



**ASNR** Autorité de  
sûreté nucléaire  
et de radioprotection

## Rapport d'étude de faisabilité – SIA :

Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour la mise à niveau  
des laboratoires du bâtiment C4 sur le site du Vésinet de  
l'ASNR.

### Site : ASNR

31 Rue de l'Écluse, Le Vésinet 78116

N° Affaire	Phase	Spéc.	Type	N° Doc	N° Ind
CH0291	FAI	TCE	DOC	001	0

Science et ingénierie de l'air | Parc Orsay université | 21, rue Jean Rostand | 91 893 ORSAY

Tél. 01 60 92 41 92 | [www.be-sia.com](http://www.be-sia.com)

Date de diffusion	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Visa de l'approbateur	Modifications	Indice
24/04/2026	FDR	NPO	SIA		1ère diffusion	0



## Table des matières

TABLE DES MATIERES .....	3
INTRODUCTION .....	4
1 OBJECTIF DE L'ETUDE .....	5
2 DONNEES D'ENTREE .....	5
3 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION EXISTANTE .....	6
3.1 ÉQUIPEMENTS CVC EN TERRASSE .....	6
3.1.1 Centrales de traitement d'air .....	6
3.1.2 Extracteurs .....	7
3.1.3 Filtration HEPA nucléaire .....	8
3.2 ZONE LERCA .....	9
3.3 ZONE LEI .....	11
3.4 SORBONNES ET HOTTES .....	12
4 IDENTIFICATION DES PROBLEMES .....	13
5 ANALYSE DE L'INSTALLATION .....	14
5.1 BILAN AERAULIQUE ENVISAGE – 1 <sup>ER</sup> VERSION .....	14
5.2 BILAN AERAULIQUE ENVISAGE – 2 <sup>EME</sup> VERSION .....	16
6 DESCRIPTIONS DES AMELIORATIONS .....	17
6.1 TRAVAUX EN COMMUN .....	17
6.1.1 Dalle béton maçonnée .....	17
6.1.2 Électricité et régulation .....	18
6.1.3 Production d'eau glacée et d'eau chaude pour les centrales de traitement d'air .....	19
6.1.4 Distribution d'eau glacée et d'eau chaude pour les centrales de traitement d'air .....	21
6.2 TRAVAUX LERCA .....	22
6.2.1 Dépose des installations existantes .....	22
6.2.2 Centrale de traitement d'air .....	22
6.2.3 Réseaux aérauliques .....	24
6.2.4 Extracteur Ambiance .....	26
6.2.5 Extracteurs Process .....	26
6.3 TRAVAUX LEI .....	27
6.3.1 Dépose des installations existantes .....	27
6.3.2 Centrale de traitement d'air .....	27
6.3.3 Réseaux aérauliques .....	29
6.3.4 Extracteur Ambiance .....	31
6.3.5 Extracteurs Process .....	31
6.3.6 Dépose et Installation d'un faux-plafond .....	32
7 CONCLUSION .....	33
8 ANNEXES .....	34



## Introduction

Ce présent document vise à présenter les éléments techniques, fonctionnels et financiers relatifs à l'étude de faisabilité menée dans le cadre de la **Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO)** pour la **remise à niveau des laboratoires du bâtiment C4**.

Notre étude concerne les laboratoires des zones **LERCA** et **LEI**.

Ils sont équipés notamment de sorbonnes classiques, de sorbonnes cathédrales, de hottes et de divers équipements de process.

Cependant, plusieurs dysfonctionnements majeurs empêchent une utilisation optimale par les utilisateurs et dégradent significativement les conditions d'exploitation.

Les installations fonctionnant en débit constant, cela engendre une consommation énergétique importante.

Par ailleurs, la compensation en air neuf est insuffisante, ce qui ne permet pas d'assurer un renouvellement d'air adéquat des locaux. Ce déséquilibre aéraulique impacte directement les performances globales des installations.

En complément, le nombre d'extracteurs installés en terrasse est particulièrement élevé. Cette configuration multiplie les besoins en maintenance, complexifie l'exploitation des installations et limite fortement les possibilités d'optimisation énergétique.

Les installations techniques présentent également plusieurs faiblesses structurelles :

- Centrales de traitement d'air anciennes, obsolètes et énergivores
- Chaque centrale est équipée de son propre groupe de production frigorifique
- Défauts d'étanchéité sur certains réseaux aérauliques
- Réseau aéraulique non calorifugé
- Performances de régulation thermique insuffisantes

Enfin, les conditions thermiques sont instables, aussi bien en été qu'en hiver. Ces variations s'expliquent par les apports internes générés par les équipements de process, ainsi que par les déperditions liées au bâtiment. De manière générale, ces dysfonctionnements conduisent à des conditions de travail dégradées pour les utilisateurs.

### Spécificités LERCA :

- Absence de pilotage local de la température dans les laboratoires
- Déséquilibre aéraulique lié à une compensation insuffisante

### Spécificités LEI :

- Impossibilité actuelle de remplacer le filtre THE en toiture
- Déséquilibre aéraulique lié à une compensation insuffisante
- Conditions de travail fortement dégradées



## 1 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est d'évaluer les solutions envisageables pour garantir la conformité réglementaire, l'efficacité énergétique et la pérennité des installations de traitement d'air, tout en assurant le maintien des conditions requises pour les activités des laboratoires.

Le présent document permettra d'exposer les dysfonctionnements ainsi que les axes d'amélioration.

Il est composé des éléments suivants :

- Élaborations de notes de calculs en fonctions des relevés sur site (Bilan thermique Bilan aéraulique et fiche des locaux),
- La liste des dysfonctionnements,
- Les différentes propositions d'amélioration,
- La description technique des différents travaux d'amélioration,
- Une estimation financière des différentes propositions à plus ou moins 20%.

## 2 Données d'entrée

Le dossier est basé sur les documents mis à disposition par l'ASNR :

- Note de cadrage – Projet C4 LERCA + LEI,
- Plans DWG du bâtiment (Lots : GO ; CVC ; CFO),
- Relevé sur site (Photos et prise de note),
- Réunion avec les utilisateurs,
- Rapport d'essais de l'APAVE (Sorbonnes, Hottes).



