° 235 – décembre 1982 : dispositifs de traitement thermique de l'eau potable. Instruction technique cahier n° 1815.
- Guide technique du CSTB de conception et de mise en œuvre pour les réseaux d'eau destinée à la consommation humaine à l'intérieur des bâtiments (édition 2012).
- Documents R.E.E.F.
- Exigences ASRAE 90.1.2007 table 7.8.

c) Certification de produits

NF AFNOR et CSTBat :

Marque NF Robinetterie sanitaire

Marque NF Robinetteries gaz

Marque NF Appareils sanitaires

Marque NF Robinetteries des appareils sanitaires

Marque NF Accessoires et équipements des appareils sanitaires

Marque NF Composants sanitaires

Marque NF Robinetterie de réglage et de sécurité

Marque NF Antipollution des installations d'eau

Marque NF Séparateurs débourbeurs graisses et féculs

Marque NF Pompes de circulation et de relevage

Marque NF Productions d'eau chaude sanitaire

Marque NF Tubes en polyéthylène

Marque NF Accessoires PE pour réseau gaz/eau

Marque NF Tubes et raccords en acier

Marque NF Tubes en cuivre

Marque NF Raccords en cuivre à braser par capillarité

Marque NF Tubes et raccords en PVC non plastifié rigide

Marque NF Canalisations en fonte

Marque NF Siphons de sol et avaloirs

Marque NF Adoucisseurs d'eau – Sels de régénération

Marque NF Electricité / NF Electricité-Performance : appareils électrodomestiques

Marque CSTBat Accessoires sanitaires et de chauffage

Marque CSTBat Systèmes de canalisations de distribution d'eau ou d'évacuation des eaux

Marque CSTBat Flexibles de raccordement.

d) Certification de service

CSTBat Service Procédés de traitement des eaux.

LOT 3			38/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

3.2 PRESENTATION DES TRAVAUX A REALISER

Dans le cadre du réaménagement du laboratoire ES111, la zone d'espace détente existante sera supprimée.

Le plan **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les travaux prévus.

Cette suppression entraîne des interventions limitées pour le présent lot. Les prestations à prévoir sont notamment les suivantes :

- Consignation du réseau d'alimentation en eau froide depuis le SS2 ;
- Vidange du réseau d'eau froide ;
- Déconnexion de l'alimentation en eau froide depuis le réseau existant en SS2, y compris mise en place d'un robinet d'isolement normalement fermé et bouchonné ;
- Remise en eau de l'installation après intervention ;
- Déconnexion de l'évacuation EU depuis le collecteur existant en SS2 et obturation du raccordement ;
- Dépose et évacuation des réseaux EF, ECS et vidange EU en SS1 ;
- Dépose et évacuation de la cuve, du meuble sous cuve et de la robinetterie en SS1 ;
- Dépose et évacuation du chauffe-eau électrique en SS1.

4 OUVRAGES LOT 3.3 - RECUPERATION HELIUM GAZEUX

4.1 PRESENTATION DES TRAVAUX A REALISER

L'entreprise titulaire du présent lot aura à sa charge l'adaptation du réseau de récupération d'hélium gazeux du spectromètre RMN 600 MHz existant, déplacé dans le cadre du projet, avec création d'un nouveau tronçon raccordé au réseau existant.

Le plan **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les travaux prévus.

Le nouveau spectromètre RMN 900 MHz sera raccordé au réseau existant à l'ancien emplacement du 600 MHz.

Le projet prévoit également une salle de contrôle mutualisée pour les laboratoires ES111 et ES117 existants.

Il comprend par ailleurs la vérification des conditions de sécurité applicables.

L'objectif est d'étendre la salle de manipulation en réaménageant un espace attenant et en créant une communication entre les deux zones.

LOT 3			39/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.2 BASES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES APPLICABLES AU RESEAU DE RECUPERATION D'HELIUM GAZEUX

4.2.1 Bases réglementaires et normatives hélium gazeux

Les installations de récupération d'hélium gazeux issues des spectromètres RMN seront conçues, réalisées, contrôlées et mises en service conformément aux textes réglementaires applicables aux équipements sous pression et aux réseaux de gaz techniques, lorsque les conditions de pression, de diamètre nominal, de volume et de fluide les rendent applicables.

Référence	Application au présent projet
Directive 2014/68/UE – Équipements sous pression	À vérifier selon PS, DN, volume, fluide et catégories applicables. Les soupapes, accessoires de sécurité, vannes et tronçons isolables devront être justifiés.
NF EN 13480	Référence de conception, fabrication, installation, inspection et essais des tuyauteries industrielles métalliques.
NF EN ISO 20485 / EN 1779	Références pour les méthodes de contrôle d'étanchéité par gaz traceur et choix des méthodes adaptées au service hélium.
Code du travail / prévention atmosphère appauvrie en oxygène	Analyse du risque d'asphyxie, ventilation, détection O ₂ si nécessaire, signalisation, consignes et procédures d'intervention.
Règlement de sécurité ERP	Maintien des degrés coupe-feu, identification des réseaux, accessibilité des organes de coupure et compatibilité avec l'exploitation du bâtiment.

Distinction entre récupération d'hélium gazeux et hélium liquide cryogénique

Le présent lot concerne principalement un réseau de récupération d'hélium gazeux issu du boil-off des aimants RMN. Les exigences applicables aux lignes d'hélium liquide cryogénique, aux réservoirs cryogéniques, aux flexibles cryogéniques et aux équipements sous vide ne doivent être retenues que si ces équipements font effectivement partie du périmètre de travaux.

Les références cryogéniques de type EN ISO 21009, EN ISO 21012, EN ISO 21013 ou EN ISO 21028 seront donc citées uniquement pour les interfaces, flexibles, accessoires ou matériels réellement soumis à des températures cryogéniques ou associés à l'hélium liquide.

Toute section isolable susceptible de monter en pression devra être protégée par un dispositif de sécurité adapté, dimensionné et justifié par note de calcul. Les rejets éventuels devront être dirigés vers une zone sûre, sans risque d'appauvrissement en oxygène des locaux occupés.

Les essais d'étanchéité devront être réalisés par tronçons puis sur l'ensemble du réseau, selon une méthode adaptée au gaz traceur hélium. Le seuil d'acceptation sera défini par le fabricant des équipements RMN, l'exploitant et la maîtrise d'œuvre ; à défaut, l'entreprise proposera un critère justifié dans sa procédure d'essais.

LOT 3			40/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.2.2 Sécurité ODH – risque d'appauvrissement en oxygène

L'hélium est un gaz inerte, non toxique et non inflammable. Son principal risque pour les personnes est l'asphyxie par déplacement de l'oxygène de l'air, notamment en local fermé, semi-enterré, insuffisamment ventilé ou lors d'un rejet accidentel. Ce risque est qualifié d'ODH, pour Oxygen Deficiency Hazard, c'est-à-dire risque d'atmosphère appauvrie en oxygène.

L'entreprise devra réaliser une analyse ODH spécifique au projet, intégrant les volumes des locaux ES111 et ES117, les volumes morts éventuels, les débits normaux de boil-off, les scénarios de fuite crédibles, les phases de remplissage ou d'exploitation transitoire, la ventilation disponible et les conditions d'occupation des locaux.

Les hypothèses de calcul devront considérer au minimum les scénarios suivants : fuite sur raccord ou accessoire, ouverture intempestive ou rupture d'un flexible, rejet par soupape ou évent, section isolable mise en surpression, défaut de ventilation et accumulation locale d'hélium en partie haute ou dans un volume confiné.

