



CAMPUS DE BRON

PROGRAMME TECHNIQUE POUR LA REHABILITATION LOURDE ET LA TRANSFORMATION DU BATIMENT H

TOME III – PROGRAMME TECHNIQUE & ENVIRONNEMENTAL

Janvier 2026 – V 2.0

Agence Ile de France
1/3 Place Berline
Pleyad 7
93200 SAINT-DENIS

Siège
69, rue Chaptal
22000 SAINT-BRIEUC

Agence Hauts de France
177, Allée Clémentine Deman
59000 LILLE

02 96 70 23 41 – info@cosb.fr - www.cosb.fr

Indice	Date	Objet de l'édition/révision		
		Établi par	Vérifié par	Approuvé par
		Indice initial		
V0.1	07/07/2025	H. CHEMAK / R.FRANCK 	G. Moneger	F. Duretz
		Mise à jour – révision suite échange MOA 14/10/2025		
V1.0	12/11/2025	H. CHEMAK / R.FRANCK 	P. Nom	P. Nom
		Mise à jour -révision par rapport aux remarques MOA 23/12/2025		
V2.0	12/01/2026	H. CHEMAK / R. FRANCK 	P. Nom	P. Nom

SOMMAIRE

1	LE PREAMBULE	4
1.1	ORGANISATION DU PROGRAMME DE L'OPERATION	4
1.2	OBJET DU PRESENT TOME.....	4
2	LES EXIGENCES DE CONCEPTION	5
2.1	Un équipement pertinent, efficient et confortable	5
2.2	Le respect du programme	6
2.3	La sécurité incendie et l'accessibilité	8
2.4	L'anticipation des usages, l'adaptabilité et la flexibilité	9
2.5	La sécurité des personnes	10
2.6	La sûreté	12
2.7	L'exploitation -maintenance	12
2.8	L'orientation et la signalétique	14
3	LES EXIGENCES EN CONFORT, ENERGIE ET ENVIRONNEMENT	16
3.1	Enjeux du projet	16
3.2	Objectifs chiffrés	17
3.3	Prescriptions architecturales.....	20
3.4	Données de confort et hypothèses de calcul.....	22
4	LES EXIGENCES TECHNIQUES	29
4.1	Cohérence technique et phasage des installations.....	29
4.2	Déconstruction et dépollution	30
4.3	Aménagements extérieurs	33
4.4	Structure.....	36
4.5	Clos et couvert.....	40
4.6	Aménagements intérieurs.....	44
4.7	L'éclairage artificiel.....	49
4.8	Protection contre la foudre	51
4.9	Courants forts.....	51
4.10	Courants faibles.....	55
4.11	Désenfumage	59
4.12	Climatisation, ventilation, chauffage	60
4.13	Plomberie	63
4.14	Circulations motorisées.....	65
4.15	Installations spécifiques aux plateformes expérimentales et espace d'essais	66
4.16	Mobilier et équipements mobiliers.....	67
4.17	Mobilité douce et accès extérieurs	68
4.18	Formation des utilisateurs et documentation d'exploitation	68

1 LE PREAMBULE

1.1 ORGANISATION DU PROGRAMME DE L'OPERATION

Le Programme Technique et Fonctionnel de l'opération traduit les besoins et les exigences architecturales, fonctionnelles, techniques et environnementales du Maître de l'Ouvrage.

La vocation de ce programme n'est pas d'imposer une ergonomie ou des solutions techniques, ni de restreindre la créativité des candidats. Lorsqu'il est fait mention de solutions, celles-ci doivent être comprises comme des exemples destinés à illustrer les attentes du Maître d'Ouvrage.

Il appartient aux candidats de proposer les solutions techniques et architecturales en phase avec les besoins exprimés, sous réserve qu'elles atteignent des niveaux de performance au moins équivalents à ceux prédéfinis et respectent les réglementations en vigueur.

Les solutions alternatives éventuellement proposées par les candidats devront être motivées afin d'en faire ressortir les bénéfices technico-économiques au regard de l'usage et des performances attendus.

Le programme de l'opération est organisé en quatre tomes :

- Tome I : Présentation de l'opération ;
- Tome II : Programme fonctionnel ;
- Tome III : Programme technique & environnemental
- Tome IV : Fiches par type de local ;

Le programme de l'opération constitue un tout dont les différents éléments sont indissociables et doivent être considérés conjointement.

Ce programme constitue un ensemble cohérent et indissociable. L'ensemble des tomes doit être considéré conjointement pour garantir une vision globale du projet. En cas de contradiction ou d'imprécision entre les tomes ou vis-à-vis des réglementations en vigueur, les candidats devront en informer sans délai la Maîtrise d'Ouvrage, qui se chargera de réaliser les arbitrages nécessaires.

1.2 OBJET DU PRESENT TOME

Le présent Tome du Programme Technique Détaillé vise à définir les exigences de conception, environnementales et techniques applicables à l'opération. Il constitue un référentiel structurant pour l'ensemble des acteurs du projet, permettant d'assurer une cohérence et une lisibilité des attentes de la Maîtrise d'Ouvrage en matière de conception et de mise en œuvre.

Ce tome détaille :

- **Les exigences de conception**, garantissant la pertinence, l'efficacité et le confort de l'équipement, tout en intégrant des principes de sécurité, de sûreté et d'accessibilité, ainsi que l'anticipation des usages futurs et la facilité d'exploitation-maintenance.
- **Les exigences en confort, énergie et environnement.**
- **Les exigences techniques**, précisant les prescriptions relatives aux différents corps d'état, depuis la structure et l'enveloppe du bâtiment jusqu'aux équipements techniques et aux réseaux.

2 LES EXIGENCES DE CONCEPTION

2.1 UN EQUIPEMENT PERTINENT, EFFICIENT ET CONFORTABLE

Le bâtiment H, conçu dans le cadre de cette réhabilitation lourde, est destiné à accueillir les plateformes d'expérimentation des laboratoires LBMC, LESCOT, UMRAE et eMobLAB, ainsi que leurs fonctions support (bureaux, salles de réunion, locaux de stockage, ateliers, etc.). Son aménagement devra répondre à un double enjeu : offrir un cadre de travail performant et confortable pour les usagers tout en permettant une gestion efficace et évolutive des espaces et des équipements techniques.

2.1.1 UN EQUIPEMENT PERTINENT ET ADAPTE AUX USAGES

L'organisation spatiale du bâtiment a été pensée pour répondre aux besoins spécifiques des laboratoires et de leurs plateformes expérimentales, en prenant en compte :

- Une répartition fonctionnelle des espaces, optimisant les connexions entre laboratoires, plateformes d'expérimentation et espaces support.
- Une prise en compte des équipements scientifiques dès la conception, garantissant leur installation dans des conditions adaptées et la gestion des contraintes techniques associées.
- Une gestion rigoureuse des flux, avec des zones dédiées aux équipements lourds et aux installations techniques, évitant toute interférence avec les espaces tertiaires.
- Certains laboratoires, une fois installés, ne pourront plus être déplacés, notamment ceux nécessitant des infrastructures spécifiques, comme la salle de caractérisation vibro acoustique ou d'autres espaces fortement contraints en termes d'aménagements techniques.

2.1.2 UN EQUIPEMENT EFFICIENT ET OPTIMISE

L'efficacité du bâtiment repose sur des choix techniques garantissant une exploitation rationnelle et des coûts de fonctionnement maîtrisés :

- Une performance énergétique optimisée.
- Une conception des équipements techniques, garantissant une accessibilité et une maintenance simplifiée des réseaux CVC, électriques et numériques.
- Une sectorisation des installations, permettant d'isoler certaines zones sensibles et d'assurer un fonctionnement continu des espaces expérimentaux.
- Les infrastructures techniques seront conçues pour répondre aux exigences spécifiques des salles d'expérimentation, notamment en matière de ventilation, gestion des charges thermiques et alimentation électrique spécialisée.

2.1.3 UN BATIMENT GARANTISSANT LE CONFORT DES UTILISATEURS

Les conditions de travail et d'expérimentation des usagers sont un point central du projet. Plusieurs paramètres garantiront une qualité d'usage optimale :

- Un confort thermique adapté aux différents types d'espaces (bureaux, ateliers, salles d'expérimentations.)
- Un traitement acoustique renforcé, notamment dans les espaces nécessitant une isolation spécifique.
- Un éclairage naturel et artificiel optimisé, combinant la lumière du jour et un éclairage artificiel ajustable.

- Une ventilation performante et adaptée, assurant une bonne qualité d'air dans l'ensemble des espaces, y compris ceux accueillant des équipements générant des particules ou des émissions spécifiques.
- Une évolutivité différenciée selon les espaces
- L'évolutivité du bâtiment a été pensée en fonction des contraintes spécifiques de chaque espace. Certains locaux expérimentaux, tels que la salle de caractérisation vibro acoustique et d'autres salles d'expérimentation fortement équipés, seront figés après leur installation, en raison des exigences techniques et des coûts élevés associés à leur relocalisation.

En revanche, d'autres espaces comme les bureaux et les ateliers techniques bénéficieront d'une évolutivité maîtrisée, permettant une reconfiguration en fonction des évolutions des besoins des laboratoires et des équipes. Pour garantir cette flexibilité, plusieurs principes seront mis en place :

- Des cloisonnements, facilitant l'adaptation des espaces sans travaux lourds.
- Des réseaux techniques, permettant des ajustements en matière d'alimentation électrique, de connectivité et de distribution des fluides.
- Des surfaces optimisées, conçues pour répondre aux évolutions des usages et permettre une densification progressive.

Cette évolutivité permettra d'anticiper les mutations technologiques et organisationnelles tout en maintenant un niveau élevé de performances et de confort pour les utilisateurs.

Toutefois, afin de préserver cette capacité d'adaptation sans générer de contraintes excessives, la conception devra être soigneusement étudiée dès les premières phases du projet. L'objectif est d'anticiper les besoins futurs tout en veillant à une maîtrise des coûts, afin que les solutions retenues garantissent un équilibre entre flexibilité, efficacité et respect du cadre budgétaire. Une approche pragmatique permettra d'intégrer cette évolutivité sans surcoût excessif et sans compromettre la cohérence globale du projet.

2.2 LE RESPECT DU PROGRAMME

Le programme technique détaillé fixe le cadre de référence de l'opération de restructuration du bâtiment H et définit les objectifs à atteindre en matière de surfaces, d'aménagements et de performances techniques. Il traduit les besoins fonctionnels des laboratoires LBMC, LESCOT, UMRAE, eMobLAB, tout en assurant une organisation cohérente des espaces et une articulation fluide entre les différentes phases du projet.