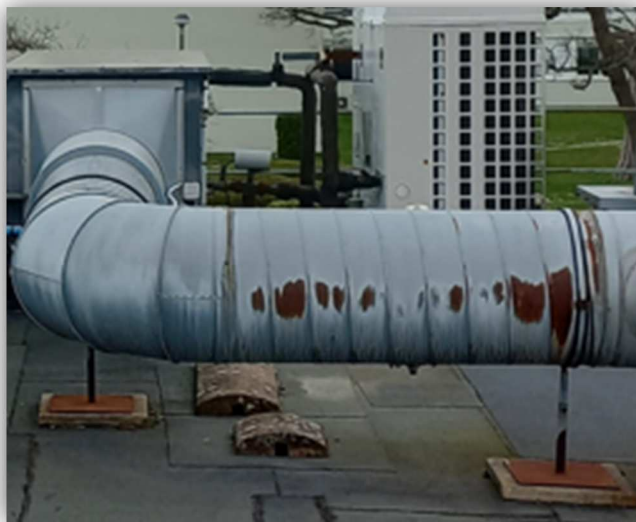
## 3 Description de l'installation existante

### 3.1 Équipements CVC en terrasse

#### 3.1.1 Centrales de traitement d'air

L'installation de traitement d'air actuel du bâtiment C4 si situe principalement en terrasse et se compose de :

- Centrale de traitement d'air 100% Air neuf de type CCM45 HYDRONIC qui desserve la zone du laboratoire 45.
- Centrale de traitement d'air 100% Air neuf de type CCM20 HYDRONIC qui desserve la zone du laboratoire 44.



	Dimensions du conduit	Résultat année N				Résultat année N-1 <sup>(1)</sup>	
		Vitesse <sup>(2)</sup>	Pression statique	Débit d'air <sup>(2)</sup>	Incertitude <sup>(3)</sup>	Pression statique	Débit d'air
<b>Air neuf :</b>	Circulaire : φ (mm) 450	3,4 m/s	0 Pa	1956 m <sup>3</sup> /h	26%	-	1996 m <sup>3</sup> /h

	Dimensions du conduit	Résultat année N				Résultat année N-1 <sup>(1)</sup>	
		Vitesse <sup>(2)</sup>	Pression statique	Débit d'air <sup>(2)</sup>	Incertitude <sup>(3)</sup>	Pression statique	Débit d'air
<b>Air neuf :</b>	Circulaire : φ (mm) 450	3,3 m/s	0 Pa	1871 m <sup>3</sup> /h	26%	-	1882 m <sup>3</sup> /h

Pour ces deux centrales de traitement d'air, les gaines de soufflage ne sont pas calorifugées et sont corrodées, ce qui entraîne un manque d'étanchéité et donc une perte d'énergie sur l'ensemble de l'installation.

Les centrales de traitement d'air et groupe de production frigorifique ainsi que les gaines devront être déposés lors des travaux.





- Centrale de traitement d'air 100% Air neuf de type MISTRALM50 AIRCALO qui desserve la zone du laboratoire 51.



	Dimensions du conduit				Résultat année N				Résultat année N-1 <sup>(1)</sup>	
					Vitesse <sup>(2)</sup>	Pression statique	Débit d'air <sup>(2)</sup>	Incertitude <sup>(3)</sup>	Pression statique	Débit d'air
Air neuf :	Rectangulaire (mm):	600	x	300	2,5 m/s	0 Pa	1588 m3/h	31%	-	1317 m3/h

Pas de remarque particulière sur cette centrale de traitement d'air. Elle devra être déposée avec ses gaines ainsi que la partie hydraulique lors des travaux.

### 3.1.2 Extracteurs

Extracteurs de type « escargot » extraits les différentes sorbonnes et hottes du bâtiment.



Un grand nombre d'extracteur est actuellement en terrasse du bâtiment afin d'extraire l'ensemble des sorbonnes, hottes et laveries. Ils ne sont pas équipés de variateur et fonctionne en vitesse continue et certaines gaines flexibles ne sont plus étanches.

Cette situation pénalise à la fois la maintenabilité des équipements et l'efficacité énergétique globale de l'installation.

### 3.1.3 Filtration HEPA nucléaire

- Un caisson de filtration type HEPA desserve la sorbonne N°100 du laboratoire 52.



L'implantation actuelle en toiture rend l'accès au filtre contraignant, notamment en raison de la densité des rejets présents, nécessitant par ailleurs l'interruption des activités expérimentales lors des interventions.

Dans ce contexte, un repositionnement de l'équipement hors toiture apparaît nécessaire afin de garantir un accès facilité et d'optimiser les conditions de maintenance.



### 3.2 Zone LERCA

Les laboratoires de la zone **LERCA** sont équipés de sorbonnes, hottes, étuves, centrifuges et réfrigérateurs. Il y a également une laverie, un local de stockage ainsi qu'une circulation qui intègre cette zone.



Des conditions thermiques instables sont mentionnés pour les laboratoires N°44, 45 et 51. Cette configuration apparaît d'autant moins justifiée que ces trois laboratoires disposent déjà d'une compensation d'air via des CTA indépendantes.



Les extractions process des laboratoires N°41, 42, 43, 46 et la laverie ne sont pas compensées.



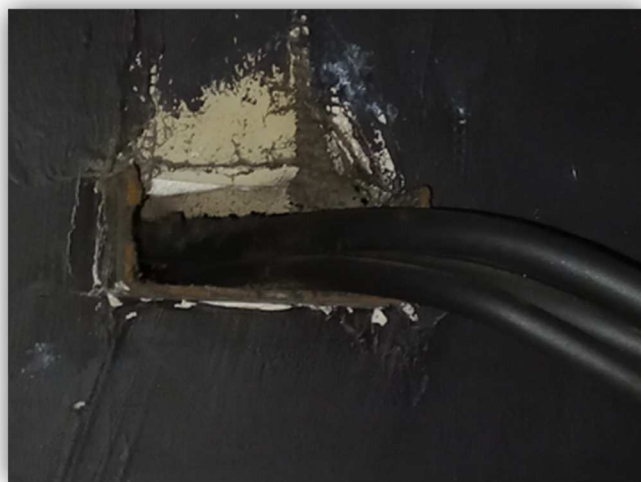
Une ouverture de la cloison entre le laboratoire N°42 et 43 a été constatée. D'autres ouvertures non relevés lors de notre état des lieux doivent exister.