L'air normal contient environ 20,9 % d'oxygène. Une atmosphère sera considérée comme à surveiller dès lors que le taux d'oxygène peut descendre sous 19,5 %. Le seuil de 18 % d'oxygène constitue un niveau d'alerte critique à ne pas atteindre en exploitation normale. Les seuils exacts d'alarme, de préalarme, d'évacuation et de réarmement seront définis dans la note de sécurité ODH, en cohérence avec les consignes du site, le Code du travail et les prescriptions de l'exploitant.

La ventilation des locaux devra permettre d'éviter toute accumulation dangereuse d'hélium et de maintenir une atmosphère respirable en fonctionnement normal comme en situation dégradée. L'entreprise vérifiera le débit de renouvellement d'air disponible, la position des reprises et rejets, ainsi que l'efficacité réelle du balayage des zones où l'hélium pourrait s'accumuler.

Lorsque l'analyse ODH met en évidence un risque résiduel significatif, il sera prévu une détection fixe d'oxygène avec report d'alarme adapté. Les détecteurs seront positionnés en tenant compte du comportement de l'hélium, des zones de stagnation possibles, de la géométrie des locaux, de la ventilation et des emplacements d'intervention du personnel.

Les alarmes devront être visibles et audibles avant l'entrée dans les zones concernées et à l'intérieur des locaux si nécessaire. Elles devront permettre une évacuation rapide sans ambiguïté. La signalisation précisera le risque d'atmosphère appauvrie en oxygène, l'interdiction d'entrer en cas d'alarme, les consignes d'évacuation et les contacts d'urgence.

Les rejets des soupapes, évents, purges et dispositifs de sécurité devront être dirigés vers une zone sûre, de préférence à l'extérieur ou vers un volume suffisamment ventilé, sans possibilité de recirculation vers les locaux occupés, gaines techniques, circulations ou prises d'air neuf.

Aucune intervention sur une zone susceptible d'être appauvrie en oxygène ne devra être réalisée sans consigne écrite, ventilation effective, contrôle préalable de l'atmosphère et surveillance adaptée. En cas d'alarme O₂, l'évacuation immédiate est obligatoire ; aucune tentative de secours ne devra être engagée sans équipement de protection respiratoire isolant et sans procédure validée par l'exploitant.

Les livrables attendus au titre de la sécurité ODH comprennent au minimum : note d'analyse ODH, hypothèses de calcul, plans des zones surveillées, implantation des détecteurs O₂ le

LOT 3			41/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

cas échéant, synoptique des alarmes, consignes d'exploitation, consignes d'urgence, procédure de maintenance et d'étalonnage des détecteurs, ainsi que les procès-verbaux d'essais fonctionnels des alarmes et reports.

4.3 DONNÉES D'ENTRÉE

4.3.1 Données MOA

Le laboratoire commun ES111 + ES117 sera pourvu de cinq spectromètres RMN à haut champ magnétique.

Ces spectromètres d'une sensibilité élevée contiennent chacun un aimant supraconducteur refroidi à très basse température dans son cryostat. Le présent lot ne traite pas l'alimentation ou le remplissage en hélium liquide ; il concerne uniquement la récupération de l'hélium gazeux issu du boil-off et son raccordement au réseau existant.

Le titulaire du présent lot réalisera un nouveau tronçon de réseau de récupération d'hélium gazeux, dit « boil-off gas », depuis le spectromètre 600 MHz déplacé dans le laboratoire ES111. Ce tronçon sera raccordé au réseau existant.

- D'un aimant
- D'une console
- D'un poste informatique
- Chiller

Les spectromètres ont des besoins spécifiques en :

- Azote U
- Electricité
- Hélium 5/6 (hélium spécifique laboratoire)
- Air comprimé type 1.1.1

La salle RMN sera composée, dans sa configuration future, de cinq systèmes :

▪ **Salle des aimants « laboratoire ES117 » :**

- Spectro 400 (existant conservé) ;
- Spectro 800 (existant conservé) ;
- Spectro 900 (neuf, en remplacement du 600 à déplacer vers ES111) ;

▪ **Salle des aimants « laboratoire ES111 » :**

- Spectro 500 (existant conservé) ;
- Spectro 600 (existant déplacé depuis ES117)

4.3.2 Hypothèses données BET

Pour information, les hypothèses et prédimensionnements retenus par le BET sont donnés à titre indicatif et devront être contrôlés par l'entreprise titulaire du lot au moyen de notes de calcul réglementaires.

A. L'opération d'un spectromètre RMN haut champ requiert un aimant supraconducteur

LOT 3			42/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Pour maintenir l'état supraconducteur, l'aimant doit être refroidi à une température d'environ 4,2 K, soit -269 °C.

Le refroidissement interne de l'aimant et les opérations de remplissage en hélium liquide sont hors prestation ; seuls les rejets gazeux récupérables sont considérés dans le présent CCTP.

L'opération d'un spectromètre RMN haut champ requiert un aimant supraconducteur

B. Données de base relatives à la récupération d'hélium en sortie des spectromètres.

Le dimensionnement du réseau de récupération d'hélium en sortie des spectromètres a pour objectif d'assurer l'évacuation et la collecte de l'hélium gazeux issu de l'évaporation naturelle ou des phases de fonctionnement des équipements RMN. Ce réseau doit permettre le transfert du gaz récupéré vers l'installation existante, dans des conditions compatibles avec les débits attendus, les pertes de charge admissibles, la sécurité des locaux et les exigences d'exploitation du laboratoire.

Les hypothèses de calcul prennent en compte les caractéristiques des spectromètres raccordés, les débits de récupération associés à chaque équipement, les conditions de simultanéité de fonctionnement, ainsi que le cheminement prévisionnel des canalisations. Le réseau devra être dimensionné pour limiter les pertes de charge, éviter toute contre-pression excessive au niveau des équipements et garantir une évacuation stable de l'hélium récupéré.

Le dimensionnement tient également compte des longueurs équivalentes de réseau, des singularités éventuelles, des diamètres disponibles sur les réseaux existants et des possibilités de raccordement au collecteur en place. Les sections de tuyauterie seront retenues de manière à assurer une vitesse d'écoulement compatible avec un fonctionnement silencieux, stable et sans phénomène de restriction préjudiciable à la récupération.

Le réseau de récupération devra être conçu afin de préserver la continuité de service des installations RMN existantes et futures. Les choix de diamètre, de tracé, de raccordement et d'accessoires devront donc permettre l'exploitation simultanée ou partielle des spectromètres, tout en conservant une marge suffisante pour les phases transitoires, les opérations de maintenance et les évolutions éventuelles du laboratoire.

Les valeurs de débits indiquées ci-après constituent les données de base retenues pour l'estimation du débit global à récupérer, la vérification du cas pénalisant et la définition du diamètre minimal des tronçons principaux et secondaires.

➤ **Composition du parc d'équipements RMN :**

- 1 spectromètre 900 MHz
- 1 spectromètre 800 MHz
- 1 spectromètre 600 MHz
- 1 spectromètre 500 MHz
- 1 spectromètre 400 MHz

➤ **Les débits dépendent principalement :**

- Du champ magnétique (MHz)

LOT 3			43/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Du type d'aimant (LHe boil-off)
- Du niveau d'évaporation (avec ou sans liquéfaction locale)

C. Hypothèses de dimensionnement des débits de récupération d'hélium (réseau RMN)

Le dimensionnement est basé sur les pertes par évaporation des aimants.