Le respect du programme repose sur une mise en œuvre rigoureuse des orientations définies dès l'amont. L'aménagement des laboratoires et de leurs plateformes d'expérimentation devra garantir une adéquation stricte aux attentes des utilisateurs, en intégrant les contraintes liées aux équipements d'expérimentation et aux flux d'exploitation. Les espaces support, qu'il s'agisse des bureaux, des salles de réunion ou des zones techniques, devront être dimensionnés de manière à optimiser leur usage et à favoriser une circulation fonctionnelle au sein du bâtiment. L'ergonomie des locaux et la qualité d'ambiance devront être étudiées avec attention, en prenant en compte les enjeux de confort thermique, acoustique et visuel.

L'un des défis majeurs de cette restructuration réside dans la gestion du phasage des travaux, qui impose une exécution progressive du projet tout en maintenant la continuité d'exploitation du site. L'intervention en trois étapes doit être anticipée dans la conception afin d'éviter toute incohérence dans l'organisation spatiale du bâtiment et de garantir une transition maîtrisée entre les zones en chantier et les espaces en activité. La première phase sera déterminante puisqu'elle pose les bases du projet, en intégrant la démolition / dépollution / reconstruction de la toiture, ainsi que la mise en place des premiers laboratoires, les démolitions intérieures nécessaires et la reconstruction des volumes restructurés. La deuxième phase marquera l'extension du bâtiment avec l'intégration de nouvelles infrastructures dédiées aux activités scientifiques et techniques. Enfin, la dernière phase viendra finaliser l'aménagement des espaces restants, assurant l'homogénéité architecturale et la mise en service complète des installations.

L'enjeu est de garantir que chaque espace livré soit immédiatement fonctionnel, sans nécessiter d'ajustements ultérieurs compromettant l'exploitation des laboratoires et des plateformes expérimentales. Cette exigence impose une coordination étroite entre la conception architecturale, les études techniques et les besoins spécifiques des utilisateurs. La rationalisation des surfaces et la maîtrise des interfaces entre les différentes zones devront faire l'objet d'une analyse fine, en veillant à ce que chaque implantation soit justifiée et optimisée. L'intégration des équipements expérimentaux doit être anticipée dès les premières phases du projet, notamment pour les locaux techniques contraints où toute modification ultérieure serait complexe.

Le respect du programme est également une question de cohérence budgétaire. Les ambitions fonctionnelles et architecturales doivent être mises en adéquation avec les enveloppes financières allouées. Cela implique une approche pragmatique des choix constructifs et techniques, en privilégiant des solutions qui garantissent une qualité optimale sans générer de surcoût excessif. L'arbitrage entre performance et coût doit être réalisé avec discernement, en s'assurant que chaque disposition retenue soit en parfaite adéquation avec les besoins exprimés. Cette démarche doit permettre d'éviter les ajustements tardifs et les imprévus budgétaires, en assurant dès la phase de conception une convergence entre attentes des utilisateurs, faisabilité technique et respect du cadre financier.

L'ensemble du projet devra ainsi être conduit avec une vision globale et cohérente, conciliant les impératifs scientifiques et techniques avec les contraintes opérationnelles et économiques. La réussite de cette restructuration repose sur une conception rigoureuse et anticipée, garantissant un équilibre entre ambition et maîtrise des ressources, sans générer de complexité dans l'exploitation future du bâtiment.

2.3 LA SECURITE INCENDIE ET L'ACCESSIBILITE

➔ Objectifs et enjeux de la sécurité incendie et de l'accessibilité

L'opération de restructuration du bâtiment H s'inscrit dans une démarche de sécurisation réglementaire des espaces, tout en garantissant une accessibilité conforme aux réglementations en vigueur.

Dans l'attente d'une classification définitive, le projet a été étudié sur la base d'un classement ERP de 5e catégorie – type R (établissements d'enseignement), permettant d'anticiper les dispositions réglementaires nécessaires. Cette hypothèse devra être confirmée en phase d'étude par le Coordonnateur SSI et validée par le Bureau de Contrôle, en lien avec le SDIS et la Commission de Sécurité.

L'objectif est d'assurer une prévention efficace des risques d'incendie et de panique, tout en garantissant une organisation optimale des itinéraires d'évacuation et d'intervention des secours. L'accessibilité des espaces sera également un critère essentiel, avec des cheminements et des aménagements adaptés aux personnes à mobilité réduite (PMR) et en situation de handicap (PSH).

Les exigences en matière de sécurité incendie devront permettre :

- Une limitation des risques d'incendie à la source, en minimisant la présence de matériaux combustibles et en maîtrisant les installations techniques.
- Une détection et une alerte précoces, pour une réaction rapide et une évacuation en toute sécurité.
- Une accessibilité optimisée pour l'évacuation des occupants et l'intervention des secours, avec une sectorisation et des dégagements adaptés aux flux du bâtiment.
- Une prise en compte spécifique des laboratoires et équipements d'expérimentation, dont les risques spécifiques devront être analysés et intégrés dès la phase de conception.
- Un report des informations d'exploitation du système de sécurité incendie (CMSI/ECS) vers le SMSI principal du site, via liaison GSM, conformément aux exigences de la norme NF S 61-94.
Dans le cadre de la mission de coordination SSI, une mise à jour du dossier d'identité du SSI pourra être réalisée afin d'assurer la cohérence globale du dispositif et son intégration au système existant du site.

Les circulations et les accès aux différents niveaux seront aménagés pour garantir des déplacements fluides et sécurisés, avec des dispositifs d'assistance pour les personnes en situation de handicap.

➔ Règlements applicables en termes de sécurité incendie et d'accessibilité

Le projet devra répondre aux exigences réglementaires en matière de prévention incendie et d'accessibilité, en conformité avec les référentiels suivants :

- Règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique des ERP, applicable aux établissements de 5e catégorie, sous réserve de la confirmation du classement du bâtiment.
- Code du travail, régissant la protection incendie des lieux de travail et les conditions de sécurité des salariés.
- Règles APSAD, notamment en matière de conception des équipements de protection incendie et de maintenance des systèmes de sécurité.
- Code de la construction et de l'habitation, intégrant les normes d'accessibilité PMR et les dispositions spécifiques aux établissements d'enseignement et de recherche.

La conformité à ces exigences sera validée par le Bureau de Contrôle, en concertation avec le SDIS et la Commission de Sécurité.

Le projet devra garantir une mise en sécurité adaptée, prenant en compte les équipements d'expérimentation et techniques présents dans les laboratoires. Ces installations impacteront les scénarios incendie et feront donc l'objet d'une analyse détaillée afin d'optimiser leur intégration dans la stratégie de sécurité du bâtiment.

L'anticipation des dispositifs d'accessibilité et d'évacuation permettra d'assurer un bâtiment sécurisé et fonctionnel, tout en maintenant une flexibilité dans la conception.

2.4 L'ANTICIPATION DES USAGES, L'ADAPTABILITE ET LA FLEXIBILITE

Le bâtiment H, issu d'une restructuration lourde, doit répondre aux besoins actuels et futurs des laboratoires LBMC, LESCOT, UMRAE, eMobLAB, tout en composant avec les caractéristiques de la structure existante. L'adaptabilité et la flexibilité ne peuvent donc être pensées comme dans un bâtiment neuf : elles doivent s'inscrire dans les limites physiques et techniques du bâti restructuré.

L'enjeu est double : optimiser les surfaces pour accueillir de manière cohérente les laboratoires et fonctions support dès la livraison, tout en permettant une évolution des usages ou des équipements, sans interventions structurelles majeures ni surcoûts excessifs.

Cette flexibilité maîtrisée repose sur une approche pragmatique, adaptée aux différents types d'espaces :

- Les zones tertiaires et ateliers devront être conçues avec une modularité interne, permettant de faire évoluer les cloisonnements, les réseaux courants faibles/forts ou certains équipements sans impact lourd.
- Les salles d'expérimentation, comme la salle de caractérisation vibro-acoustique, seront en revanche conçues comme fixes et définitifs, en raison de leur complexité, de leurs infrastructures dédiées et des exigences de stabilité fonctionnelle.

Pour accompagner cette logique, les réseaux CVC, fluides, électriques et numériques devront intégrer :

- Une sectorisation raisonnée pour faciliter les adaptations localisées,
- Des surcapacités ciblées sur les circuits critiques,
- Une anticipation des contraintes structurelles, pour éviter les points de blocage ultérieurs.

L'organisation générale des circulations et des connexions entre laboratoires et fonctions support devra également permettre une transition progressive des usages, sans compromettre la continuité d'exploitation des locaux sensibles.

Enfin, un Carnet de flexibilité et d'évolutivité pourra documenter les marges d'adaptation offertes par la restructuration, en fixant des limites claires à ce qui est modifiable ou non. Cet outil contribuera à orienter les futurs aménagements dans le respect de l'équilibre technique et économique du projet.

Dans une logique de flexibilité et d'évolutivité du bâtiment, les installations techniques intégreront des surcapacités ciblées sur les circuits critiques, permettant d'accompagner les évolutions futures sans interventions lourdes.

Ces surcapacités ne constituent pas un surdimensionnement global, mais des marges raisonnables de réserve destinées à garantir l’adaptabilité du bâtiment.

À titre indicatif :

- Pour les réseaux CVC, les dispositifs principaux (CTA, réseaux de distribution, pompes) intégreront une marge de réserve d’environ 20 à 30 % sur les débits et puissances unitaires, limitée aux zones à potentiel d’évolution ;
- Pour les réseaux électriques, les tableaux divisionnaires et chemins de câbles prévoiront une réserve d’environ 15 % en puissance et en emplacements de départs libres, afin de permettre des ajouts ponctuels d’équipements sans travaux destructifs.

Ces principes seront précisés par le concepteur en phase conception, dans le respect des objectifs de performance énergétique et sans incidence disproportionnée sur le coût global.

2.5 LA SECURITE DES PERSONNES

➔ Objectifs et enjeux de la sécurité des personnes

Le bâtiment H, en tant qu’établissement recevant des laboratoires et leurs plateformes d’expérimentation, devra offrir des conditions de sécurité optimales pour tous ses occupants. La restructuration lourde engagée impose une mise en conformité stricte avec les exigences de sécurité des personnes, afin d’éliminer ou de limiter les risques liés aux circulations, aux chutes, aux chocs et aux équipements techniques présents dans l’ouvrage.

L’implantation des laboratoires LBMC, LESCOT, UMRAE, eMobLAB implique également la présence d’équipements d’expérimentation spécifiques, qui devront être intégrés à l’analyse des risques et aux dispositifs de prévention mis en place. La sécurité des utilisateurs repose ainsi sur une approche globale combinant protections collectives, accessibilité maîtrisée et contrôle des risques liés aux aménagements et aux équipements.

L’ensemble des solutions retenues devra garantir une exploitation fluide et sans danger, en préservant un équilibre entre sécurité, fonctionnalité et flexibilité des espaces.