### 3.3 Zone LEI

La zone **LEI** est composé de deux laboratoires avec chacun son Sas D'une part il s'agit de la zone **LEI Solide** et de l'autre de la zone **LEI Liquide**.

Les équipements en place dans les laboratoires sont principalement constitués de sorbonnes, de sorbonnes cathédrales et de hottes d'extraction.



Il n'existe pas de compensation d'air pour la zone **LEI**.

Dans le faux plafond, nous avons constatées des trous dans les cloisons pour le passage des câbles.





### 3.4 Sorbonnes et hottes

Les sorbonnes des laboratoires possèdent des platines de commande, mais les extracteurs dédiés aux sorbonnes n'étant pas équipés de variateur. Il n'y a pas de possibilité de faire varier les débits d'extraction, ce qui entraîne une surconsommation énergétique des équipements.



Certaines des sorbonnes n'ont pas d'alarme sonore et visuelle fonctionnelle, afin d'informer les utilisateurs sur le bon fonctionnement de celles-ci, ce qui peut entraîner un risque accru en cas de dysfonctionnement non détecté et compromettre la sécurité des manipulations réalisées sous sorbonne.



## 4 Identification des problèmes

À la suite de nos relevés sur site et de l'analyse des documents en notre possession, plusieurs dysfonctionnements majeurs ont été identifiés :

- **Débits d'extraction non contrôlés :**  
L'absence de régulation des débits d'extraction engendre des consommations énergétiques excessives et un fonctionnement non optimisé.
- **Déséquilibre aéraulique et absence de régulation thermique :**  
L'absence de pilotage des débits de compensation et de contrôle des températures entraînent un déséquilibre aéraulique global et une non-maîtrise des conditions ambiantes.
- **Manque de compensation d'air neuf :**  
Un défaut d'apport en air neuf a été constaté dans les laboratoires n°41, 42, 43, 46, ainsi que dans la laverie, ce qui entraîne un déséquilibre global des zones.
- **Alarmes sonores et visuelles non fonctionnelles :**  
Les utilisateurs ne disposent pas d'un retour fiable sur le bon fonctionnement des équipements, ce qui peut impacter la sécurité des manipulations
- **Cloisonnements non étanches :**  
La présence de passages de câbles et d'ouvertures dans les cloisons entre les locaux ne garantit pas leur étanchéité, pouvant engendrer des transferts d'air non maîtrisés.
- **Nombre d'extracteurs trop important :**  
La multiplicité des extracteurs rend l'exploitation, la maintenance et le pilotage de l'installation complexes.
- **Obsolescence des équipements existants :**  
Les équipements en place présentent un niveau de vétusté avancé, entraînant une dégradation de leurs performances et de leur efficacité énergétique.
- **Confort thermique non respecté :**  
Les conditions thermiques dans les locaux ne sont pas maîtrisées, ce qui dégrade les conditions de travail des utilisateurs.



## 5 Analyse de l'installation

### 5.1 Bilan aéraulique envisagé – 1<sup>er</sup> version

Afin d'apporter la compensation d'air neuf nécessaire en fonctions des débits d'extractions des sorbonnes et des hottes, des apports et des déperditions, nous avons élaboré un bilan aéraulique dans une première version.

Les laboratoires **LERCA** et **LEI** seront indépendants au niveau aéraulique.

Pour cette première version de bilan aéraulique, nous envisageons un fonctionnement avec un débit de soufflage constant et une variation sur les extractions d'ambiance et de process.

Les températures d'air soufflé pour obtenir une température ambiante de 22+/-3 seront :

- En été de 18°C,
- En hiver de 24°C.

La variation des débits sur les extractions process permettra d'optimiser les consommations énergétiques.

Nos hypothèses de dimensionnement retenues pour le bon fonctionnement des laboratoires sont les suivantes :

- **Cascade de pression :**
  - Zone du LEI : « -15 Pa » pour les laboratoires et « 0 Pa » pour les sas d'accès.
  - Zone du LERCA : Laboratoire en légère dépression avec les circulations en surpression pour équilibrer la zone.
- **Débits théoriques des sorbonnes :** Pour les sorbonnes nous avons calculés débits d'extractions des sorbonnes en fonction des dimensions et des ouvertures des vitres.
- **Débits théoriques des hottes :** Nous avons estimé des débits d'extractions pour limiter la compensation.

Lors de la réunion, nous avons convenu d'un foisonnement sur l'utilisation de chaque sorbonne par local. Le débit et le nombre d'extracteur est répartie de la manière suivante :

- Laboratoire 41, 42, 43, 46, 51 : 8 Sorbonnes et 3 hottes débit min + 7 Sorbonnes et 1 hotte débit max. (1 Ext)
- Laboratoire 44 : Conservation du fonctionnement existant. (4 Ext).
- Laverie 44/45 : Regroupement sur un seul et même extracteur. (1 Ext).
- Laboratoire 45 : Conservation du fonctionnement existant. (4 Ext).
- Laboratoire 52 et 55 : 5 Sorbonnes débit min + 2 Sorbonne débit max.
- (1 Extracteur commun et 1 Extracteur dédiée à la sorbonne N°100).



Le détail est à retrouver directement dans le bilan aéraulique joint à ce dossier :

CH0291-FAI-CVC-NDC-001-0 Bilan aéraulique / Version 1.

		Débit m3/h cas veille	Débit m3/h cas max
CTA 100% Air Neuf Zone Laboratoire LERCA	Soufflage	24 470	24 470
Extraction Zone LERCA	Extraction Ambiance	17 290	3 780
	Extraction Process	8 782	22 312

		Débit m3/h cas veille	Débit m3/h cas max
CTA 100% Air Neuf Zone LEI	Soufflage	7 930	7 930
Extraction Zone LEI	Extraction Ambiance	6 230	1 460
	Extraction Process	2 160	6 910

La solution retenue repose sur deux centrales de traitement d'air indépendantes, fonctionnant en 100 % air neuf avec un débit de soufflage constant. Ce principe permet de garantir un renouvellement d'air maîtrisé et stable, particulièrement adapté aux environnements de laboratoire nécessitant un contrôle strict des conditions aérauliques et des flux.

La régulation est principalement assurée par les débits d'extraction, permettant d'ajuster les cascades de pression et de répondre aux exigences de confinement. Cette approche assure une bonne maîtrise des gradients de pression entre les locaux, tout en conservant une architecture de régulation relativement simple.