➤ Hypothèses BET - Débits de récupération d'hélium :

Les débits de récupération sont estimés à partir des pertes par évaporation des aimants RMN. Les valeurs retenues sont les suivantes :

- Spectromètre 900 MHz : 100 à 140 NL/min
- Spectromètre 800 MHz : 70 à 100 NL/min
- Spectromètre 600 MHz : 40 à 70 NL/min
- Spectromètre 500 MHz : 25 à 40 NL/min
- Spectromètre 400 MHz : 15 à 25 NL/min

Le débit cumulé en régime permanent est de l'ordre de :

➡ **250 à 350 NL/min**

Une marge de sécurité de **30 %** sera appliquée afin de tenir compte des incertitudes d'exploitation et des variations de fonctionnement, conduisant à un débit de calcul de :

➡ **455 NL/min**

- Débit de calcul : **455 NL/min**
- Conversion :
 - $455 \text{ NL/min} = 0,455 \text{ Nm}^3/\text{min}$
 - $= 0,0076 \text{ Nm}^3/\text{s}$

➤ Récapitulatif - Débit de récupération d'hélium :

- Débit nominal estimé : **350 NL/min**
- Marge de sécurité : **+30 %**
- **Débit de calcul retenu : 455 NL/min**

Le gaz est considéré en régime proche atmosphérique → volume réel $\approx$ volume normalisé (hypothèse classique en RMN)

D. Hypothèses de dimensionnement des réseaux de récupération d'hélium (réseau RMN)

Le dimensionnement du réseau de récupération d'hélium est donc basé sur un débit cumulé en régime permanent estimé à **455 NL/min**, correspondant aux pertes par évaporation des cinq spectromètres RMN.

➤ Critères

LOT 3			44/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Le réseau devra respecter les critères suivants :

- Vitesse admissible : **10 à 15 m/s** pour l'hélium gazeux en réseau basse pression

On prendra un cas médian : $\Rightarrow v = 12 \text{ m/s}$

- Pertes de charge globales : $\leq 20 \text{ mbar}$ ou valeur plus restrictive imposée par le fabricant des spectromètres
- Contre-pression aux aimants : conforme aux exigences fabricant
- Garantir un fonctionnement stable du système de récupération

Une vérification en régime transitoire devra être réalisée en considérant les phases de remplissage (top-up), pouvant générer des débits instantanés nettement supérieurs. Ces situations feront l'objet d'une analyse spécifique.

➤ Collecteur principal (existant)

Le collecteur principal existant est de diamètre 40 mm intérieur (tube cuivre dégraissé Ø 40/42).

À la suite de l'ajout d'un spectromètre 900 MHz supplémentaire, un contrôle du dimensionnement est préconisé afin de vérifier la compatibilité du réseau existant avec les nouveaux besoins.

• **Section nécessaire**

Formule :

$$S = Q / v$$

$$S = 0,0076 / 12 \approx 6,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

• **Diamètre équivalent**

Formule :

$$D = \sqrt{(4S / \pi)}$$

$$D \approx \sqrt{(4 \times 6,3 \times 10^{-4} / 3,14)}$$

$$D \approx 0,028 \text{ m}$$

👉 **D ≈ 28 mm intérieur**

Le collecteur principal est dimensionné comme suit :

- Diamètre théorique calculé : **28 mm intérieur**
- Diamètre retenu :
→ **DN32 (standard)**
→ DN40 (option recommandée pour sécurisation)

• DN standard	• Diamètre intérieur approx.	• Conclusion
DN25	~27 mm	⚠ un peu juste
DN32	~35 mm	✅ recommandé
✅ DN40	~40 mm	✅ confortable (option sécurité)

Le choix du DN40 correspond au réseau existant et sera privilégié en cas de :

- Longueurs importantes

LOT 3			45/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Forte concentration de piquages
- Besoin d'évolutivité

➤ **Piquages individuels**

Les diamètres de raccordement seront adaptés à chaque équipement :

Équipement DN recommandé Mini			
400 MHz	DN15 / DN20		Existant, OK
500 MHz	DN20		Existant, OK
600 MHz	DN20		Déplacé et à réalimenter
800 MHz	DN25		Existant, OK
900 MHz	DN25		Nouveau, en lieu et place du 600 MHz existant

E. **Conclusion**

Le réseau principal de récupération d'hélium est conçu, réalisé et mis en service dans une logique de **fiabilité, étanchéité stricte et évolutivité**, avec un dimensionnement basé sur un débit de **455 NL/min**, conduisant à une architecture en **DN40** pour le collecteur principal existant.

Le tronçon supplémentaire à créer pour la récupération d'hélium gazeux du spectromètre 600 MHz existant qui sera déplacé en laboratoire ES111 est normalement dimensionné pour un DN20 ; pour une meilleure souplesse d'exploitation et une limitation des pertes de charge, il est préconisé de le réaliser en DN25.

4.4 **BASES DE CALCUL**

Hypothèses générales de dimensionnement

Les bases de calcul indiquées au présent CCTP constituent des hypothèses de conception et de prédimensionnement. Elles devront être vérifiées, complétées et justifiées par l'entreprise titulaire au moyen de notes de calcul réglementaires, de schémas de principe, d'isométriques et de documents d'exécution soumis au visa de la maîtrise d'œuvre.

- Débit de calcul retenu pour le réseau de récupération d'hélium gazeux : 455 NL/min, incluant une marge de sécurité de 30 %.
- Vitesse indicative de circulation : 10 à 15 m/s, à adapter selon les prescriptions du fabricant et les pertes de charge admissibles.
- Perte de charge globale admissible : à vérifier par l'entreprise, sans générer de contre-pression préjudiciable aux équipements RMN.
- Diamètres et épaisseurs : à justifier conformément aux normes applicables, notamment NF EN 13480 lorsque celle-ci est applicable.
- **Matériaux et fabrication**

Les canalisations neuves seront réalisées en inox 316L qualité gaz haute pureté, dégraissé et bouchonné en usine. Les assemblages seront réalisés prioritairement par soudage TIG orbital ou TIG manuel qualifié, sous inertage interne et externe. Les raccords démontables seront

LOT 3			46/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

limités aux seuls points nécessaires à l'exploitation, à la maintenance ou au raccordement des équipements.

- Les certificats matière, certificats de dégraissage, fiches techniques et attestations de conformité seront fournis avant mise en œuvre.
- Les tubes, raccords et accessoires seront protégés contre toute pollution interne jusqu'au raccordement définitif.
- L'utilisation de produits susceptibles de contaminer le réseau, notamment graisses, huiles, silicones ou pâtes d'étanchéité non compatibles, est interdite.

Les raccords mécaniques seront limités au strict nécessaire.

• **Étanchéité et essais**

Le réseau devra présenter un niveau d'étanchéité compatible avec le service hélium et les exigences des équipements RMN. Les contrôles seront réalisés par tronçons puis sur l'ensemble du réseau, selon une procédure soumise au visa de la maîtrise d'œuvre et validée avec l'exploitant.

- Contrôle visuel de 100 % des assemblages.
- Contrôle par ressuage lorsque requis par le plan de contrôle qualité.
- Contrôle d'étanchéité à l'hélium au spectromètre de masse ou méthode équivalente validée.
- Procès-verbaux d'essais à transmettre à la maîtrise d'œuvre avant réception.

4.5 DESCRIPTION DES OUVRAGES

4.5.1 Préambule

Réseau de récupération d'hélium (installation RMN)

L'hélium (He) est un gaz noble incolore, inodore, non toxique, non corrosif et non combustible. En revanche, il s'agit d'un gaz très diffusif, ce qui rend les fuites particulièrement difficiles à maîtriser.

Le principal danger est l'asphyxie par appauvrissement en oxygène.

Le principal risque lié à l'hélium gazeux est l'appauvrissement en oxygène par déplacement de l'air ambiant. Les dispositions de ventilation, de rejet, de surveillance et de consignes d'exploitation devront être adaptées à ce risque.