➔ Exigences générales de mise en sécurité

Les principes suivants seront appliqués aux différents ouvrages et équipements, en tenant compte des contraintes propres au bâtiment H et aux laboratoires qu’il accueillera.

Protections collectives

Les dispositions de protection en toiture seront définies en fonction de la configuration et de la pente des toitures retenues en phase de conception.

Dans le cas où la conception intégrerait des toitures accessibles, terrasses techniques ou toitures à faible pente, celles-ci devront être équipées de dispositifs de protection collective permanents, tels que des garde-corps d’une hauteur minimale de 1,10 m ou des acrotères conformes à la réglementation.

Lorsque la configuration de la toiture (toiture en pente non accessible) ne permet pas la mise en place de protections collectives permanentes, les interventions en hauteur devront être strictement limitées aux personnels autorisés et réalisées à l'aide de dispositifs de protection adaptés, conformément à la réglementation en vigueur.

Protection contre les chocs et les obstacles

Les circulations seront conçues pour limiter les risques d'accidents liés aux angles saillants et aux obstacles en saillie. Toutes les parties saillantes du gros œuvre situées dans les cheminements seront éliminées sur une hauteur minimale de 2,00 m, garantissant un passage dégagé. Les éléments de mobilier ou de rangement (étagères, portemanteaux, équipements techniques) devront être conçus sans arêtes vives ni angles saillants susceptibles de provoquer des blessures.

Protection contre les chutes

Les ouvrants situés en étage seront équipés de systèmes de limitation d'ouverture, permettant d'assurer la ventilation des locaux tout en prévenant les risques de chute accidentelle. Ce système pourra être désactivé uniquement par le personnel autorisé, notamment lors des opérations de nettoyage ou d'entretien.

Une vigilance particulière sera portée aux espaces où des équipements lourds ou encombrants pourraient être déplacés, afin de prévenir les risques de basculement d'objets et de collision.

Sécurisation des circulations internes et cheminements

Les circulations internes du bâtiment devront être clairement définies, accessibles et dégagées de tout encombrement. Elles devront :

- Intégrer un revêtement de sol antidérapant, conforme aux normes en vigueur, afin de limiter les risques de glissade.
- Bénéficier d'un éclairage approprié, assurant une visibilité optimale dans toutes les zones, y compris les escaliers et les couloirs.
- Être signalées par un marquage au sol et une signalétique lisible, garantissant une orientation claire pour les usagers.
- Comporter des miroirs pour les zones à visibilité réduite, notamment aux intersections de couloirs.

Les portes situées sur les circulations principales seront dotées d'oculi positionnés à une hauteur permettant une visibilité réciproque des déplacements, notamment en situation de croisement, conformément aux prescriptions réglementaires applicables et aux usages en vigueur.

La hauteur exacte des oculi sera arrêtée en phase de conception, en cohérence avec le classement ERP retenu et les préconisations du bureau de contrôle.

Les arêtes vives, poteaux ou saillies situés dans les zones de circulation ou de manœuvre feront l'objet d'un traitement spécifique de sécurité, destiné à prévenir les chocs ou blessures.

Ce traitement pourra prendre la forme :

- d'un chanfrein ou arrondi du gros œuvre lorsqu'il est techniquement possible,
- ou de cornières de protection d'angle adaptées, en matériau résistant aux chocs (acier, PVC renforcé ou équivalent), fixées de manière durable.

Le concepteur précisera le dispositif retenu selon les zones et les contraintes architecturales, afin d'assurer un niveau de sécurité homogène dans l'ensemble des circulations.

Traitement des issues et accès

Toutes les issues de secours devront être clairement identifiées et accessibles à tout moment, sans obstacle ni verrouillage non conforme. Les portes coulissantes ou pivotantes ne seront pas admises comme issues de secours, conformément à la réglementation.

Les circulations menant aux laboratoires devront être adaptées aux flux des équipements expérimentaux, tout en garantissant une évacuation rapide et sécurisée en cas de nécessité.

Sécurité des parois et vitrages

Les parois vitrées, allèges et portes en verre seront conçues avec des matériaux résistants aux chocs, afin d'éviter tout risque de bris accidentel. Les murs des circulations à forte fréquentation seront équipés de protections adaptées, telles que des plinthes ou des rails de protection murale.

Sécurisation des équipements et des réseaux techniques

Les équipements techniques et les réseaux devront être protégés pour éviter tout accès non autorisé. Tous les organes de coupure, d'isolement et de distribution des réseaux d'eau, de gaz, d'électricité et de chauffage seront rendus inaccessibles aux personnes non habilitées.

Une attention particulière sera portée aux laboratoires où sont présents des équipements d'expérimentation nécessitant une alimentation spécifique, afin d'éviter toute interférence avec les installations de sécurité incendie et d'accessibilité.

2.6 LA SURETE

Le projet intègre la mise en œuvre d'un système de contrôle d'accès, conçu de manière à être interopérable avec les dispositifs existants à l'échelle du campus, conformément aux standards techniques et organisationnels de l'Université Gustave Eiffel.

Les autres dispositifs de sûreté active, tels que la vidéoprotection, la détection intrusion et les outils de supervision associés, ne sont pas intégrés au périmètre du présent projet. Ils relèvent, le cas échéant, d'opérations ultérieures spécifiques, pilotées par la maîtrise d'ouvrage à l'échelle du site.

Toutefois, les dispositions architecturales et techniques du bâtiment devront garantir une compatibilité totale avec l'installation ultérieure de ces équipements, sans nécessiter de travaux de reprise lourds ni d'interruptions d'exploitation.

À ce titre, le concepteur réalisateur veillera à :

- Prévoir les réservations, alimentations électriques et fourreaux nécessaires pour le raccordement ultérieur des dispositifs de sûreté ;
- Assurer la compatibilité avec les infrastructures de courants faibles et les réseaux de supervision existants (GTC/GTB du campus) ;
- Garantir la sécurisation passive adaptée des zones sensibles (fermetures, contrôle des accès physiques, protections mécaniques) selon les usages du bâtiment.

2.7 L'EXPLOITATION-MAINTENANCE

➔ Objectifs et enjeux de l'entretien-maintenance

L'exploitation et la maintenance du bâtiment H doivent être pensées dès la conception pour garantir un fonctionnement optimal sur le long terme, tout en répondant aux contraintes spécifiques liées aux laboratoires LBMC, LESCOT, UMRAE, eMobLAB. L'enjeu est double : assurer la continuité des activités scientifiques et optimiser la gestion des équipements et des infrastructures techniques pour éviter des interventions coûteuses et complexes.

Le recours à un marché de conception-réalisation est un atout majeur dans cette approche, permettant d'intégrer directement les préoccupations liées à l'entretien et à l'exploitation dès la phase d'étude. Ce choix favorise :

- Une meilleure anticipation des contraintes d'entretien et de maintenance, grâce à la collaboration entre concepteurs et entreprises dès le départ.
- Une optimisation des performances énergétiques et techniques, en tenant compte de l'impact à long terme des choix architecturaux et techniques.
- Une gestion rationalisée des interventions de maintenance, avec une prise en compte des équipements spécifiques des laboratoires et des installations expérimentales.

L'objectif global est donc de garantir un bâtiment fiable, performant et durable, en maîtrisant ses coûts d'exploitation tout en assurant un niveau de service optimal aux utilisateurs.

➔ **Exigences générales d'entretien-maintenance et d'accessibilité aux ouvrages**

L'entretien et la maintenance du bâtiment devront être facilités par une conception intégrant les exigences d'accessibilité aux équipements et aux infrastructures techniques.

Une gestion technique et traçabilité des interventions

Le site ne disposant pas à ce jour d'un outil de maintenance informatisée (type GMAO), il ne sera pas demandé d'en déployer un dans le cadre du présent marché.

Le titulaire devra toutefois remettre, à l'issue des travaux, une documentation complète et structurée permettant une future intégration dans un outil GMAO :

- fiches techniques des équipements installés ;
- périodicités de maintenance préventive ;
- rapports de mise en service et d'essais ;
- tableau récapitulatif des matériels avec repérage, localisation, numéros de série et références fournisseurs.

Les livrables seront remis sous format numérique universel (Excel / PDF) pour permettre leur exploitation à l'échelle du site, ainsi que sous format dwg ou autre ifc.

Un accès facilité aux infrastructures techniques

L'ensemble des installations techniques devra être accessible sans interruption d'activité pour permettre une maintenance sans contrainte excessive :

- Les locaux techniques devront être conçus pour garantir un accès aisé aux équipements sensibles.
- Les réseaux électriques, CVC et fluides devront être sectorisés pour limiter l'impact des interventions.
- Les systèmes de production thermique et de ventilation devront être dimensionnés pour permettre une maintenance préventive simple et efficace.

Une rationalisation des infrastructures pour minimiser les interventions lourdes

Les choix techniques retenus devront éviter toute solution complexe ou coûteuse à entretenir. L'approche en coût global sera appliquée pour garantir un équilibre entre investissement initial et coûts de maintenance réduits sur le long terme.

La conception permettra d'intégrer ces considérations dès la phase d'études, en choisissant des solutions techniques adaptées aux besoins spécifiques du site, notamment en ce qui concerne les performances énergétiques et la gestion des équipements expérimentaux.

→ Exigences générales de pérennité des ouvrages et de choix des matériaux

Une sélection rigoureuse des matériaux et équipements pour assurer la durabilité du bâtiment

Le bâtiment H, en raison de son usage intensif et de la présence d'équipements scientifiques sensibles, devra être conçu avec des matériaux et des infrastructures garantissant une longue durée de vie.

- ✓ **Les ouvrages structurels** devront être dimensionnés pour une durée de vie minimale de **50 ans**.
- ✓ **Les façades et toitures** devront garantir une pérennité structurelle et fonctionnelle d'au moins **25 ans**, avec un entretien courant maîtrisé.
- ✓ Les revêtements de sols et murs seront sélectionnés pour leur robustesse et leur facilité d'entretien, afin de limiter les coûts de maintenance.
- ✓ Équipements techniques : fiabilité, disponibilité des pièces sur ≥ 20 ans ;
- ✓ Réseaux et faux plafonds : accessibles et démontables sans destruction.

2.8 L'ORIENTATION ET LA SIGNALÉTIQUE

→ Objectifs et enjeux de l'orientation / signalétique

La signalétique du bâtiment H ne peut être pensée indépendamment de la fonction première de ce dernier. Ce n'est pas un bâtiment tertiaire classique, mais un site accueillant des salles abritant des équipements d'expérimentation avancés. L'orientation et l'identification des espaces doivent donc répondre à un double impératif : faciliter la circulation des usagers tout en garantissant la lisibilité des zones sensibles et la maîtrise des accès.