Cette configuration présente l'avantage d'une grande robustesse et d'une exploitation facilitée, en limitant les risques de dérive des systèmes de régulation. En revanche, elle engendre une consommation énergétique plus élevée, liée au maintien d'un débit de soufflage constant, indépendamment des variations réelles d'occupation ou d'activité.

Une récupération d'énergie sur les débits d'extraction peut être envisagée afin d'améliorer partiellement la performance énergétique globale. Toutefois, celle-ci ne peut pas être intégrée dans le dimensionnement des batteries, en raison de l'incertitude associée aux conditions réelles de fonctionnement.



## 5.2 Bilan aéraulique envisagé – 2<sup>ème</sup> version

Dans cette seconde version du bilan aéraulique nous avons élaboré un bilan aéraulique avec une variation du débit de soufflage et variation de débit en conservant l'extraction process.

Nos hypothèses de dimensionnement sont similaires dans l'ensemble que la version N°1.

- **Débits de soufflage variable** : Nous privilégions un débit minimum réglementaire avec une température neutre de soufflage.
- **La circulation sera en légère surpression**, pour permettre d'équilibrer la zone LERCA,
- **Débits théoriques des sorbonnes** : Pour les sorbonnes nous avons calculés débits d'extractions des sorbonnes en fonction des dimensions et des ouvertures des vitres.
- **Les apports et le complément de chauffage seraient assuré par des groupes à détente directe avec des unités intérieure par laboratoire.**

Le détail est à retrouver directement dans le bilan aéraulique joint à ce dossier :

CH0291-FAI-CVC-NDC-001-0 Bilan aéraulique / Version 2.

		Débit m3/h cas veille	Débit m3/h cas max
<b>CTA 100% Air Neuf Zone Laboratoire LERCA</b>	Soufflage	7 185	20 730
<b>Extraction Zone LERCA</b>	Extraction Process	9 152	22 682

		Débit m3/h cas veille	Débit m3/h cas max
<b>CTA 100% Air Neuf Zone LEI</b>	Soufflage	2 230	7 000
<b>Extraction Zone LEI</b>	Extraction Process	2 690	7 440

La seconde solution repose sur deux centrales de traitement d'air indépendantes, fonctionnant avec un débit de soufflage variable, permettant une adaptation aux besoins réels du laboratoire. Les débits sont modulés en fonction de l'occupation et des activités, ce qui contribue à réduire significativement la consommation énergétique, notamment en période de faible charge.

La régulation repose sur un pilotage dynamique des débits de soufflage et d'extraction, afin de garantir le maintien des cascades de pression et des exigences de confinement. Cette approche offre une plus grande flexibilité d'exploitation et une meilleure adéquation entre les besoins réels et les performances du système.

En contrepartie, cette solution implique une régulation plus fine et plus complexe, nécessitant des systèmes de contrôle performants et un paramétrage rigoureux. Elle requiert également un suivi d'exploitation et une maintenance plus soutenue, afin d'éviter toute dérive susceptible d'impacter les conditions aérauliques et de confinement.





## 6 Descriptions des améliorations

### 6.1 Travaux en commun

#### 6.1.1 Dalle béton maçonnée

Agrandissement de la dalle béton existante afin d'y intégrer les équipements CVC :

- Centrales de traitement d'air du LEI.
- Centrale de traitement d'air du LERCA.
- Groupe froid ou Pompe à chaleur réversible et ou groupes à détente directe.
- Volume tampon et panoplie hydraulique.



Cet emplacement est idéal car il permet d'optimiser :

- Les gaines de soufflage (Position centrale pour le LERCA et à proximité du LEI),
- Pas de dévoiement de réseau pour l'extension,
- La zone est cachée du voisinage.
- Réutilisation de la dalle existante.

Un bardage extérieur pourra également être envisagé afin de limiter les nuisances sonores et de masquer la zone technique.

### 6.1.2 Électricité et régulation

L'ensemble de ces équipements devra être raccordé électriquement au TGBT du bâtiment C4.

Une vérification préalable des puissances disponibles est nécessaire, avec, le cas échéant, une adaptation des infrastructures électriques existantes.

Une armoire électrique dédiée aux installations CVC devra être installée au niveau de la dalle béton et alimentera l'ensemble des équipements CVC. (Hors Groupe de production frigorifique).

L'armoire sera posée sur un châssis.

Une armoire de régulation sera installée au niveau de la dalle béton et distribuera l'ensemble des équipements CVC :

- CTA LERCA ;
- CTA LEI ;
- Groupe froid ou Pompe à chaleur ;
- Extracteurs divers.

Les armoires devront être classés IP65 afin de résister aux intempéries, elles devront être sur socle avec arrivée des câbles par le dessous.

Enfin, une régulation centralisée sur la GTB du site devra être mise en place afin d'assurer le pilotage des débits de soufflage et d'extraction, le maintien des cascades de pression et le contrôle des conditions thermiques (en fonction de la solution), garantissant ainsi la sécurité des utilisateurs et la performance énergétique de l'installation.



### 6.1.3 Production d'eau glacée et d'eau chaude pour les centrales de traitement d'air

Pour assurer la production de chaud et de froid, nous avons 3 solutions :

- Solution 1 : Groupe froid avec volume tampon et module hydraulique et récupération des réseaux EC du bâtiment existant.
- Solution 2.A : Pompe à chaleur réversible avec volume tampon et module hydraulique et ajout de groupes à détente directe pour les laboratoires.
- Solution 2.B : Groupes à détente directe pour les centrales de traitement d'air.

#### Solution n°1 :

Installation d'un groupe froid en 2 tubes de puissance frigorifique de **325 kW** de type **CGAF 100 SE WLN EC R454B** de marque **TRANE** ou techniquement équivalent. Le groupe devra être installé sur la dalle béton avec plots anti-vibratiles et châssis en fer acier peint antirouille selon les recommandations du constructeur.

Le groupe sera équipée d'un module hydraulique avec :

- Pompe double basse pression
- Volume tampon
- Remplissage de l'installation en éthylène glycol (30%).



En complément du groupe froid, pour alimenter les batteries chaudes des CTA, un raccordement avec modification et adaptation sur le réseau EC du bâtiment est à prévoir.