- $O_2 < 18 \%$

✓ obligatoire :

- Analyse du risque ODH à établir par l'entreprise.
- Vérification de la ventilation des locaux concernés.
- Prévision d'une détection d'oxygène si l'analyse de risque le justifie.
- Rejets, purges et soupapes dirigés vers une zone sûre.

En résumé, l'hélium est :

- ✓ extrêmement léger en état gazeux
- ✓ très diffusif (fuites++)

LOT 3			47/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- ✓ très conducteur thermiquement
- ✓ très instable en diphasique
- ✓ très exigeant en étanchéité et isolation

4.5.2 Réseaux existants

Le réseau général ainsi que les réseaux de distribution existants alimentant les spectromètres 800, 600, 500 et 400 MHz des laboratoires ES111 et ES117 seront conservés. Ces réseaux sont réalisés en tube cuivre dégraissé de type laboratoire.

Le plan **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les installations conservées.

4.5.3 Nouveau réseau et accessoires

Le présent lot a pour objet la **fourniture, la pose, le raccordement, les essais et la mise en service** d'un réseau de récupération d'hélium gazeux issu des aimants RMN.

Le plan **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les travaux prévus.

Le système devra permettre la collecte, le transport et l'acheminement de l'hélium gazeux vers le système de récupération ou de recyclage, dans des conditions garantissant :

- La sécurité des installations ;
- L'absence de contre-pression sur les aimants ;
- La pérennité des performances.

Un nouveau tronçon sera créé pour la récupération d'hélium gazeux du spectromètre 600 MHz dans le laboratoire ES111. Il se connectera sur le réseau existant de récupération desservant le laboratoire ES117.

Ce nouveau réseau sera pourvu des équipements nécessaires à l'exploitation et à la sécurité du réseau de récupération gaz : vannes d'isolement, points de contrôle, dispositifs de protection contre les surpressions sur sections isolables, identification du réseau et accessoires compatibles hélium.

Le programme correspond au réaménagement de la zone ES111. L'arrivée d'un nouvel équipement 900 MHz dans la zone ES117, en lieu et place du 600 MHz qui sera réinstallé en zone ES111, ainsi que la réinstallation en zone ES117 d'un équipement 800 MHz actuellement en maintenance depuis deux ans, sont à l'origine de ce remaniement.

L'entreprise titulaire du présent lot aura à sa charge la création du nouveau tronçon de récupération d'hélium gazeux issu du boil-off du spectromètre RMN 600 MHz déplacé en zone ES111, avec raccordement au réseau existant conformément aux plans et prescriptions du présent CCTP.

Le nouveau spectromètre 900 MHz se raccordera au réseau existant de récupération d'hélium gazeux précédemment utilisé pour le spectromètre 600 MHz, sous réserve de vérification de capacité et de compatibilité par l'entreprise.

Le document **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente l'implantation de ce nouveau réseau.

LOT 3			48/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

La philosophie du réseau existant en ES117 sera conservée et adaptée pour la récupération en ES111, avec un cheminement en partie haute, accessible, identifié, sans point mort et raccordé au collecteur existant.

Pour répondre aux prescriptions des fabricants des équipements et aux exigences de propreté interne, d'étanchéité et de compatibilité avec l'hélium, nous préconisons le choix de canalisations en tube inox 316L dégraissé, qualité gaz haute pureté, bouchonné en usine pour le nouveau tronçon de récupération d'hélium gazeux du spectromètre RMN 600 MHz. Ce réseau se raccordera au réseau existant de récupération d'hélium, réalisé en tube cuivre dégraissé.

Le choix de réaliser le nouveau réseau en tube cuivre dégraissé qualité gaz haute pureté, bouchonné en usine en remplacement de notre préconisation en tube inox 316L comme décrit ci-avant **ne pourra être envisagé qu'après validation écrite des fabricants des spectromètres, de la maîtrise d'œuvre et du maître d'ouvrage.**

4.6 REQUIS D'INSTALLATION

4.6.1 Canalisations

Le réseau de récupération d'hélium gazeux destiné aux spectromètres RMN sera réalisé conformément aux prescriptions des fabricants des équipements et aux exigences de propreté interne, d'étanchéité, de faible perte de charge et d'absence de contre-pression préjudiciable aux aimants. Les canalisations neuves seront réalisées en tube inox 316L dégraissé, qualité gaz haute pureté, bouchonné en usine, avec assemblages soudés TIG/orbitaux sous inertage ou raccords haute pureté adaptés. L'emploi de tube cuivre n'est pas retenu comme solution de référence pour les parties neuves et ne pourra être envisagé qu'après validation écrite des fabricants des spectromètres, de la maîtrise d'œuvre et du maître d'ouvrage.

L'hélium est un gaz particulièrement diffusif, dont la faible masse moléculaire rend les fuites plus difficiles à maîtriser qu'avec des gaz techniques usuels. La réalisation du réseau en inox 316L, associée à des assemblages soudés TIG/orbitaux sous inertage ou à des raccords haute pureté adaptés, permet de limiter les risques de fuite, de pollution interne et de dégradation des performances de l'installation.

L'inox 316L présente également une bonne stabilité chimique et mécanique, une excellente compatibilité avec les applications gaz haute pureté et une meilleure maîtrise de la propreté interne du réseau par rapport à des solutions plus courantes de plomberie technique. Il permet d'assurer une traçabilité matière, un nettoyage/dégraissage contrôlé, ainsi qu'une compatibilité avec les exigences de raccordement des équipements RMN et des accessoires haute pureté.

Ce choix vise donc à garantir :

- La compatibilité avec les prescriptions du fabricant des spectromètres RMN ;
- Le maintien de la pureté de l'hélium distribué ;
- La réduction du risque de fuite sur un gaz très diffusif ;

LOT 3			49/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- La maîtrise de la propreté interne du réseau ;
- La pérennité et la fiabilité de l'installation ;
- La traçabilité des matériaux et des procédés mis en œuvre.

Les tubes inox 316L seront livrés dégraissés, bouchonnés en usine et protégés contre toute introduction de poussière, humidité, huile ou corps étranger jusqu'à leur mise en œuvre définitive.

Un marquage répétitif ou une identification durable devra permettre la traçabilité des tubes, raccords et accessoires. Les certificats matière, certificats de dégraissage et attestations de conformité devront accompagner chaque livraison et être intégrés au dossier d'autocontrôle.

Les canalisations seront de qualité gaz haute pureté, adaptées aux réseaux hélium et compatibles avec les prescriptions du fabricant du spectromètre RMN.

La soumission du réseau aux exigences de la Directive Équipements Sous Pression sera vérifiée par l'entreprise en fonction de la pression maximale admissible, du diamètre nominal, du fluide et des conditions d'exploitation. Les accessoires de sécurité et sections isolables seront traités en conséquence.

Les canalisations exceptionnellement exposées à des dommages physiques, notamment lors du déplacement d'équipements portatifs, de chariots ou de matériels dans les circulations et autres zones accessibles, devront être protégées de manière adéquate.

En conséquence, l'emploi de tube cuivre n'est pas retenu comme solution de référence pour ces réseaux. **Il ne pourrait être envisagé qu'en cas de demande expresse et validation écrite des fabricants des spectromètres, de la maîtrise d'œuvre et du maître d'ouvrage, après justification de sa compatibilité avec les exigences de pureté, de pression, d'étanchéité et de propreté requises pour la récupération d'hélium gazeux des spectromètres RMN.**

4.6.2 Caractéristiques techniques des tubes inox 316L

Les canalisations seront réalisées en tube inox 316L sans soudure ou tube inox 316L de qualité gaz haute pureté, dégraissé, bouchonné et apte à la distribution d'hélium pour équipements RMN haut champ et très haut champ.