Conçue comme une composante intégrée du projet architectural, la signalétique devra offrir une lecture immédiate des parcours et des espaces. Elle devra être cohérente, hiérarchisée et accessible à tous, y compris aux personnes non francophones ou en situation de handicap. La logique de circulation devra être pensée à l'échelle globale, depuis l'approche extérieure du bâtiment jusqu'à la répartition interne des locaux. L'identification des parcours, des entrées, des circulations et des fonctions devra être sans ambiguïté, avec des codes visuels clairs et une uniformisation des supports signalétiques.

Dans les espaces sensibles, où sont installés des équipements de haute technicité, la signalétique devra également jouer un rôle de prévention. Elle devra indiquer les spécificités de certains environnements et s'assurer que l'information essentielle parvienne immédiatement aux usagers. L'intégration de dispositifs visuels, tactiles et sonores participera à cette mission, garantissant ainsi une orientation intuitive et sécurisée.

Les principes suivants devront être respectés :

- Une intégration harmonieuse avec l'architecture, évitant tout ajout superflu et privilégiant une cohérence visuelle avec l'environnement bâti.

- Une hiérarchisation des informations, permettant de distinguer aisément les indications générales, les repères de localisation et les alertes spécifiques.
- Une accessibilité universelle, avec des supports adaptés aux différents handicaps (signalétique en braille, éléments sonores et marquages au sol différenciés).
- Une clarté dans les cheminements, garantissant une orientation efficace dans les zones communes et une lisibilité immédiate des espaces à accès réglementé.
- Le respect de la charte de l'UGE, qui sera fournie sur demande du titulaire ou des candidats.

→ Exigences générales d'orientation / signalétique

La signalétique du bâtiment H devra assurer un repérage clair et intuitif des usagers, en cohérence avec l'organisation générale du campus et sans création de dispositifs spécifiques de stationnement au droit du bâtiment.

À l'extérieur, la signalétique permettra l'identification du bâtiment et l'orientation des usagers depuis les cheminements et zones de stationnement existants du site, ainsi que la lisibilité des flux piétons et logistiques, sans interférence entre eux.

À l'intérieur, le dispositif signalétique structurera les circulations et facilitera l'orientation vers les différentes zones fonctionnelles, au moyen d'une nomenclature simple, homogène et évolutive (dénomination des espaces, numérotation des locaux).

Dans les zones techniques et expérimentales, une signalétique spécifique informera sur la nature des espaces et les contraintes d'usage, sans se substituer aux dispositifs de sûreté ou de contrôle d'accès.

L'ensemble du programme signalétique sera conçu de manière sobre, durable et adaptable, afin d'accompagner les évolutions futures de l'organisation du bâtiment et du site.

3 LES EXIGENCES EN CONFORT, ENERGIE ET ENVIRONNEMENT

3.1 ENJEUX DU PROJET

Quatre enjeux majeurs sont identifiés pour la conception du projet, dont deux enjeux fondamentaux :

- Performance énergétique, entendue comme une performance réelle et mesurable, et non comme l'optimisation d'un calcul réglementaire ou l'atteinte d'un label ;
- Confort d'été, avec une amélioration significative des conditions de travail en période estivale par rapport à la situation actuelle des laboratoires et des bureaux ;
- Qualité de la lumière naturelle ;
- Traitement acoustique, en lien avec les usages et la diversité des espaces.

Le projet sera conçu prioritairement pour le confort, la qualité d'usage et la qualité de vie au travail des occupants. L'expression architecturale recherchée restera sobre et maîtrisée, sans recours à des dispositifs coûteux ou relevant d'une approche de type « greenwashing ».

Compte tenu du changement complet des usages et de la transformation d'un bâtiment initialement non isolé, la conception énergétique ne devra pas résulter d'une optimisation du seul calcul réglementaire, ni d'un objectif de type « BBC-rénovation », jugé inadapté au contexte de l'opération.

La performance environnementale et énergétique devra ainsi découler d'une approche intégrée associant architecture, enveloppe et systèmes, visant à atteindre les performances recherchées au maximum par des leviers passifs (implantation, compacité, inertie, protections solaires, ventilation naturelle ou hybride, etc.) et à limiter le recours aux équipements actifs aux seuls besoins strictement nécessaires.

À ce titre, la conception devra s'appuyer sur des simulations thermiques dynamiques (STD) portant sur l'ensemble du bâtiment, permettant d'évaluer le comportement thermique réel du projet et de comparer différentes options de conception, en particulier celles privilégiant des solutions passives ou faiblement actives.

Le recours à des systèmes de rafraîchissement actif par compression thermodynamique sera réservé aux espaces présentant des contraintes fonctionnelles ou process avérées, pour lesquels aucune alternative pertinente ne permet de garantir les conditions d'usage requises.

En conséquence, le maître d'ouvrage et son AMO confort–énergie–environnement analyseront rigoureusement la conception proposée :

- ✓ au stade de l'offre, afin de vérifier la cohérence des choix architecturaux et techniques avec les objectifs de performance fixés au chapitre suivant ;

au stade des études d'avant-projet, sur la base des résultats des simulations thermiques dynamiques, afin de valider l'atteinte effective des objectifs de performance et de confort définis par le programme

3.2 OBJECTIFS CHIFFRES

Performance énergétique

Consommation maximale annuelle « 5 usages » < 75 kWh/m²-SdP, sans prise en compte d'une éventuelle substitution par une production d'énergies renouvelables, calculée par simulations énergétiques dynamiques (SED) sur la base du chapitre « Données de confort et hypothèses de calculs ».

Avec les précisions suivantes :

- Périmètre de calcul = Surface de plancher (SdP) ;
- Périmètre d'usages = « 5 usages », c'est-à-dire éclairage, chauffage, froid, auxiliaires et eau chaude sanitaire, à l'exclusion de l'électricité spécifique (ascenseur, équipements bureautiques, informatiques et de laboratoires, distributeurs etc).

Energies renouvelables et de récupération

Pas de cible particulière.

L'effort de conception est ciblé prioritairement sur la performance énergétique intrinsèque du bâti et de ses équipements.

Confort d'été

Les usages spécifiques de ce bâtiment impliquent de considérer :

- Une absence de ventilation naturelle nocturne ;
- Des portes fermées avec contrôle d'accès.

Certains locaux à très fort apports internes de chaleur (simulateurs...) seront climatisés (voir fiches espace).

Dans les autres locaux et espaces divers, un ensemble de dispositions, incluant un système de rafraîchissement actif et des brasseurs d'air, seront prévues pour limiter l'inconfort.

Dans les espaces non climatisés, conditions intérieures ne sortant pas du polygone de confort plus de 1,5% du temps d'occupation sur l'année, avec rafraîchissement et sans ventilation naturelle nocturne (méthode du confort adaptatif défini par la norme EN16798-1, avec diagramme de Givoni), vérifié par simulations énergétiques dynamiques (SED) sur la base du chapitre « Données de confort et hypothèses de calculs ».

Ces objectifs seront vérifiés par simulations énergétiques dynamiques sur une dizaine de locaux sensibles (voir cahier des charges du concepteur-réalisateur).

Lumière naturelle

Objectifs, pour l'ensemble des locaux de premier jour :

- FLJ \geq 2% pour 80% de la surface de la zone de premier rang, dans 80% des surfaces, hors blocs sanitaires, locaux techniques et de stockage.

(nota : la zone de premier rang est délimitée en profondeur à une distance égale à deux fois la distance entre le plan de travail et la hauteur de plafond)

- FLJ \geq 1.5% pour 80% de la surface de la zone de premier rang, dans les 20% restants des locaux concernés.

Etanchéité à l'air

Coefficient de perméabilité à l'air $Q_{4Pa-surf}$ exprimé en $m^3/h.m^2$ de surface déperditive hors plancher bas : $Q_4 < 1 m^3/h.m^2$.

Cette étanchéité à l'air fera l'objet de 2 tests de vérification par mesures, avant et après second-oeuvre, par un spécialiste agréé (tests de la porte soufflante, en pression et en dépression) sur l'ensemble des volumes traités thermiquement, selon la norme NF EN 9972 et son guide d'application GA P50-784.

Performance du système de ventilation

Etanchéité de classe B minimum.

L'étanchéité de classe B minimum sera justifiée par un test sur chantier.

Les tests de mise en service porteront sur la totalité des réseaux de ventilation, avec mesure de débit sur 100% des bouches de ventilation.

Système constructif et matériaux biosourcés

Le projet intègre l'obligation de diagnostic PEMD afin d'identifier les gisements de réemploi et de valorisation.

L'usage de matériaux réemployés ou biosourcés sera privilégié lorsqu'il s'inscrit dans une démarche de conception cohérente et techniquement pertinente.

Objectifs chiffrés divers

Niveau d'isolation minimum de la toiture (impacts hiver et confort d'été) : $U < 0,13 W/m^2K$.

Ajustement méthodologique et cohérence de calcul

Les objectifs énergétiques ci-dessus constituent des valeurs de référence pour la conception et la comparaison des solutions proposées.

Ils sont exprimés en énergie primaire conformément au cadre réglementaire et seront justifiés par le Dossier des Études Énergétiques et Thermiques (DEET).

La maîtrise d'œuvre veillera à garantir la cohérence entre les hypothèses de calcul, les scénarios d'usage et les choix de systèmes, de manière à assurer une performance équilibrée entre les différents lots techniques.

L'évaluation des performances sera réalisée sur la base de simulations énergétiques dynamiques (SED) et d'une approche en coût global, intégrant les coûts d'exploitation et de maintenance.

Toute évolution ultérieure du projet liée à l'intégration d'énergies renouvelables ou à l'ajout de dispositifs de production locale devra faire l'objet d'une analyse technico-économique spécifique et d'une validation préalable de la maîtrise d'ouvrage.

Matériaux biosourcés et réemploi

Le projet privilégiera l'usage de matériaux à faible impact environnemental, notamment issus de filières de production locales, recyclées ou à contenu biosourcé, lorsque cela est techniquement et économiquement pertinent.

Compte tenu du contexte de rénovation et des usages spécifiques du bâtiment H, l'objectif est de viser un niveau de performance environnementale équilibré, sans contrainte de label biosourcé.

L'attention sera portée en priorité sur la qualité sanitaire des matériaux, leur durabilité et leur contribution au confort intérieur, notamment en matière de qualité de l'air intérieur.

Exigences minimales :

- Application du diagnostic PEMD (Produits, Équipements, Matériaux et Déchets), conformément à la réglementation, afin d'identifier les gisements de réemploi et de valorisation ;
- Privilégier les matériaux disposant d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) ou équivalent ;
- Favoriser le recours à des matériaux biosourcés de niveau 1 pour les composants de second œuvre lorsque la faisabilité est démontrée (menuiseries intérieures, cloisons, isolants, etc.) ;
- Les choix devront être justifiés sur la base d'un argumentaire environnemental qualitatif (filière, proximité, durabilité), sans exigence d'Analyse du Cycle de Vie complète.