*La réutilisation des réseaux d'eau chaude existants en provenance du bâtiment C4 est envisagée sous réserve de la validation préalable de plusieurs points de faisabilité technique. Le présent lot comprend le raccordement jusqu'au bâtiment concerné. En revanche, tout renforcement ou adaptation du raccordement jusqu'à la chaufferie du site, notamment en cas d'insuffisance des puissances disponibles, est exclu du présent périmètre.*



### Solution n°2.A :

Installation d'une pompe à chaleur réversible en 2 tubes de puissance frigorifique de **325 kW** et de puissance calorifique de **419 kW** de type **CXAF 140 Heat XLN EC R454B** de marque **Trane** ou techniquement équivalent. La pompe à chaleur devra être installée sur la dalle béton avec plots antivibratiles et châssis en fer acier peint anti-rouille selon les recommandations du constructeur.

Le groupe sera équipée d'un module hydraulique avec :

- Pompe double basse pression
- Volume tampon
- Remplissage de l'installation en éthylène glycol (30%).

En complément de la pompe à chaleur, des groupes de climatisation à détente directe de type **MXM** de chez **Daikin** ou techniquement équivalent seront installées afin de combattre les apports internes des laboratoires via des unités murales ou des cassettes.



### Solution n°2.B :

Installation d'un système de climatisation à détente directe de type **VRF** basé sur des groupes extérieurs de la gamme **Carrier 38VT** ou techniquement équivalent.

Le système devra assurer les besoins des batteries froides et chaudes des centrales de traitements d'air, avec adaptation automatique de la puissance aux besoins thermiques.

En complément de la pompe à chaleur, des groupes de climatisation à détente directe de type **MXM** de chez **Daikin** ou techniquement équivalent seront installées afin de combattre les apports internes des laboratoires via des unités murales ou des cassettes.





#### 6.1.4 Distribution d'eau glacée et d'eau chaude pour les centrales de traitement d'air

Les tuyauteries seront réalisées en acier noir, de série 3 ou 10 selon les diamètres, avec protection anticorrosion par deux couches de peinture après préparation des surfaces (brossage et dégraissage). Chaque traversée de paroi sera équipée d'un fourreau de protection. Les raccordements par emboîtement entre tubes de diamètres différents ne seront pas admis.

Ils seront constitués de colliers démontables en deux parties avec isolation phonique, permettant la dilatation des réseaux.

Le dimensionnement est basé sur une perte de charge linéaire de 15 mmCE/m.

Des essais d'étanchéité et de mise sous pression seront réalisés, avec fourniture des procès-verbaux associés.

Les points hauts seront équipés de purgeurs automatiques avec vannes d'isolement, et les réseaux seront entièrement vidangeables via des points bas équipés de vannes adaptées.

La robinetterie et les accessoires seront démontables par raccord union ou bride selon les diamètres.

Les réseaux d'eau chaude et d'eau glacée seront calorifugés individuellement. Les épaisseurs d'isolation seront de 30 mm pour  $DN < 50$  et 40 mm pour  $DN \geq 50$ , avec une isolation de classe 4 minimum, finition en tôle aluminium type ISOXAL et mastic silicone de protection.

Les supports de type Big Foot seront utilisés pour le cheminement des réseaux, comprenant un ensemble complet (pieds plastiques, semelles antivibratiles, équerres, fixations adaptées, rails et inserts), compatible avec une utilisation extérieure de  $-30^{\circ}\text{C}$  à  $+80^{\circ}\text{C}$ .



## 6.2 Travaux LERCA

### 6.2.1 Dépose des installations existantes

L'entreprise devra la dépose de l'ensemble des installations situées en terrasse du bâtiment pour la zone LERCA. Comprenant, les deux CTA existantes avec leurs groupes de productions et l'ensemble du supportage, les extracteurs non conservés ainsi que des gaines aérauliques desservant les laboratoires.

Un levage par grue devra être maintenu pendant toute la durée des opérations de dépose.

### 6.2.2 Centrale de traitement d'air

#### Solution N°1 :

Installation d'une centrale de traitement d'air de type **KG TOP** de marque **WOLF** avec un débit de **24470 m<sup>3</sup>/h**, compris châssis et plots anti-vibratiles. Elle fonctionnera en débit constant et elle permettra de traiter les apports et une partie des déperditions du bâtiment.

La centrale de traitement d'air sera équipée dans le sens de l'air :

- Filtre M5
- Filtre F7
- Batterie chaude à eau ou électrique (225.4 kW)
- Batterie froide à eau glacée (211.4 kW)
- Ventilateur type EC
- Filtre F9

Des pièges à sons seront intégrés aux gaines en entrée et sortie de la CTA.

Les pièges à sons sont positionnés en gaine et permettront de garantir les niveaux sonores demandés dans les laboratoires.



Solution N°2.A et 2.B :

Installation d'une centrale de traitement d'air de type **KG TOP** de marque **WOLF** ou **CIAT (AIRTECH 60)** avec un débit variable de **7185 à 20730m<sup>3</sup>/h**, compris châssis et plots anti-vibratiles.

Elle ne traitera que la compensation d'air des sorbonnes et hotte d'extraction (Soufflage à température neutre 19 °C et 24°C). Le thermique sera traité par les radiateurs existant en hiver et en été par des groupes de climatisation à détente directe via des unités intérieures murales ou en cassette installée dans chaque laboratoire de marque **DAIKIN** ou techniquement équivalent.

La centrale de traitement d'air sera équipée dans le sens de l'air :

- Filtre M5
- Filtre F7
- Batterie chaude électrique (115 kW)
- Batterie en détente directe
  - Mode chaud (79 kW)
  - Mode froid (126 kW)
- Ventilateur type EC
- Filtre F9

Des pièges à sons seront intégrés aux gaines en entrée et sortie de la CTA.

Les pièges à sons sont positionnés en gaine et permettront de garantir les niveaux sonores demandés dans les laboratoires.



### 6.2.3 Réseaux aérauliques

La réutilisation des passages de gaines en toiture devra être privilégiée dans la mesure du possible (comme pour les laboratoires 44 et 45), afin d'éviter la création de nouvelles traversées.

Le cas échéant, les nouvelles gaines devront être acheminées en toiture avant d'assurer la distribution vers les laboratoires.

L'ensemble des passages en toiture devra être réalisé de manière à garantir une parfaite étanchéité aux intempéries.