- Nuance inox 316L ou équivalent validé par le fabricant du spectromètre ;
- Qualité gaz haute pureté, dégraissée et bouchonnée en usine ;
- Épaisseur et diamètre adaptés à la pression de service, aux pertes de charge admissibles et aux prescriptions fabricant ;
- Compatibilité avec les raccords, vannes et accessoires haute pureté du réseau ;
- Protection permanente des extrémités jusqu'au raccordement final ;
- Traçabilité matière et certificats à remettre au dossier d'autocontrôle.

Le marquage, la traçabilité et les certificats des tubes, raccords et accessoires devront permettre d'identifier la nuance, la qualité, le lot de fabrication et les opérations de nettoyage ou dégraissage réalisées.

LOT 3			50/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.6.3 Supports des canalisations

Les canalisations doivent être supportées à des intervalles suffisants pour éviter les fléchissements ou les distorsions. Les colliers utilisés devront être résistants à la corrosion, et seront du type isophonique.

Les distances entre supports seront définies en fonction du diamètre, de l'épaisseur et du cheminement des tubes inox 316L, afin de garantir la tenue mécanique, l'absence de vibration et la conservation des pentes ou alignements requis.

Les supports seront compatibles avec l'inox 316L et devront éviter tout phénomène de corrosion galvanique ou de marquage mécanique des tubes.

4.6.4 Joints de canalisation

Les assemblages seront réalisés par soudage TIG/orbital sous inertage interne et externe, ou par raccords haute pureté adaptés au service hélium lorsque le démontage est nécessaire. Les assemblages devront garantir la propreté interne du réseau et un niveau d'étanchéité compatible avec la récupération d'hélium gazeux des spectromètres RMN.

Les raccords démontables éventuels seront de type haute pureté, compatibles hélium, inox 316L ou équivalent validé, avec joints adaptés et faibles volumes morts.

Nota : les fiches techniques des tubes, raccords, vannes, joints et procédés de soudage utilisés devront être remises dans le dossier d'autocontrôle.

Pendant les opérations de soudage, l'intérieur des canalisations sera inerté avec un gaz neutre adapté afin d'éviter toute oxydation interne et toute pollution du réseau.

L'utilisation de pâtes de jointoiement, graisses, lubrifiants non compatibles, silicone ou produits susceptibles de contaminer le réseau est strictement proscrite.

4.6.5 Vannes de sectionnement

Les vannes de sectionnement seront compatibles gaz haute pureté et service hélium, avec corps inox 316L ou matériau équivalent validé, joints adaptés et faible volume mort. Elles seront adaptées à la pression de service et aux prescriptions du fabricant du spectromètre.

Ces vannes seront de type compatible gaz hélium haute pureté :

- Inox
- Siège adapté He

Toutes les vannes de sectionnement de zone doivent permettre la séparation physique de la partie aval de la canalisation pour toute maintenance ou modification.

L'extrémité libre des vannes de sectionnement laissées en attente d'extension devra être obturée et rendue étanche. Ces vannes d'extension seront placées sous coffre plombé lorsqu'elles sont situées dans des zones accessibles au public.

Les caractéristiques physiques des vannes sont :

- Compatibilité gaz hélium haute pureté ;
- Corps inox 316L ou matériau équivalent validé ;

LOT 3			51/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Étanchéité adaptée au niveau de fuite requis ;
- Raccordements soudés ou raccords haute pureté compatibles inox 316L ;
- Commande quart de tour ou dispositif équivalent suivant prescription fabricant ;
- Certificat de conformité et de dégraissage à fournir.

Un certificat de dégraissage sera établi par le fabricant.

4.6.6 Soupapes et protections contre les surpressions

Les dispositifs de protection contre les surpressions seront prévus sur toute section isolable du réseau de récupération d'hélium gazeux susceptible de monter en pression, notamment entre deux vannes fermées, sur les piquages ou aux points singuliers identifiés par l'analyse de risques.

➤ Equipements indispensables

👉 sur :

- Ligne
- Réservoir
- Spectromètres

Les soupapes ou dispositifs de sécurité sont requis sur les sections isolables susceptibles de monter en pression. Leur implantation, leur tarage, leur débit de décharge et leur rejet seront justifiés par note de calcul et soumis au visa de la maîtrise d'œuvre.

➤ Types de soupapes

✅ 1. Soupape de sûreté classique (PSV)

👉 type principal sur réseau

✓ Caractéristiques :

- À ressort
- Ouverture automatique
- Tarage précis

✓ Compatibilité cryogénique :

- Inox (316L)
- Siège adapté basse température

Usage : 👉 protection contre surpression lente / normale

✅ 3. Disque de rupture (burst disk)

👉 complément de la soupape

✓ Fonction :

- Ouverture instantanée
- Débit très élevé

utilisé pour :

LOT 3			52/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Protection ultime
- Cas extrême (quench / rupture isolation)

montage fréquent :

- Disque + soupape en série

➤ Implantation des soupapes

✓ 1. Sur le collecteur principal

👉 protection globale réseau

✓ 2. Sur chaque section isolable

👉 entre 2 vannes

OBLIGATOIRE :

- Éviter surpression locale

✓ 5. Sur spectromètres

👉 déjà intégrées en général

4.6.7 Instrumentation

- Pression
- température
- Niveau (cuve)

Éviter les points morts et contre-pentes

✗ contre-pentes

✗ points morts

✗ zones non balayées

✓ sinon :

- Accumulation locale d'hélium gazeux
- Purge incomplète du réseau
- Augmentation des pertes de charge et instabilité d'exploitation

4.6.8 Nombre de singularités

Le tracé du réseau devra limiter les singularités afin de réduire les pertes de charge et les risques de perturbation d'écoulement. Les coudes, réductions, raccords démontables et vannes seront limités au strict nécessaire.

- Coudes
- Vannes

LOT 3			53/68
-------	--	--	-------

4.6.9 Réductions

Les singularités seront prises en compte dans les notes de calcul de pertes de charge et dans les schémas d'exécution.

Cas transitoires d'exploitation

✓ Régime transitoire

👉 principaux risques :