Isolation et enveloppe

L'isolation de la toiture constitue un levier prioritaire d'amélioration énergétique et de confort d'été.

Les performances thermiques devront être optimisées dans la limite des contraintes d'iso-charge de la charpente métallique existante, telles que définies par l'étude structurelle. A défaut, la structure pourrait nécessiter un renfort qui devra faire l'objet d'une étude par le titulaire ou les soumissionnaires.

Le concepteur-réalisateur devra donc rechercher un équilibre entre performance thermique, poids surfacique et faisabilité structurelle, en justifiant ses choix dans les études d'exécution.

Exigences minimales :

- Toiture : $U < 0,13 \text{ W/m}^2.\text{K}$ (valeur cible indicative, à confirmer en phase conception) ;
- Façades et menuiseries : performances thermiques et solaires à définir par la MOE, en cohérence avec la cible énergétique et le confort d'été ;
- Prise en compte de la limitation de l'échauffement estival par le traitement des apports solaires, de la ventilation et de l'inertie ;
- Justification des performances dans le rapport de simulation énergétique dynamique (SED) et dans le Dossier de Synthèse Thermique et Environnementale (DSTE).

3.3 PRESCRIPTIONS ARCHITECTURALES

Généralités :

- L'architecture sera conçue prioritairement pour le confort et la qualité de vie et de travail des usagers ;
- L'apparence extérieure des bâtiments ne doit pas être prétentieuse, coûteuse ou « greenwashing » ;
- La conception de l'enveloppe et des systèmes permettra une grande facilité de maintenance (façades, second-œuvre, locaux techniques...)

Traitement de l'enveloppe et baies vitrées :

- Les teintes des façades seront claires ;
- Se référer à la Fiche thématique « Enveloppe du bâtiment » dans le cas où le groupement envisage un parement bois extérieur ;
- Préserver le maximum des ouvertures de baies vitrées en façade, pour leur affectation optimale aux futurs locaux nécessitant de la lumière du jour ;
- L'ensemble des vitrages prévus, y compris éventuellement zénithaux, doivent être conçus de manière à permettre leur nettoyage côté extérieur dans des conditions de sécurité conformes à la réglementation, sans recours systématique à des moyens d'accès lourds de type nacelle. Les modalités retenues (ouvrants, dispositifs intégrés, accès depuis l'intérieur, etc.) relèveront des choix de conception.
- Tous les locaux nécessitant de la lumière naturelle disposeront d'ouvrants à la française ou oscillo-battants ;
- À l'échelle d'un local ou d'une zone, la surface cumulée des ouvrants devra permettre, en position ouverte, un passage libre pour l'air (porosité) d'au moins 6 % de la surface du local, obstacles déduits (dispositifs anti-intrusion, protections contre la pluie, etc.) ;
- Les vitrages des façades sud, est et ouest seront équipés de stores extérieurs ou intégrés, motorisés. Les vitrages côté nord seront équipés de stores intérieurs ;
Une étude d'ensoleillement devra être menée pour confirmer la pertinence des dispositions envisagées en fonction de l'exposition réelle des façades.
Les protections solaires devront présenter une grande durabilité (garantie minimale de 10 ans) et permettre un entretien et une maintenance aisés.
Les dispositifs retenus devront être simples et faciles de manœuvre.
- Le recours à des solutions à base de résille ou de protections solaires semi-transparentes pour les espaces de travail est proscrit ;
- Dans le cas de stores extérieurs toile : obligatoirement de type zippé, équipés de toile type Ferrari, Mermet ou équivalent, coefficient d'ouverture maximum 5%, teinte foncée.
- Toute verrière éventuelle apportant de la lumière zénithale à un volume traité thermiquement doit être conçue pour limiter au maximum le rayonnement solaire direct en saison chaude.

Aménagements intérieurs :

- Dans le cas où la stratégie de confort d'été nécessite de bénéficier de l'inertie thermique des planchers, les solutions de second œuvre doivent être adaptées en conséquence (plafonds, absorbants acoustiques...) ;
- Des aménagements avec réseaux apparents sont envisageables, dès lors qu'ils favorisent la simplicité de maintenance et la réduction des coûts d'investissement, dans la mesure où ils ne nuisent pas aux ambiances intérieures en rapport avec les activités hébergées ;
- Le câblage électrique et informatique par goulottes posées au sol, pour desservir des équipements positionnés au centre d'un local, est proscrit.

- Choisir des teintes claires favorables à la diffusion de la lumière ; les coefficients de réflexion moyens des parois devront respecter les fourchettes suivantes :
 - ✓ Sols : 0,2 à 0,4 ;
 - ✓ Plafonds : 0,6 à 0,8 ;
 - ✓ Murs : 0,6 à 0,8.
- Prévoir l'installation de brasseurs d'air ou un rafraîchissement par la ventilation dans les locaux non climatisés suivants, le confort d'été reposant prioritairement sur des solutions de confort adaptatif, la contribution éventuelle de la ventilation étant appréciée en phase de conception sur la base des résultats de la Simulation Thermique Dynamique (STD) :
 - ✓ Salle de marche ;
 - ✓ Micro-réseaux ;
 - ✓ Préparation ;
 - ✓ Métrologie ;
 - ✓ Ateliers ;
- L'espace photocopieuse doit être positionné de façon à perturber le moins possible les espaces de travail.

Traitement des accès :

- Accès principal par sas (il s'agit de l'accès non logistique par où entrent et sortent les usagers de façon présumée la plus courante).

3.4 DONNEES DE CONFORT ET HYPOTHESES DE CALCUL

Les données de confort thermique et d'éclairage sont rassemblées dans les tableaux ci-dessous, accompagnées de règles d'automatismes associées.

Ces règles d'automatismes pourront être éventuellement adaptées en phase d'avant-projet, avec l'accord du maître d'ouvrage, tout en restant cohérentes avec les objectifs de performance.

Tableau de confort thermique et de renouvellement d'air, en période d'occupation :

UGE - Bâtiment H - Tableau de confort THERMIQUE				
Types de locaux		Tp hiver en occupation	Tp été en occupation	Renouvellement d'air en occupation
C1	Hall	19°C	rafraîchissement	/
C2	Showroom	19°C	rafraîchissement	2 vol/h sur détection de présence
C3	Salle de convivialité	20°C	rafraîchissement	4 vol/h et variation sur détection de CO2
C4	Box visio	19°C	rafraîchissement	25m³/h/pers
C5	Salle de réunion	20°C	rafraîchissement	5 vol/h et variation sur détection de CO2
EV1	Salle d'attente participants	20°C		2 vol/h sur détection de présence
EV2	Studio	Clim 19-23°C	Clim 19-23°C	2 vol/h sur détection de présence et arrêt manuel possible
EV3	Vestiaire participants + douches	20°C		4 vol/h sur détection de présence / base 1 vol/h
EV4	Fablab Etude de systèmes de mobilité	20°C		3 vol/h sur détection de présence
EV5	Salle d'analyse du mvt LBMC	20°C +/-2°C	25°C +/-2°C	3 vol/h sur détection de présence + modulation manuelle
EV6	Salle simulateur 1 VRU	20°C +/-2°C	25°C +/-2°C	2 vol/h sur détection de présence + modulation manuelle
EV7	Salle simulateur 2 Faraday	20°C	clim 24°C	2 vol/h sur détection de présence
EV8	Salle co-simulation	20°C	Clim 19-23°C	2 vol/h sur détection de présence
EV9	Salle de contrôle	20°C	Clim 19-23°C	2 vol/h sur détection de présence
EL1	Salle de préparation	20°C		2 vol/h sur détection de présence
EL2	Salle d'essais multi-zones	20°C	Clim 26°C	2 vol/h sur détection de présence
EL3	Salle vibro-acoustique	20°C	Clim 19-23°C	2 vol/h sur détection de présence et arrêt manuel possible
EL4	Salle carotteuse	19°C		1 vol/h
EL5	Local micro-réseaux	20°C	rafraîchissement	2 vol/h sur détection de présence
EL6	Bureaux UMRAE	20°C	Clim 26°C	25 m³/h.pers sur détection de présence
EL7	Bureaux LBMC	20°C	Clim 26°C	25 m³/h.pers sur détection de présence
EL8	Electronique/métrologie	20°C	Clim 26°C	2 vol/h sur détection de présence
EL9	Impression 3D	20°C	Clim 26°C	2 vol/h sur détection de présence
AT1	Atelier grosse mécanique	19°C		1 vol/h
AT2	Atelier petite mécanique	19°C		1 vol/h
AT3	Stock LICIT ECO7	18°C		1 vol/h
AT4	Déchets	/		2 vol/h
AT5	Cabine de peinture	18°C		spécifique cabine de peinture
AT6	Stockage produits chimiques	18°C		1 vol/h
AT7	LBMC magasin matières	18°C		1 vol/h
LT1/2	Sanitaires	19°C		30 + 15 N m³/h (N. étant le nombre d'appareils sanitaires)
LT3	Vestiaires agents	21°C		code du travail
LT4	Locaux techniques	5°C		
LT5	Local serveurs/onduleurs	15°C-25°C		code du travail
LT6	Local chaufferie	/		
LT7	Local ménage	/		2 vol/h

Avec les précisions complémentaires suivantes :

- Les températures indiquées sont des températures opératives qu'il est demandé de prendre en compte dans les calculs et simulations, sans préjuger des températures retenues en exploitation réelle ;
- En hiver, pour les espaces de travail, températures minimales en période d'inoccupation de 3°C inférieures ;
- Renouvellement d'air au minimum conforme aux valeurs du tableau ci-dessus et du règlement sanitaire départemental (RSD).