Les réseaux de soufflage, d'air neuf ainsi que d'extraction ambiance devront être en acier galvanisé et respecterons une classe d'étanchéité C pour les laboratoires. Avec un calorifuge en finition tôle isoxal en extérieur.

Pour les réseaux d'extractions process et de rejet, les gaines devront être en PVDF anti-UV de classe M1.

Pour l'extraction ambiance, les gaines devront être en PVC M1 Blanc anti-UV de classe M1.

Le soufflage à l'intérieur des laboratoires (41, 42, 43, 44, 45 et 46) s'effectuera par l'intermédiaire de gaines en acier galvanisé perforée de marque F2A de type TEXISOFT ou techniquement équivalent. Permettant un soufflage à faible vitesse, homogène et sans perturbation des flux aérauliques au niveau des sorbonnes. Pour les autres locaux, nous utiliserons des diffuseurs adaptés aux différents débit de marque FRANCE AIR de type DFU36 / DFU37.





### Solution N°1 :

L'installation repose sur un soufflage à débit constant via des registres à débit constant. Le maintien des cascades de pression est assuré par la modulation des extractions d'ambiance et de process dans les différents locaux. Les extractions d'ambiance seront présentes dans l'ensemble des laboratoires et locaux spécifiques et seront asservies au fonctionnement des sorbonnes via les panneaux de contrôle installés sur celles-ci, dans le cadre de systèmes de régulation de type TROX ou IRIAN.

La pression du local est mesurée en continu par une sonde de pression différentielle entre le local et le couloir. Le régulateur maître compare cette mesure à la consigne et ajuste les débits d'extraction afin de maintenir le différentiel de pression souhaité, le soufflage restant constant. Les registres d'extraction ambiance et process sont pilotés de manière modulante par signaux analogiques, permettant une adaptation continue des débits en fonction des besoins.

Les sorbonnes sont équipées de registres à débit variable permettant un fonctionnement à double débit (petit et grand débit). Le passage entre ces deux régimes est assuré automatiquement par un contact sec positionné sur la guillotine, en fonction de son ouverture. Chaque sorbonne ajuste ainsi son débit d'extraction en fonction de la position du coulissant, avec une variation linéaire entre débit minimal et débit maximal.

Les débits d'extraction process sont transmis en continu au régulateur maître, qui assure la coordination globale de l'installation. L'extraction d'ambiance constitue la variable d'ajustement principale permettant de compenser les variations des sorbonnes et de maintenir la stabilité des cascades de pression dans l'ensemble des locaux. Une supervision de type GTB permet le suivi en temps réel des pressions, des débits et des alarmes, ainsi que l'ajustement des consignes.

### Solution N°2.A et 2.B :

Cette solution repose sur un soufflage à débit variable via des registres à débit variable (Type LAC). Le maintien des cascades de pression est assuré par la modulation des extractions process dans les équipements spécifiques.

La pression du local est mesurée en continu par une sonde de pression différentielle entre le local et le couloir. Le régulateur maître (Type LAC) compare cette mesure à la consigne et ajuste directement le débit de soufflage afin de maintenir le différentiel de pression souhaité. Le soufflage constitue ainsi la variable principale de régulation, tandis que les extractions process restent asservies à leurs propres besoins fonctionnels.

Les sorbonnes sont équipées de registres à débit variable (Type FAC) permettant un fonctionnement à double débit (petit et grand débit). Le passage entre ces deux régimes est assuré automatiquement par un contact sec positionné sur la guillotine, en fonction de son ouverture. Chaque sorbonne ajuste son débit d'extraction en fonction de la position du coulissant, avec une variation linéaire entre débit minimal et débit maximal, mesurée et contrôlée via un dispositif de type Venturi.

Les débits d'extraction process sont transmis en continu au régulateur maître, qui assure la compensation globale en ajustant le soufflage variable afin de maintenir la stabilité des cascades de pression dans l'ensemble des locaux. Une supervision de type GTB permet le suivi en temps réel des pressions, des débits et des alarmes, ainsi que l'ajustement des consignes de fonctionnement.



#### 6.2.4 Extracteur Ambiance

##### Solution N°1 :

Installation de deux extracteurs de marque **SEAT** ou techniquement équivalent avec un débit d'extraction total variable de **3780 à 17290m<sup>3</sup>/h**. Ils fonctionneront en redondance et ils permettront d'extraire l'ensemble de l'air ambiant des laboratoires. Ils seront installés sur châssis permettant l'entretien de l'étanchéité et sur plots anti-vibratiles Les variateurs seront pilotés avec une pression constante dans la gaine pour permettre de s'adapter au différent débit process.

##### Solution N°2.A et 2.B :

Cette seconde proposition intègre une CTA à débit variable, ce qui n'engendre pas l'installation d'un extracteur ambiance dédiée.

#### 6.2.5 Extracteurs Process

##### 6.2.5.1 Laboratoire 44 et 45

Installation de variateur de vitesses sur les extracteurs existant pour permettre de faire varier le débit de chaque sorbonne.

En option prévoir le remplacement complet des extracteurs avec installation sur un châssis permettant l'entretien de l'étanchéité de la toiture.

##### 6.2.5.2 Commun

Création d'un extracteur process commun de marque **SEAT** ou techniquement équivalent à débit variable pour tous les autres laboratoires et (Sorbonnes, hotte, ...). L'extracteur sera installé en terrasse du bâtiment sur une structure permettant l'entretien de l'étanchéité. Il sera installé sur châssis permettant l'entretien de l'étanchéité et sur plots anti-vibratiles Le variateur sera piloté avec une pression constante dans la gaine pour permettre de s'adapter au différent débit process.



## 6.3 Travaux LEI

### 6.3.1 Dépose des installations existantes

L'entreprise devra la dépose de l'ensemble des installations situées en terrasse du bâtiment pour la zone LEI. Comprenant, la CTA existante avec le groupe de production et l'ensemble du supportage, les extracteurs non conservés ainsi que des gaines aérauliques desservant les laboratoires.

Un levage par grue devra être maintenu pendant toute la durée des opérations de dépose.

L'ensemble constituant l'extraction de la sorbonne N°100 doit être déplacer et conserver (à protéger) dans l'attente d'une installation au niveau de la dalle béton.