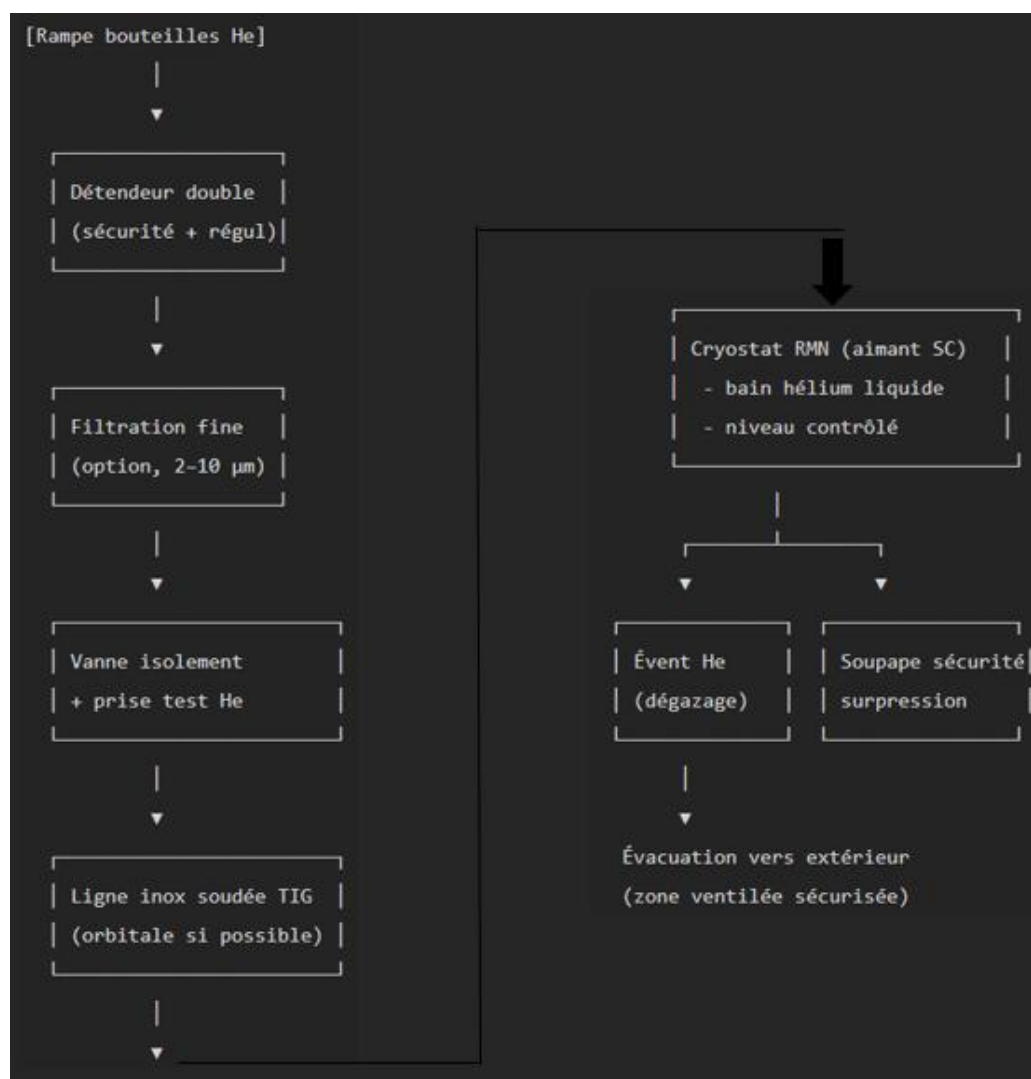
- Débit instantané supérieur au régime permanent
- Suppression locale sur section isolable
- Appauvrissement local en oxygène en cas de rejet ou fuite importante

✓ Bonne pratique

👉 mise en service et exploitation **progressives** :

- Ouverture progressive des vannes
- Surveillance de la pression et du débit
- Vérification de l'absence de contre-pression aux équipements

4.6.10 Schéma fonctionnel de récupération hélium RMN



CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

👉 Lecture du schéma fonctionnel de récupération :

➤ **Point de contrôle**

- Prise pour :
 - Test hélium
 - Mise sous vide / purge
- Vannes haute qualité (souvent à soufflet)
- **Gestion de l'hélium gazeux récupéré**
 - Collecte du boil-off vers le collecteur existant ;
 - Événements, purges et soupapes dirigés vers une zone sûre ;
 - Absence de contre-pression au droit des équipements RMN ;
 - Compatibilité avec l'analyse ODH du site.

👉 **L'hélium s'échappe rapidement → risque d'asphyxie en local confiné**

4.6.11 Points critiques à prévoir

✅ **Étanchéité**

- Test systématique :
 - $\leq 10^{-9}$ mbar·L/s

✅ **Propreté**

- Réseau bouchonné en permanence
- Nettoyage avant pose

✅ **Accessibilité**

- Prévoir démontabilité au niveau RMN

✅ **Sécurité**

- Ventilation local
- Détection O₂ possible

4.6.12 Prescriptions de bonnes pratiques

La réussite d'un réseau de récupération d'hélium RMN repose notamment sur la maîtrise des micro-fuites, la propreté interne du réseau, la limitation des pertes de charge, l'accessibilité des organes de contrôle et la gestion sûre des événements et rejets.

👉 80% des problèmes viennent de :

- Prévoir des points de test et de purge accessibles.
- Maintenir les tubes bouchonnés jusqu'au raccordement final.
- Limiter les raccords démontables aux besoins d'exploitation et de maintenance.
- Documenter les contrôles et essais dans le dossier qualité.

LOT 3			55/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Donc toujours intégrer :

- Points de test
- Tronçonnage logique
- Procédure qualité stricte

Ce qui fait réussir un réseau He RMN :

- ✓ tracé lisible et accessible
- ✓ absence de contre-pente et de points morts
- ✓ limitation des pertes de charge
- ✓ gestion sûre des événements et rejets

Le dimensionnement ne devra pas se limiter au choix du diamètre : il intégrera également le tracé, les pertes de charge, les singularités, la propreté, l'étanchéité, le supportage, les rejets et les conditions d'exploitation.

4.7 TRAVAUX DIVERS

Tous les percements nécessaires aux travaux décrits dans le présent document sont à la charge du titulaire du présent lot.

Les divers percements, scellements, saignées, nécessaires à la réalisation des travaux décrits avec rebouchages correspondants à la nature des parois, murs, cloisons pour le passage des réseaux, le supportage des appareils, etc. Le titulaire du présent corps d'état devra l'ensemble des rebouchages des trous et ouvertures pour rétablir et assurer le degré coupe-feu des parois traversées y compris toutes sujétions.

Le mobilier et matériel informatique resteront en place lors des travaux dans les bureaux. Une protection sera à prévoir par l'entreprise pour éviter toute dégradation.

Le transport du matériel sur chantier sera compris dans la prestation du titulaire.

La mise en place de fourreaux M1 ou M0 suivant localisation des parois traversées avec bourrage au mastic silicone.

Le titulaire du présent corps d'état devra inclure dans son offre les divers travaux décrits et non limitatifs nécessaires pour parfaire la réalisation de ses travaux.

Pendant et après l'exécution des travaux, le titulaire devra le nettoyage et le tri des gravats relevant de ses travaux. Il devra également l'évacuation de l'ensemble des gravats vers une décharge contrôlée, réalisant le tri et le traitement des déchets.

Des certificats de suivi des déchets devront être remis au maître d'œuvre.

La mise en service du matériel installé avec le contrôle et l'assistance des fabricants (équipements ci-avant décrits) et avec attestations de mise en service à remettre au Maître d'œuvre.

Les divers essais et vérifications de fonctionnement des installations suivant la nature des fluides conformément aux documents d'essais de fonctionnement de l'AQC. Les divers essais seront consignés sur des procès-verbaux à transmettre au Maître d'œuvre.

LOT 3			56/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Les réglages et essais divers nécessaires aux installations en début de mise en service et au cours de l'année de garantie.

L'information des utilisateurs sur le fonctionnement avec notices du matériel et consignes d'entretien à remettre en trois exemplaires.

Les divers procès-verbaux du matériel installé avec les agréments correspondants, etc. à remettre au Maître d'œuvre.

Le titulaire devra prévoir dans son offre :

- Plans de chantier (plans informatisés compatibles AUTOCAD 2010) des installations réalisées ;
- Plans DOE (plans informatisés compatibles AUTOCAD 2010) des installations réalisées ;
- Les notices d'installation et d'utilisation du matériel installé ;
- Les Documents d'Intervention Ulérieure des Ouvrages (D.I.U.O.) ;
- La synthèse des plans d'exécution entre les différents lots ;
- La fourniture des fiches techniques.