Tableau des caractéristiques d'éclairage intérieur :

UGE - Bâtiment H - Tableau de confort ECLAIRAGE						
Types de locaux		Emoy (lux) (avec par défaut base NF EN 12464-1)	u.mini	UGR	Ra ou IRC	Automatismes
C1	Hall	200	0.5	22	80	détection de présence avec temporisation et pilotage via GTC
C2	Showroom	300	0.5	22	80	détection de présence avec temporisation et pilotage via GTC
C3	Salle de convivialité	300	0.5	22	80	interrupteur
C4	Box visio	300	0.5	19	80	détection de présence
C5	Salle de réunion	300 sur plan de travail	0.7	19	80	détection de présence
EV1	Salle d'attente participants	250	0.7	22	80	Détecteur avec forçage
EV2	Studio	250	0.7	19	80	interrupteur
EV3	Vestiaire participants + douches	200	0.5	25	80	détection de présence
EV4	Fablab Etude de systèmes de mobilité	300	0.5	22	80	interrupteur
EV5	Salle d'analyse du mvt LBMC	300	0.5	22	80	interrupteurs manuels, avec intensité variable
EV6	Salle simulateur 1 VRU	300	0.5	22	80	interrupteur gradable manuellement
EV7	Salle simulateur 2 Faraday	300	0.5	22	80	interrupteur gradable manuellement
EV8	Salle co-simulation	300	0.5	22	80	(cf descriptif fiche espace)
EV9	Salle de contrôle	300	0.5	22	80	(cf descriptif fiche espace)
EL1	Salle de préparation	300	0.5	22	80	détection de présence
EL2	Salle d'essais multi-zones	300	0.5	22	80	interrupteur
EL3	Salle vibro-acoustique	300	0.5	22	80	interrupteurs (cf descriptif fiche espace)
EL4	Salle carotteuse	300	0.5	22	80	interrupteur
EL5	Local micro-réseaux	300	0.5	22	80	interrupteur
EL6	Bureaux UMRAE	300 sur plan de travail	0.5	19	80	Détecteur de présence avec forçage
EL7	Bureaux LBMC	300 sur plan de travail	0.5	19	80	Détecteur de présence avec forçage
EL8	Electronique/métrologie	300	0.5	19	80	interrupteur
EL9	Impression 3D	300	0.5	19	80	interrupteur
AT1	Atelier grosse mécanique	250	0.7	25	80	interrupteurs
AT2	Atelier petite mécanique	250	0.7	25	80	interrupteurs
AT3	Stock LICIT ECO7	150	0.4	25	40	détection de présence
AT4	Déchets	200	0.5	25	70	détection de présence
AT5	Cabine de peinture	200	0.5	25	70	interrupteur
AT6	Stockage produits chimiques	150	0.4	25	40	interrupteur
AT7	LBMC magasin matières	150	0.4	25	40	détection de présence
LT1/2	Sanitaires	200	0.5	25	80	détection de présence + tempo 20'
LT3	Vestiaires agents	200	0.5	25	80	détection de présence + tempo 20'
LT4	Locaux techniques	200	0.5	25	70	interrupteur
LT5	Local serveurs/onduleurs	300	0.7	25	70	interrupteur
LT6	Local chaufferie	200	0.5	25	70	interrupteur
LT7	Local ménage	150	0.4	25	40	détection de présence + tempo 20'

Emoy = éclairage incluant le facteur de maintenance
 U.mini = uniformité (ratio Emini/Emoy)
 UGR (Unified Glare Rating) = niveau d'éblouissement
 IRC = Indice de Rendu des Couleurs

- En cas d'éclairage sur table ou sur pied, celui-ci sera fourni par le lot électricité.

Scénarios d'occupation (à définir avec la MOA dès la phase de conception):

Scénario d'utilisation des brasseurs d'air :

- La vitesse d'air moyenne générée à considérer dans les simulations ne doit pas dépasser 0,5 m/s.

Scénarios d'automatismes et de régulation :

- Conformés aux prescriptions d'automatismes et de régulation définis dans les tableaux de confort ci-dessus et dans les Fiches thématiques.

Scénario d'apports de chaleur des occupants :

- Adulte en hiver à 21°C : chaleur sensible 83 W ;
- Adulte en été à 26°C : chaleur sensible 63 W, chaleur latente 69 W.

Scénario d'apports de chaleur liés à l'éclairage :

- Fonction de la puissance installée, des scénarios d'occupation et des automatismes définis.

Scénario d'équipements bureautiques, informatiques, équipements de laboratoires, distributeurs eau et alimentaires, cafetières, réfrigérateurs etc (à définir avec la MOA dès la phase de conception):

Données météo :

- Fichier météo pour les simulations énergétiques dynamiques : base de données Meteonorm de la station météo la plus proche :
 - ✓ Pour la vérification de l'atteinte des cibles de performances énergétiques et de confort d'été : utiliser le fichier « Contemporain » correspondant à la période climatique la plus récente disponible ;
 - ✓ Pour l'étude du comportement prospectif en confort d'été : utiliser le fichier « RCP 8.5 2050 ».

Les études thermiques et simulations dynamiques (STD) devront s'appuyer sur des données météorologiques représentatives de la zone climatique du site, intégrant à la fois le climat actuel et un scénario prospectif de type RCP 8.5 afin d'évaluer la résilience du bâtiment face aux évolutions climatiques.

Masques proches :

Pour les calculs et simulations, prendre en compte l'effet de masque induit par le bâtiment situé à l'est du bâtiment H.

Exigences spécifiques aux laboratoires et salles d'expérimentation

Certains espaces nécessiteront des conditions d'éclairage spécifiques, adaptées aux contraintes des équipements scientifiques et des essais réalisés.

- ✓ Les laboratoires de métrologie nécessitent une stabilité lumineuse parfaite, avec des sources sans scintillement ni variations d'intensité, afin de ne pas altérer les mesures de précision.
- ✓ Les espaces de tests optiques et visuels devront être conçus avec des dispositifs d'éclairage ajustables, permettant une adaptation fine aux besoins expérimentaux.
- ✓ La salle de caractérisation vibro acoustique, destinée aux mesures acoustiques et électromagnétiques, devra être équipée d'un éclairage sans interférences ni bruits électriques, avec une répartition homogène et indirecte de la lumière pour éviter toute perturbation des tests en cours.

Dans ces zones, des solutions telles que des LED spécifiques avec contrôle précis de la température de couleur et de l'intensité devront être envisagées.

Exigences minimales :

- Laboratoires de métrologie : uniformité de l'éclairage $\geq 0,7 U_0$, sans scintillement.
- Éclairage LED avec contrôle précis de la température de couleur et de l'intensité dans les locaux nécessitant un réglage fin (cf. fiches locaux). Dans la salle de caractérisation vibro acoustique, absence d'interférences lumineuses électromagnétiques ou électriques susceptibles de perturber les mesures et conception de l'éclairage compatible avec un local potentiellement aveugle ou faiblement éclairé naturellement, selon les exigences fonctionnelles retenues.

Ergonomie et bien-être visuel

L'éclairage doit également contribuer au bien-être des usagers, en évitant toute fatigue visuelle ou inconfort lié à des variations trop brutales de luminosité.

Les contrastes excessifs devront être évités, en assurant une transition douce entre les zones très lumineuses et celles plus sombres.

Les surfaces et matériaux devront être choisis pour optimiser la diffusion lumineuse, en évitant les finitions trop brillantes ou trop sombres qui pourraient nuire au confort visuel.

Un éclairage spécifique pourra être prévu dans les zones de repos et d'échange, avec des températures de couleur adaptées pour favoriser la détente et la concentration.

Traitement acoustique et vibratoire des espaces sensibles

Certains laboratoires nécessitent une maîtrise extrêmement fine des bruits et des vibrations, afin d'éviter toute interférence avec les équipements de mesure et d'expérimentation.

SALLE DE CARACTERISATION VIBRO ACOUSTIQUE

La salle de caractérisation vibro acoustique impose des exigences acoustiques et vibratoires extrêmement strictes, nécessitant la mise en place de solutions spécifiques garantissant un environnement parfaitement isolé et neutre en termes de propagation du son et des vibrations.

Les prescriptions minimales pour cet espace incluront :

- Un traitement acoustique ultra-performant, visant à éliminer toute réflexion sonore et à garantir un niveau de bruit de fond quasi nul.
- Un découplage vibratoire total du sol, des murs et du plafond, afin d'éviter toute transmission de vibrations extérieures.
- Un traitement spécifique des équipements techniques (ventilation, climatisation, électricité) afin d'empêcher toute génération de bruit mécanique pouvant interférer avec les mesures acoustiques ou électromagnétiques.
- Des matériaux absorbants calibrés, assurant une atténuation totale des ondes sonores à l'intérieur de l'espace, sans altérer les conditions expérimentales.

Exigences minimales :

- Niveau de bruit de fond ≤ 20 dB(A) dans la salle de caractérisation vibro acoustique.
- Découplage vibratoire garantissant une transmission des vibrations $\leq 0,1$ mm/s.
- Absorption acoustique optimisée avec des matériaux NRC $\geq 0,95$.

Les dispositions techniques relatives à la maîtrise des bruits et vibrations, notamment pour la salle de caractérisation vibro-acoustique et les laboratoires sensibles, devront être soumises pour validation au laboratoire UMRAE, en lien avec la maîtrise d'ouvrage, avant leur mise en œuvre.

Laboratoires sensibles et salles de mesures

Dans les autres laboratoires et espaces d'expérimentation nécessitant une stabilité acoustique et vibratoire élevée, les prescriptions incluront :

- Des équipements techniques montés sur amortisseurs, afin de limiter les transmissions solidiennes.
- Une isolation renforcée des gaines de ventilation et des réseaux de fluides, pour empêcher toute propagation des bruits aérauliques et hydrauliques.
- Un traitement acoustique des parois et plafonds, visant à minimiser les nuisances sonores générées par l'activité du bâtiment.
- Une séparation stricte des zones bruyantes et des zones sensibles, avec la mise en œuvre de sas acoustiques et de structures découplées entre les espaces techniques et les salles de recherche.

Exigences minimales :

- Affaiblissement acoustique ≥ 55 dB(A) pour les laboratoires sensibles.
- Réduction du bruit d'équipements techniques ≤ 40 dB(A) en laboratoire.
- Isolement vibratoire des bancs de tests et équipements critiques $\leq 0,1$ mm/s.

Maîtrise des bruits de structure et équipements techniques

La conception du bâtiment devra garantir une limitation drastique des bruits et vibrations issus des équipements techniques, en intégrant :

- Un dimensionnement spécifique des supports de ventilation, de climatisation et de chauffage, afin d'empêcher toute transmission des vibrations à la structure du bâtiment.
- Des dispositifs de désolidarisation acoustique pour les équipements mécaniques (pompes, compresseurs, groupes froids, ventilateurs).
- Un isolement vibratoire des planchers, dans les zones où les contraintes de stabilité sont critiques.

L'ensemble des prescriptions acoustiques et vibratoires devra être validé par une étude spécialisée en phase de conception, afin d'assurer une compatibilité totale avec les exigences de performance du bâtiment et des équipements scientifiques qui y seront installés.

Exigences minimales :

- Bruit des installations CVC limité à 30 dB(A) dans les laboratoires sensibles. Cf. fiches locaux associées
- Amplitude vibratoire $\leq 0,1$ mm/s dans les espaces sensibles.
- Niveau de pression acoustique ≤ 35 dB(A) dans les zones de travail spécialisées. Cf. fiches locaux associées

Validation et suivi des performances acoustiques

Un suivi acoustique devra être réalisé en fin de chantier, afin de garantir la conformité aux exigences définies et d'ajuster si nécessaire les traitements mis en œuvre.