### 6.3.2 Centrale de traitement d'air

#### Solution N°1 :

Installation d'une centrale de traitement d'air de type **KG TOP** de marque **WOLF** avec un débit de **7930 m<sup>3</sup>/h**, compris châssis et plots anti-vibratiles. Elle fonctionnera en débit constant et elle permettra de traiter les apports et une partie des déperditions du bâtiment.

La centrale de traitement d'air sera équipée dans le sens de l'air :

- Filtre M5
- Filtre F7
- Batterie chaude à eau ou électrique (66.7 kW)
- Batterie froide à eau glacée (61.8 kW)
- Ventilateur type EC
- Filtre F9

Des pièges à sons seront intégrés aux gaines en entrée et sortie de la CTA.

Les pièges à sons sont positionnés en gaine et permettront de garantir les niveaux sonores demandés dans les laboratoires.



Solution N°2.A et 2.B :

Installation d'une centrale de traitement d'air de type **KG TOP** de marque **WOLF** ou **CIAT (AIRTECH 20)** avec un débit variable de **2230 à 7000m<sup>3</sup>/h**, compris châssis et plots anti-vibratiles.

Elle ne traitera que la compensation d'air des sorbonnes et hotte d'extraction (Soufflage à température neutre 19 °C et 24°C) Le thermique sera traité par les radiateurs existant en hiver et en été par des groupes de climatisation à détente directe via des unités intérieures murales ou en cassette installée dans chaque laboratoire.

La centrale de traitement d'air sera équipée dans le sens de l'air :

- Filtre M5
- Filtre F7
- Batterie chaude électrique (42 kW)
- Batterie à détente directe
  - Mode chaud (24.3 kW)
  - Mode froid (42.7 kW)
- Ventilateur type EC
- Filtre F9

Des pièges à sons seront intégrés aux gaines en entrée et sortie de la CTA.

Les pièges à sons sont positionnés en gaine et permettront de garantir les niveaux sonores demandés dans les laboratoires.



### 6.3.3 Réseaux aérauliques

La réutilisation des passages de gaines en toiture devra être privilégiée dans la mesure du possible, afin d'éviter la création de nouvelles traversées.

Le cas échéant, les nouvelles gaines devront être acheminées en toiture avant d'assurer la distribution vers les laboratoires.

L'ensemble des passages en toiture devra être réalisé de manière à garantir une parfaite étanchéité aux intempéries.

Les réseaux de soufflage, d'air neuf ainsi que d'extraction ambiance devront être en acier galvanisé et respecterons une classe d'étanchéité C pour les laboratoires. Avec un calorifuge en finition tôle isoxal en extérieur.

Pour les réseaux d'extractions process et de rejet, les gaines devront être en PVDF anti-UV de classe M1.

Pour l'extraction ambiance, les gaines devront être en PVC M1 Blanc anti-UV de classe M1.

Le soufflage à l'intérieur des laboratoires s'effectuera par l'intermédiaire de caisson de marque France AIR et de type DFU36, leur positionnement devra être à une distance d'environ 1500mm au minimum d'une sorbonne.





### Solution N°1 :

L'installation repose sur un soufflage à débit constant via des registres à débit constant. Le maintien des cascades de pression est assuré par la modulation des extractions d'ambiance et de process dans les différents locaux. Les extractions d'ambiance seront présentes dans l'ensemble des laboratoires et locaux spécifiques et seront asservies au fonctionnement des sorbonnes via les panneaux de contrôle installés sur celles-ci, dans le cadre de systèmes de régulation de type TROX ou IRIAN.

La pression du local est mesurée en continu par une sonde de pression différentielle entre le local et le couloir. Le régulateur maître compare cette mesure à la consigne et ajuste les débits d'extraction afin de maintenir le différentiel de pression souhaité, le soufflage restant constant. Les registres d'extraction ambiance et process sont pilotés de manière modulante par signaux analogiques, permettant une adaptation continue des débits en fonction des besoins.

Les sorbonnes sont équipées de registres à débit variable permettant un fonctionnement à double débit (petit et grand débit). Le passage entre ces deux régimes est assuré automatiquement par un contact sec positionné sur la guillotine, en fonction de son ouverture. Chaque sorbonne ajuste ainsi son débit d'extraction en fonction de la position du coulissant, avec une variation linéaire entre débit minimal et débit maximal.

Les débits d'extraction process sont transmis en continu au régulateur maître, qui assure la coordination globale de l'installation. L'extraction d'ambiance constitue la variable d'ajustement principale permettant de compenser les variations des sorbonnes et de maintenir la stabilité des cascades de pression dans l'ensemble des locaux. Une supervision de type GTB permet le suivi en temps réel des pressions, des débits et des alarmes, ainsi que l'ajustement des consignes.

### Solution N°2.A et 2.B :

Cette solution repose sur un soufflage à débit variable via des registres à débit variable. Le maintien des cascades de pression est assuré par la modulation des extractions process dans les équipements spécifiques.

La pression du local est mesurée en continu par une sonde de pression différentielle entre le local et le couloir. Le régulateur maître compare cette mesure à la consigne et ajuste directement le débit de soufflage afin de maintenir le différentiel de pression souhaité. Le soufflage constitue ainsi la variable principale de régulation, tandis que les extractions process restent asservies à leurs propres besoins fonctionnels.

Les sorbonnes sont équipées de registres à débit variable permettant un fonctionnement à double débit (petit et grand débit). Le passage entre ces deux régimes est assuré automatiquement par un contact sec positionné sur la guillotine, en fonction de son ouverture. Chaque sorbonne ajuste son débit d'extraction en fonction de la position du coulissant, avec une variation linéaire entre débit minimal et débit maximal, mesurée et contrôlée via un dispositif de type Venturi.

Les débits d'extraction process sont transmis en continu au régulateur maître, qui assure la compensation globale en ajustant le soufflage variable afin de maintenir la stabilité des cascades de pression dans l'ensemble des locaux. Une supervision de type GTB permet le suivi en temps réel des pressions, des débits et des alarmes, ainsi que l'ajustement des consignes de fonctionnement.



#### 6.3.4 Extracteur Ambiance

##### Solution N°1 :

Installation d'un extracteur de marque **SEAT** avec un débit d'extraction total variable de **1460 à 6230m<sup>3</sup>/h**. Il permettra d'extraire l'ensemble de l'air ambiant des laboratoires. Il sera installé sur châssis permettant l'entretien de l'étanchéité et sur plots anti-vibratiles Le variateur sera piloté avec une pression constante dans la gaine pour permettre de s'adapter au différent débit process.