4.8 QUALIFICATIONS – COMPÉTENCES – FORMATION – CONTRÔLE – HABILITATIONS

Pour travailler sur des réseaux de récupération d'hélium gazeux destinés aux installations RMN, le soudage relève d'un niveau d'exigence élevé, car il s'agit de circuits très sensibles aux fuites et aux pollutions internes. Les qualifications et compétences généralement requises sont les suivantes :

4.8.1 Qualifications en soudage

☒ Qualification soudeur selon normes

- **QMOS / DMOS** (Qualification de Mode Opératoire de Soudage)
- **QS (Qualification Soudeur)** conforme :
 - **EN ISO 9606-1** (acier)
 - **EN ISO 9606-2** (aluminium)
 - Ou norme équivalente (ASME IX en industrie internationale)

Obligation de qualification spécifique au procédé utilisé :

- TIG (GTAW) principalement pour réseaux gaz
- Orbital automatique très courant sur inox

☒ Si RMN

- CEA
- Laboratoires nucléaires
- Grands centres de recherche

LOT 3			57/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

👉 on ajoute :

- Exigences RCC-M ou équivalent
- Traçabilité complète
- Habilitations nucléaires

4.8.2 Compétences spécifiques aux réseaux *hélium*

✅ Étanchéité ultra élevée

- L'hélium est un gaz très léger → fuite détectable extrêmement facilement
- Exigence de soudure :
 - Zéro porosité
 - Zéro inclusion
 - Très grande régularité

✅ Soudures de précision

- Tubes inox fins (souvent < 3 mm)
- Soudures sans apport ou avec faible apport
- Maîtrise du **procédé TIG haute pureté**

4.8.3 Formation « propreté / haute pureté »

Souvent exigée :

- Travail en environnement :
 - **Clean room (salle propre)** ou équivalent
- Respect des procédures :
 - Dégraissage
 - Nettoyage spécifique
 - Protection des circuits (bouchonnage)

👉 **Important** : contamination interdite (huile, poussière, humidité)

4.8.4 Contrôles et certifications complémentaires

✅ Contrôles non destructifs (CND)

Souvent demandés ou à maîtriser :

- **Ressuage (PT)**
- Radiographie (RT) parfois
- Endoscopie interne

✅ Test d'étanchéité hélium

- **Qualification ou expérience en test à l'hélium** (spectromètre de masse)
- Niveau de fuite très faible :
 - Jusqu'à 10^{-9} mbar·L/s selon secteur

LOT 3			58/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.8.5 Habilitations & sécurité

Selon le secteur d'intervention :

✓ Industrie / nucléaire / recherche

- Habilitation sécurité (type H0B0, ATEX...)
- Formation gaz sous pression
- Connaissance DESP (Directive Équipements Sous Pression)

✓ Qualité

- Travail sous procédures qualité strictes :
 - ISO 9001
 - ISO 19443 (nucléaire)
 - Ou standards internes (CEA, Airbus, etc)

4.8.6 Profil soudeur adapté

Pour ce type d'installations, il faut :

- Soudeur **TIG inox très expérimenté**
- Habitué :
 - Haute pureté
 - Circuits gaz spéciaux
-
- **Expérience utile :**
 - Pharmaceutique
 - Semi-conducteurs
 - Cryogénie

4.8.7 En résumé

Un réseau de récupération hélium RMN =

- ✓ Réseau inox haute pureté ou matériau validé
- ✓ Soudure TIG, idéalement orbitale
- ✓ Étanchéité contrôlée à l'hélium selon seuil validé
- ✓ Propreté interne irréprochable
- ✓ Contrôles hélium systématiques
- ✓ Traçabilité rigoureuse

Niveau d'exigence attendu : réseau gaz haute pureté, faible perte de charge, étanchéité contrôlée et traçabilité complète des matériaux, assemblages et essais.

LOT 3			59/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.9 MÉTHODOLOGIE D'EXÉCUTION

4.9.1 Préparations avant travaux

4.9.1.1 Documents applicables

- Isométriques validés
- PID
- DMOS (mode opératoire de soudage)
- QMOS qualifiée
- Plan de contrôle qualité

4.9.1.2 Matériel et consommables

Tubes : inox 316L, qualité gaz haute pureté, dégraissé, bouchonné, avec certificats matière et attestations de conformité.

- Inox **316L** (EN 1.4404)
- Qualité :
 - Décapé / passivé
 - Idéalement électropoli

Raccords : raccords soudés privilégiés ; raccords démontables haute pureté uniquement lorsque nécessaire pour l'exploitation, la maintenance ou le raccordement aux équipements.

- Minimum absolu (privilégier souder)
- Si démontable :
 - VCR / Swagelok haute pureté

Métal d'apport : compatible inox 316L lorsque le procédé de soudage l'exige, conformément au DMOS/QMOS validé.

- ER316L (si utilisé)

Gaz de protection : argon de qualité adaptée au soudage haute pureté, avec certificat fournisseur et traçabilité.

- Argon **qualité $\geq 99,999$ % (grade 5.0)**

4.9.1.3 Contrôle réception

- Certificats matière **EN 10204 3.1**
- Inspection visuelle :
 - Propreté interne
 - Absence de rayures / chocs
- Bouchonnage obligatoire

LOT 3			60/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.9.2 Préparation des éléments

4.9.2.1 Coupe

- Coupe orbitale ou scie spécifique inox
- Interdits :
 - Disque abrasif contaminant

4.9.2.2 Ébavurage

- Intérieur / extérieur
- Aucun copeau restant

4.9.2.3 Nettoyage

- **Méthode type :**
 1. Dégraissage (solvant compatible)
 2. Essuyage non pelucheux
 3. Séchage air propre / azote

👉 Critique pour RMN :

aucune trace (huile, poussière)

4.9.2.4 Stockage

- Tubes bouchonnés
- Zone propre (type atelier dédié)

4.9.3 Montage à blanc

4.9.3.1 Positionnement

- Respect isométrique
- Alignement parfait (tolérance serrée)

4.9.3.2 Jeux de soudure

- Ajustement :
 - Jeu faible à nul
- Pas de contrainte mécanique

4.9.3.3 Pointage

- TIG léger
- Protection gaz interne maintenue

4.9.4 Soudage

4.9.4.1 Procédé

- TIG (GTAW)
- Souvent :
 - Orbital automatique

LOT 3			61/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.9.4.2 Paramètres type

- Faible intensité
- Apport minimal voire **sans métal d'apport**
- Protection :
 - Externe + interne (backing Gas)

4.9.4.3 Protection interne (OBLIGATOIRE)

- Injection argon interne
- Taux O₂ :
 - < 50 ppm idéalement

Une protection interne insuffisante est susceptible de générer une oxydation interne, une pollution du réseau ou un défaut d'étanchéité. Elle constitue donc un point de contrôle obligatoire.

- Oxydation interne
- Défaut d'étanchéité

4.9.4.4 Exécution

- Cordon régulier
- Pas de reprise
- Temps de refroidissement contrôlé

4.9.4.5 Acceptation visuelle

- Cordon lisse
- Pas de :
 - Coloration excessive
 - Fissure
 - Manque de fusion

4.9.5 Contrôles qualité

4.9.5.1 Contrôle visuel (100%)

- Aspect externe
- Alignement

4.9.5.2 Ressuage (PT)

- Selon exigence projet (souvent systématique)

4.9.5.3 Contrôle étanchéité hélium

➤  **Exigence typique RMN :**

- $\leq 10^{-9}$ mbar·L/s

➤ **Méthode :**

- Spectromètre de masse
- Test :

LOT 3			62/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- Soudures unitaires OU tronçons

4.9.5.4 Épreuve pression (si applicable)

- Azote sec ou hélium
- Pression contrôlée

4.9.6 Nettoyage

4.9.7 Nettoyage Après soudage

4.9.7.1 Nettoyage externe

- Élimination traces thermiques

4.9.7.2 Nettoyage interne (si requis)

- Purge azote / air filtré
- Éventuellement rinçage

4.9.7.3 Fermeture

- Bouchonnage immédiat

4.9.8 Montage final sur site

4.9.8.1 Installation

- Respect altimétrie RMN
- Fixation sans contrainte

4.9.8.2 Raccordement équipements

- Vanne isolement
- Filtres
- Détendeur
- Interface de récupération gaz du spectromètre