Exigences minimales :

- Mesures acoustiques et vibratoires obligatoires avant mise en exploitation.
- Réglage des équipements techniques en fonction des performances réelles.
- Correction immédiate des écarts constatés sur site.

Gestion des eaux usées et dispositifs d'assainissement

Le bâtiment devra intégrer un réseau d'évacuation et de traitement des eaux usées conforme aux réglementations en vigueur, avec :

- Une séparation entre les eaux pluviales et les eaux usées, afin d'optimiser leur gestion et leur traitement.
- Des dispositifs de prétraitement si nécessaire, notamment pour les rejets issus des laboratoires et équipements techniques.
- Une gestion intelligente des rejets, visant à limiter l'impact sur les réseaux publics d'assainissement et à éviter tout rejet polluant non maîtrisé.

Les installations devront être dimensionnées pour garantir un écoulement fluide et éviter tout risque d'engorgement, notamment en période de fortes précipitations.

Exigences minimales :

- Séparation stricte des réseaux d'eau usée et infiltration à la parcelle des eaux pluviales.
- Évacuation conforme aux réglementations locales et nationales.
- Prétraitement obligatoire des rejets chimiques et expérimentaux des laboratoires.

Version Provisoire

4 LES EXIGENCES TECHNIQUES

4.1 COHERENCE TECHNIQUE ET PHASAGE DES INSTALLATIONS

Le fonctionnement des installations techniques et des ouvrages devra être organisé en cohérence avec le phasage opérationnel défini au Tome I du programme (Tranche Ferme et Tranches Optionnelles).

À chaque fin de phase, les zones livrées devront être autonomes, sécurisées et exploitables, sans dépendance fonctionnelle vis-à-vis des tranches ultérieures.

Le présent Tome n'a pas vocation à définir le dimensionnement précis des productions ou des réseaux (chauffage, ventilation, électricité, plomberie, etc.), mais à cadrer les principes généraux de continuité, d'évolutivité et de pérennité qui s'imposent au concepteur.

Principes à garantir :

- Conformité stricte au phasage fonctionnel et technique décrit au Tome I ;
- Autonomie complète des installations à l'issue de la Tranche Ferme, permettant un fonctionnement pérenne du bâtiment même en cas de non-réalisation des tranches optionnelles ;
- Conception des réseaux et productions selon une logique modulaire et extensible, assurant la compatibilité future sans reprises destructrices ;
- Traitement pérenne des interfaces entre tranches (obturation, vannes, coffrets terminaux, réservations, etc.) ;
- Maintien de la continuité de service et de la sécurité du site pendant toute la durée des travaux.

Ces dispositions garantissent la cohérence et la robustesse technique du projet, quel que soit le stade d'arrêt ou de prolongement des travaux.

Afin de préserver l'intégrité et la propreté des installations techniques avant leur mise en service, le titulaire devra assurer une protection systématique des réseaux, terminaux et équipements livrés sur site.

Sécurisation des équipements et réseaux techniques :

- Tous les éléments de réseaux (fluides, électricité, CVC, plomberie, courants faibles, etc.) devront être bâchés, obturés ou protégés hermétiquement jusqu'à leur raccordement définitif.
- Les terminaux, gaines, conduits et sorties en attente devront être maintenus clos pour éviter toute pénétration de poussières, débris ou contaminants durant le chantier.
- Aucune installation ne pourra être mise sous tension, sous air ou sous eau avant levée des protections et validation du nettoyage préalable à la réception.

Cette disposition vise à éviter toute contamination des réseaux sur site et à garantir la qualité sanitaire et technique des installations livrées.

4.2 DECONSTRUCTION ET DEPOLLUTION

La phase de déconstruction, réalisée dans le cadre de la tranche ferme, portera sur l'ensemble du bâtiment et comprendra notamment la dépose complète de la toiture amiantée et la mise en œuvre d'une couverture neuve.

Cette intervention sera conduite en une seule séquence, dans le cadre de la tranche ferme, afin d'assurer la continuité technique et la pérennité de l'enveloppe. Une attention particulière devra être portée au traitement des interfaces avec les ouvrages conservés et aux raccordements entre les zones rénovées et existantes.

Les Rapports de mission de repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante avant démolition et le Rapport de mission de repérage du plomb avant travaux ont mis en évidence la présence de substances dangereuses sur plusieurs zones du bâtiment. Les plaques ondulées en fibres-ciment de la toiture, les mastics vitrifiés des fenêtres métalliques, les joints de dilatation en façades, ainsi que les panneaux en allège de type glasal sont concernés par la présence d'amiante.

Résultats détaillés du repérage (UNIQUEMENT LES VALEURS POSITIVES)

N°	Localisation	Repère	Num UD	Unité de diagnostic	Substrat	Revêtement apparent	Localisation mesure	Mesure (mg/cm²)	Nature de la dégradation	Classement UD
128	Parties extérieures	A	65	Fenêtre coté ext. (F1) (mesure 1)	Métal	Peinture	-	4,68	Etat d'usage (Usure par friction)	2
129	Parties extérieures	A	66	Fenêtre coté ext. (F2) (mesure 1)	Métal	Peinture		7,45	Etat d'usage (Usure par friction)	2
130	Parties extérieures	B	67	Fenêtre coté ext. (F1) (mesure 1)	Métal	Peinture		2,73	Etat d'usage (Usure par friction)	2
131	Parties extérieures	B	68	Fenêtre coté ext. (F2) (mesure 1)	Métal	Peinture		3,48	Etat d'usage (Usure par friction)	2
132	Parties extérieures	B	69	Fenêtre coté ext. (F3) (mesure 1)	Métal	Peinture		4,62	Etat d'usage (Usure par friction)	2
133	Parties extérieures	B	70	Fenêtre coté ext. (F4) (mesure 1)	Métal	Peinture		3,1	Etat d'usage (Usure par friction)	2
134	Parties extérieures	B	71	Fenêtre coté ext. (F5) (mesure 1)	Métal	Peinture		8,27	Etat d'usage (Usure par friction)	2
135	Parties extérieures	E	72	Fenêtre coté ext. (F1) (mesure 1)	Métal	Peinture		6	Etat d'usage (Usure par friction)	2
136	Parties extérieures	E	73	Fenêtre coté ext. (F2) (mesure 1)	Métal	Peinture		3,8	Etat d'usage (Usure par friction)	2
137	Parties extérieures	E	74	Fenêtre coté ext. (F3) (mesure 1)	Métal	Peinture		8,21	Etat d'usage (Usure par friction)	2
138	Parties extérieures	F	75	Fenêtre coté ext. (F1) (mesure 1)	Métal	Peinture		4,05	Etat d'usage (Usure par friction)	2
139	Parties extérieures	F	76	Fenêtre coté ext. (F2) (mesure 1)	Métal	Peinture		8,21	Etat d'usage (Usure par friction)	2
140	Parties extérieures	F	77	Fenêtre coté ext. (F3) (mesure 1)	Métal	Peinture		5,56	Etat d'usage (Usure par friction)	2
141	Parties extérieures	F	78	Fenêtre coté ext. (F4) (mesure 1)	Métal	Peinture		7,45	Etat d'usage (Usure par friction)	2
142	Parties extérieures	F	79	Fenêtre coté ext. (F5) (mesure 1)	Métal	Peinture		4,8	Etat d'usage (Usure par friction)	2
143	Parties extérieures	F	80	Fenêtre coté ext. (F6) (mesure 1)	Métal	Peinture		3,73	Etat d'usage (Usure par friction)	2
144	Parties extérieures	F	81	Fenêtre coté ext. (F7) (mesure 1)	Métal	Peinture		5,75	Etat d'usage (Usure par friction)	2
145	Parties extérieures	F	82	Fenêtre coté ext. (F8) (mesure 1)	Métal	Peinture		7,26	Etat d'usage (Usure par friction)	2

N°	Localisation	Repère	Num UD	Unité de diagnostic	Substrat	Revêtement apparent	Localisation mesure	Mesure (mg/cm²)	Nature de la dégradation	Classement UD
146	Parties extérieures	F	83	Fenêtre coté ext. (F9) (mesure 1)	Métal	Peinture		3,99	Etat d'usage (Usure par friction)	2
162	Parties extérieures	F	89	Porte coté ext (P1) (mesure 1)	Métal	Peinture		2,54	Etat d'usage (Usure par friction)	2
163	Parties extérieures	F	90	Porte coté ext (P2) (mesure 1)	Métal	Peinture		6,44	Etat d'usage (Usure par friction)	2
164	Parties extérieures	F	91	Garde corps (mesure 1)	Métal	Peinture		5,62	Etat d'usage (Usure par friction)	2
165	Parties extérieures	F	92	Garde corps (G2) (mesure 1)	Métal	Peinture		6,63	Etat d'usage (Usure par friction)	2
166	Parties extérieures	A	93	IPN Ossature (mesure 1)	Métal	Peinture		4,74	Etat d'usage (Usure par friction)	2
167	Parties extérieures	A	94	IPN Ossature (I2) (mesure 1)	Métal	Peinture		7,39	Etat d'usage (Usure par friction)	2
168	Parties extérieures	B	95	IPN Ossature (I1) (mesure 1)	Métal	Peinture		7,89	Etat d'usage (Usure par friction)	2
169	Parties extérieures	B	96	IPN Ossature (I2) (mesure 1)	Métal	Peinture		6,57	Etat d'usage (Usure par friction)	2
170	Parties extérieures	B	97	IPN Ossature (I3) (mesure 1)	Métal	Peinture		2,41	Etat d'usage (Usure par friction)	2
171	Parties extérieures	F	98	IPN Ossature (I1) (mesure 1)	Métal	Peinture		7,58	Etat d'usage (Usure par friction)	2
172	Parties extérieures	F	99	IPN Ossature (I2) (mesure 1)	Métal	Peinture		6,82	Etat d'usage (Usure par friction)	2
173	Parties extérieures	F	100	IPN Ossature (I3) (mesure 1)	Métal	Peinture		2,16	Etat d'usage (Usure par friction)	2
195	Parties extérieures	B	109	Dauphin (D2) (mesure 1)	Métal	Peinture		4,79	Etat d'usage (Usure par friction)	2
196	Parties extérieures	B	110	Dauphin (D3) (mesure 1)	Métal	Peinture		5,61	Etat d'usage (Usure par friction)	2
709	RDC - Cage escalier		386	Rampe (mesure 1)	Métal	Peinture		3,17	Etat d'usage (Usure par friction)	2
710	RDC - Cage escalier		387	Balustre (partie basse)	Métal	Peinture	< 1 m	7,2	Etat d'usage (Usure par friction)	2
711	RDC - Cage escalier		388	Main courante (mesure 1)	Métal	Peinture		0,22	Etat d'usage (Usure par friction)	2
712	RDC - Cage escalier		388	Main courante (mesure 2)	Métal	Peinture		5,31	Etat d'usage (Usure par friction)	2

De plus, les travaux devront tenir compte des conclusions de l'étude de vulnérabilité et de pollution des sols jointe au dossier de site, qui identifie les sources potentielles de pollution (cuves à fioul, fosses de visite, réseaux anciens, équipements contenant des huiles, etc.).