##### Solution N°2.A et 2.B :

Cette seconde proposition intègre une CTA à débit variable, ce qui n'engendre pas l'installation d'un extracteur ambiance dédiée.

#### 6.3.5 Extracteurs Process

##### 6.3.5.1 Commun - Laboratoires zone liquide et solide

Création d'un extracteur process commun à débit variable pour tous les laboratoires de la zone LEI et (Sorbonnes, hotte, ...). L'extracteur sera installé en terrasse du bâtiment sur une structure permettant l'entretien de l'étanchéité. Il sera installé sur châssis permettant l'entretien de l'étanchéité et sur plots anti-vibratiles Le variateur sera piloté avec une pression constante dans la gaine pour permettre de s'adapter au différent débit process.

##### 6.3.5.2 Extracteur Sorbonne N°100

Création d'un extracteur process dédiée à la sorbonne N°100, l'extracteur et son filtre HEPA dédiée à la sorbonne N°100 devra être installée au niveau de la dalle béton afin de faciliter sa maintenance.



### 6.3.6 Dépose et Installation d'un faux-plafond

Dans le cadre de l'amélioration des laboratoires et de la maîtrise des flux aérauliques, il est prévu de déposer le plafond existant afin de mettre en œuvre un faux-plafond. Cette intervention permettra une meilleure compartimentation des espaces ainsi qu'une optimisation du fonctionnement des réseaux de traitement d'air.

Le faux-plafond sera constitué de dalles au format 600 x 600 mm. Les jonctions périphériques entre les dalles et les parois verticales feront l'objet d'un traitement spécifique à l'aide d'un silicone non particulaire, garantissant l'étanchéité à l'air et le maintien de l'intégrité des environnements de laboratoire.

Par ailleurs, des luminaires encastrés de type pavé LED 600 x 600 mm seront intégrés au faux-plafond afin d'assurer un niveau d'éclairage adapté aux activités réalisées.



## 7 Conclusion

Notre objectif consistait à évaluer la faisabilité de différentes solutions afin d'améliorer les conditions de fonctionnement de vos laboratoires pour le bâtiment C4.

A partir de l'ensemble des documents mis à notre disposition, complétés par nos relevés sur site et nos propres analyses, nous avons réalisé une étude de faisabilité complète. Celle-ci vise à vous apporter une compréhension claire de la situation ainsi que les éléments nécessaires pour envisager et mettre en œuvre les actions correctives adaptées.

Au terme de l'analyse des différentes solutions techniques envisagées, plusieurs tendances se dégagent en fonction des critères de faisabilité, d'investissement et d'exploitation.

### Conclusion sur le fonctionnement aéraulique

La solution n°1, basée sur des centrales de traitement d'air avec un soufflage en débit constant, implique un investissement plus élevé et une consommation énergétique plus élevée.

Cependant ce fonctionnement offre une bonne précision sur la gestion et régulation des débits et des cascades de pressions.

Les solutions n°2.A et 2.B, reposent sur des centrales de traitement d'air avec un soufflage en débit variable, elles présentent une approche plus optimisée d'un point de vue énergétique et aéraulique. Elles permettent une adaptation plus fine des débits aux besoins réels, améliorant la flexibilité d'exploitation et la maîtrise des consommations.

### Conclusion sur les productions d'eau (chaud / froid)

La solution n°1, basée sur un groupe froid, cette solution repose sur la validation préalable de la capacité de raccordement aux installations existantes pour les puissances calorifiques. Cette compatibilité reste à confirmer à ce stade et nécessite des investigations complémentaires, notamment sur les disponibilités hydrauliques et électriques ainsi que sur les conditions d'intégration.

La solution n°2.A, reposant sur une pompe à chaleur réversible, présente une approche plus optimisée du point de vue énergétique. Elle permet une flexibilité d'exploitation et la maîtrise des consommations. Elle ne génère pas de contrainte particulière vis-à-vis des installations existantes et constitue une solution techniquement cohérente et évolutive.

La solution n°2.B, basée sur des groupes à détente directe, induit une dépendance accrue aux équipements frigorifiques distribués. Cela se traduit par des contraintes plus importantes en exploitation, notamment en termes de maintenance, de surveillance des performances et de gestion des interventions.



## 8 ANNEXES

- CH0291-FAI-TCE-GED-001-0 Liste de documents
- CH0291-FAI-TCE-DOC-001-0 Rapport d'étude de faisabilité
- CH0291-FAI-TCE-DOC-002-0 Fiches locaux
- CH0291-FAI-TCE-DPGF-001-0 Budget estimatif
- CH0291-FAI-CVC-PLA-001-0 Plan de zoning des laboratoires / Solution 1 au RDC.
- CH0291-FAI-CVC-PLA-002-0 Plan de zoning des laboratoires / Solution 1 en Terrasse.
- CH0291-FAI-CVC-PLA-003-0 Plan de zoning des laboratoires / Solution 2.A au RDC.
- CH0291-FAI-CVC-PLA-004-0 Plan de zoning des laboratoires / Solution 2.A en Terrasse.
- CH0291-FAI-CVC-PLA-005-0 Plan de zoning des laboratoires / Solution 2.B au RDC.
- CH0291-FAI-CVC-PLA-006-0 Plan de zoning des laboratoires / Solution 2.B en Terrasse.
- CH0291-FAI-CVC-SCH-001-0 Schéma de principe / Zone LERCA / Version 1
- CH0291-FAI-CVC-SCH-002-0 Schéma de principe / Zone LEI / Version 1
- CH0291-FAI-CVC-SCH-003-0 Schéma de principe / Zone LERCA / Version 2.A
- CH0291-FAI-CVC-SCH-004-0 Schéma de principe / Zone LEI / Version 2.A
- CH0291-FAI-CVC-SCH-005-0 Schéma de principe / Zone LERCA / Version 2.B
- CH0291-FAI-CVC-SCH-006-0 Schéma de principe / Zone LEI / Version 2.B
- CH0291-FAI-CVC-NDC-001-0 Bilan aéraulique
- CH0291-FAI-CVC-NDC-002-0 Bilan thermique / Cas été
- CH0291-FAI-CVC-NDC-003-0 Bilan thermique / Cas hiver
- CH0291-FAI-CVC-NDC-004-0 Liste de points