👉 Connexion propre et démontable côté RMN

4.9.9 Essais & mise en service

4.9.9.1 Test global d'étanchéité

- Réseau complet

4.9.9.2 Purge

- Azote sec
- Élimination air + humidité

LOT 3			63/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.9.9.3 Mise sous hélium progressive

- Surveillance pression
- Contrôle fuite final

4.9.9.4 Traçabilité

À enregistrer :

- N° soudures (S1, S2...)
- Soudeur
- Paramètres
- Résultats contrôles
- Certificats matière

Dossier DOE obligatoire

4.9.10 Points critiques d'exécution

Erreurs fréquentes :

- Manque de purge interne
- Pollution interne
- Faux alignement
- Trop de raccords démontables

Bonnes pratiques :

- Soudage orbital privilégié
- Test par tronçon
- Manipulation avec gants propres
- Réseau toujours bouchonné

4.9.11 Résumé opérationnel

En pratique :

1. Préparer / nettoyer
2. Monter à blanc sans contrainte
3. Souder TIG sous protection interne
4. Contrôler visuel + ressuage
5. Tester étanchéité hélium
6. Nettoyer et protéger
7. Installer et tester globalement

4.10 **PLAN DE CONTRÔLE QUALITÉ (PCQ / ITP)**

Projet : Réseau hélium RMN

Normes : ISO 9001 – exigences haute pureté / étanchéité hélium

4.10.1 Légende

- **IT** = Inspection Technique (contrôle interne)
- **QC** = Qualité entreprise

LOT 3			64/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- **CLT** = Client / tiers
- **H** = Hold point (arrêt obligatoire)
- **W** = Witness point (client peut assister)
- **R** = Revue documentaire

4.10.2 Tableau de contrôle qualité

♦ Phase 1 – Réception & préparation

Étape	Contrôle	Critère d'acceptation	Type	Resp.	Doc
Réception tubes	Certificats 3.1	Conformes EN 10204	R	QC	Certif matière
Inspection visuelle	Propreté + état	Pas de choc / pollution	IT	QC	Fiche réception
Bouchonnage	Présence bouchons	Obligatoire	IT	QC	Check interne

♦ Phase 2 – Préparation

Étape	Contrôle	Critère	Type	Resp.	Doc
Coupe	Type coupe	Coupe propre inox	IT	Atelier	Fiche fabrication
Ébavurage	Int/Ext	Aucun copeau	IT	Atelier	-
Nettoyage	Propreté interne	Zéro contamination	H	QC	Fiche nettoyage

♦ Phase 3 – Montage à blanc

Étape	Contrôle	Critère	Type	Resp.	Doc
Alignement	Axe tube	Pas de contrainte	IT	Soudeur	Iso
Jeux soudure	Ajustement	Jeu minimal	IT	Soudeur	-
Repérage	N° soudures	Traçabilité	H	QC	Plan iso

♦ Phase 4 – Soudage

Étape	Contrôle	Critère	Type	Resp.	Doc
Qualification soudeur	ISO 9606 valide	À jour	H	QC	QS
DMOS	Paramètres respectés	Conforme QMOS	H	QC	DMOS
Gaz de protection	Pureté argon	≥ 99,999%	IT	Soudeur	Certif gaz

LOT 3			65/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

Purge interne	Taux O ₂	< 50 ppm	W	QC	Fiche soudage
Exécution soudure	Aspect cordon	Sans défaut	IT	Soudeur	Rapport

◆ Phase 5 – Contrôles CND

Étape	Contrôle	Critère	Type	Resp.	Doc
Visuel	100%	Conforme ISO 5817 (niveau B)	H	QC	PV VT
Ressuage	Détection défaut	Aucun défaut	W	COFREND	PV PT

◆ Phase 6 – Étanchéité hélium

Étape	Contrôle	Critère	Type	Resp.	Doc
Test hélium	Spectromètre	$\leq 10^{-9}$ mbar·L/s	H	QC/CLT	PV test He
Test tronçon	Par zone	Conforme	W	QC	Rapport

👉 Étape critique = HOLD POINT

◆ Phase 7 – Nettoyage final

Étape	Contrôle	Critère	Type	Resp.	Doc
Nettoyage externe	Aspect	Propre	IT	QC	-
Purge interne	Gaz sec	Sans humidité	IT	QC	Rapport
Bouchonnage final	Protection	Étanche	H	QC	Check

◆ Phase 8 – Montage site

Étape	Contrôle	Critère	Type	Resp.	Doc
Installation	Conformité iso	Respect plan	W	QC/CLT	Plan validé
Fixation	Contraintes	Aucune contrainte	IT	Chantier	-
Raccordement RMN	Interface propre	Étanchéité parfaite	H	QC	Rapport

◆ Phase 9 – Essais finaux

Étape	Contrôle	Critère	Type	Resp.	Doc
Test global He	Réseau complet	$\leq 10^{-9}$ mbar·L/s	H	CLT/QC	PV final
Mise en pression	Stabilité	Pas de chute	IT	QC	Rapport
Purge	Propreté fluide	Conforme	IT	QC	-

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

4.10.3 Points d'arrêt (hold points)

👉 À ne jamais franchir sans validation :

- Nettoyage avant soudage
- Qualification soudeur / DMOS
- Purge interne avant soudage
- Contrôles visuels
- Test étanchéité hélium
- Raccordement final RMN

4.10.4 Spécificités RMN (très important)

- Exigence étanchéité extrême
- Propreté critique (niveau quasi pharmaceutique)
- Aucun défaut toléré
- Tests hélium systématiques
- Traçabilité complète obligatoire

4.10.5 Résumé opérationnel

👉 Le PCQ s'articule autour de 3 points clés :

- ✓ Soudage TIG ultra propre sous purge
- ✓ Contrôle systématique (visuel + ressuage + hélium)
- ✓ Traçabilité totale des opérations

4.11 DISPOSITIONS FINALES

Le titulaire doit garantir une installation :

- Fiable,
- Étanche,
- Conforme aux normes,
- Adaptée aux exigences RMN.

Toute modification devra être validée par la maîtrise d'œuvre

4.12 DOCUMENTS À FOURNIR (EXE-DOE)

Dossier final obligatoire :

- Isométriques "TEL QUE CONSTRUIT"
- Certificats matière
- QS soudeurs
- QMOS / DMOS

LOT 3			67/68
-------	--	--	-------

CCTP	RÉAMÉNAGEMENT LABORATOIRES RMN DÉPARTEMENT CHIMIE ENS	
------	---	--

- PV CND (VT, PT...)
- PV tests hélium
- Rapport nettoyage
- Liste soudures (traçabilité complète)
- Note de calcul EN 13480
- PID
- Plan isométrique
- Calcul supportage
- Calcul soupapes
- Analyse de risque

Conformité :

- Marquage CE (PED)

5 PRORATA DES FRAIS COMMUNS

Les frais communs liés à l'installation générale du chantier (gardiennage, nettoyage des zones communes, signalisation, etc.) seront répartis entre les entreprises titulaires des différents lots au prorata du montant de leurs marchés respectifs.

Le montant du prorata est fixé au **pourcentage (2%) du montant total des travaux** hors taxes.

Modalités de calcul :

$$\text{Prorata par entreprise} = \text{Montant du marché HT} \times x(\%)$$

LOT 3			68/68
-------	--	--	-------