Les éléments ou installations obsolètes devront être déposés et évacués vers des filières de traitement agréées, tandis que les équipements conservés feront l'objet d'un contrôle préalable et, le cas échéant, d'un nettoyage ou d'un traitement spécifique avant leur remise en service.

Des concentrations de plomb significatives ont été relevées dans les peintures des fenêtres métalliques, garde-corps, structures en IPN, rampes et éléments de serrurerie. Ces éléments devront faire l'objet d'une dépollution spécifique avant toute autre intervention de déconstruction ou de démolition.

Localisation	Identifiant + Description	Conclusion (justification)
H SUD; H CENTRE -- Comble	<u>Localisation</u> : RDC - H SUD; RDC - H CENTRE; Comble <u>Echantillons</u> : Pr011; Pr128 <u>Description</u> : Toiture : Plaques ondulée en fibres-ciment	Présence d'amiante (Après analyse en laboratoire)
Vestiaire -- Parties extérieures	<u>Localisation</u> : RDC - Vestiaire ; Parties extérieures <u>Echantillons</u> : Pr052; Pr031; Pr028; Pr033 <u>Description</u> : Fenêtre métal : Mastic vitrier et mastic translucide ; Baie fixe métallique : Mastic vitrier (ext.); baie fixe métal : Mastic vitrier ext.; Petite fenêtre métal : Mastic vitrier	Présence d'amiante (Après analyse en laboratoire)
Parties extérieures	<u>Localisation</u> : Parties extérieures <u>Echantillons</u> : Pr027 <u>Description</u> : Joint de dilatation	Présence d'amiante (Après analyse en laboratoire)
Parties extérieures -- Pièce 1; Pièce 2; Pièce 6 -- Pièce 11; Pièce 12; Pièce 13; Pièce 14; Pièce 15; Pièce 17	<u>Localisation</u> : Parties extérieures ; RDC - Pièce 1; RDC - Pièce 2; RDC - Pièce 6; R+1 - Pièce 11; R+1 - Pièce 12; R+1 - Pièce 13; R+1 - Pièce 14; R+1 - Pièce 15; R+1 - Pièce 17 <u>Echantillons</u> : Pr035 <u>Description</u> : Façade : Panneaux en allège type glasal ; Façade : Panneaux en allège type glasal (Pignon E)	Présence d'amiante (Après analyse en laboratoire)
Pièce 1; Pièce 2 -- Pièce 11; Pièce 12; Pièce 13; Pièce 14; Pièce 15	<u>Localisation</u> : RDC - Pièce 1; RDC - Pièce 2; R+1 - Pièce 11; R+1 - Pièce 12; R+1 - Pièce 13; R+1 - Pièce 14; R+1 - Pièce 15 <u>Echantillons</u> : Pr098 <u>Description</u> : Imposte ou allège : Panneaux en fibre-ciment coté int.	Présence d'amiante (Après analyse en laboratoire)

Les opérations de désamiantage et de retrait du plomb seront confiées à des entreprises certifiées SS3 pour l'amiante et spécialisées pour le traitement du plomb. Un confinement strict sera mis en place, avec des contrôles réguliers des niveaux d'empoussièrement et de contamination des surfaces. L'évacuation des matériaux dangereux se fera vers des filières spécialisées, avec une traçabilité complète et l'émission de bordereaux de suivi des déchets dangereux.

Les prescriptions ci-dessus s'appliquent à l'ensemble des ouvrages et équipements existants concernés par les opérations de dépose et de déconstruction, y compris les menuiseries, éléments de serrurerie et dispositifs associés.

En parallèle, la gestion des déchets issus de la déconstruction devra respecter les exigences environnementales du projet. Au minimum, 70 % des déchets devront être valorisés, avec un recyclage de 90 % des matériaux inertes. Un tri strict sera réalisé sur site pour garantir une valorisation optimale et limiter l'empreinte écologique de l'opération.

Avant le démarrage des travaux, un constat d'huissier sera effectué pour établir un état des lieux précis des voiries, clôtures, abords et réseaux. Ce constat comprendra un passage caméra des réseaux enterrés, une campagne photographique des éléments sensibles et un rapport contradictoire en fin d'opération pour garantir une remise en état conforme aux engagements.

Cette phase de déconstruction et de dépollution constitue une étape critique du projet, qui conditionnera la bonne exécution des phases suivantes. Sa réalisation devra être parfaitement maîtrisée, en garantissant la sécurité des intervenants et des occupants des zones voisines, tout en assurant une gestion environnementale exemplaire.

DIAGNOSTIC PEMD

Le concepteur devra tenir compte du diagnostic Produits, Équipements, Matériaux et Déchets (PEMD), réalisé conformément aux articles L.126-34 et R.126-34-1 à R.126-34-5 du Code de la construction et de l'habitation.

Les dispositions du projet et la gestion des déchets de déconstruction devront s'appuyer sur ce diagnostic afin de garantir la conformité réglementaire, la traçabilité des flux et l'atteinte des objectifs de valorisation définis pour l'opération.

4.3 AMENAGEMENTS EXTERIEURS

Les aménagements extérieurs doivent garantir une parfaite intégration du projet dans son environnement immédiat tout en répondant aux exigences de durabilité, d'accessibilité et de gestion des flux. Chaque élément devra être conçu pour assurer une exploitation optimale, une pérennité des infrastructures et minimiser l'empreinte écologique du projet.

L'aménagement des voies et des stationnements devra répondre aux besoins des usagers tout en limitant l'impact des surfaces imperméabilisées. Les réseaux enterrés seront dimensionnés pour assurer une gestion efficace des eaux pluviales et des fluides, en intégrant des dispositifs de récupération et de traitement conformes aux exigences environnementales du projet.

Par ailleurs, en raison du passé historique du site (possiblement bombardé pendant la Seconde Guerre mondiale), la conception et la mise en œuvre des travaux d'aménagement extérieur devront intégrer une évaluation approfondie des risques de pollution du sol, notamment la présence possible de métaux lourds, hydrocarbures ou munitions non explosées. Une étude de pollution des sols devra être réalisée en amont pour déterminer les modalités de gestion et d'évacuation des terres impactées.

L'ensemble des aménagements extérieurs sera réalisé en cohérence avec le phasage des travaux. Les interventions principales seront menées durant la phase 1, tandis que des ajustements et des compléments seront intégrés en phase 2 et 3 pour s'adapter à l'évolution du site et aux besoins fonctionnels du bâtiment restructuré.

4.3.1 VOIES ET STATIONNEMENT

Les aménagements de voirie et de stationnement devront garantir une organisation fluide des circulations et une accessibilité optimale pour tous les usagers, tout en limitant l'impact environnemental des revêtements et en intégrant les exigences de gestion des eaux pluviales.

Les aménagements respecteront les normes d'accessibilité PMR et assureront la continuité des cheminements adaptés jusqu'aux entrées principales du bâtiment.

Les places de stationnement PMR sont organisées et mutualisées à l'échelle du campus. Le projet ne prévoit pas la création de nouvelles places de stationnement dans l'emprise immédiate du bâtiment H ; il veillera en revanche à garantir des liaisons piétonnes accessibles, lisibles et sécurisées entre les stationnements PMR existants du site et le bâtiment.

Concernant la loi LOM, il est rappelé que :

- le bâtiment H ne créant pas de nouveau stationnement automobile, il n'est pas soumis à l'obligation d'équipement en bornes IRVE ;
- les infrastructures de stationnement vélos sont déjà présentes à l'échelle du campus ;
- le projet pourra toutefois prévoir des réservations techniques (alimentation électrique, emplacements) permettant de faciliter une adaptation ultérieure, sous réserve de financements complémentaires.

Les voies de circulation devront être conçues pour assurer la sécurité des piétons, cyclistes et véhicules, avec une signalisation claire et adaptée. Les accès devront permettre une gestion efficace des flux, en différenciant les circulations selon les catégories d'utilisateurs : véhicules légers, poids lourds, livraisons, véhicules de service et véhicules électriques en recharge.

Les zones de stationnement devront être intégrées de manière fonctionnelle, en privilégiant des revêtements perméables et des solutions de gestion alternative des eaux pluviales (noues, pavés drainants, bassins de rétention).

Exigences minimales :

- Séparation des flux entre piétons, vélos et véhicules motorisés pour garantir la sécurité.
- ≥ 50 % des surfaces de stationnement en revêtement perméable pour limiter l'imperméabilisation.
- Pré-équipement* de ≥ 20 % des places de stationnement pour la recharge des véhicules électriques.
- Signalisation horizontale et verticale conforme à la réglementation en vigueur.
- Respect des normes PMR avec des places adaptées et accessibles.
- Éclairage basse consommation avec détection de présence et variation diurne/nocturne.

* Le pré-équipement comprend notamment, sans s'y limiter :

- la réservation des emplacements concernés ;
- la mise en attente des fourreaux et cheminements nécessaires ;
- la capacité électrique disponible ou anticipée au niveau des tableaux, sans installation effective de bornes ;
- les dispositions de génie civil compatibles avec une évolution ultérieure.

Ce pré-équipement n'implique ni la fourniture ni la pose de bornes de recharge dans le cadre du présent projet. Leur installation éventuelle relèvera de décisions ultérieures de la maîtrise d'ouvrage, en fonction des besoins, du cadre réglementaire et des financements disponibles.

4.3.2 RESEAUX ENTERRES

L'ensemble des réseaux enterrés (eaux pluviales, eaux usées, électricité, télécommunications, gaz) devra être conçu pour assurer une pérennité des installations, une facilité de maintenance et une compatibilité avec les évolutions futures du site.

Une attention particulière devra être portée à la séparation des eaux usées et des eaux pluviales (et à l'infiltration de celles-ci), afin de limiter la charge sur le réseau d'assainissement et d'optimiser la gestion des eaux de ruissellement.

Étant donné le passé historique du site, une étude préalable des sols devra être réalisée avant tout terrassement pour identifier d'éventuelles contaminations ou restes de structures enfouies. En cas de présence de polluants, un plan de gestion des terres excavées devra être mis en place pour leur traitement ou évacuation vers des filières adaptées.

Exigences minimales :

- Étude de pollution des sols obligatoire avant travaux.
- Séparation stricte des réseaux eaux usées / eaux pluviales.
- Systèmes de récupération et infiltration des eaux pluviales pour limiter les rejets.
- Dimensionnement adapté aux besoins spécifiques des laboratoires et équipements techniques.
- Protection renforcée des réseaux sensibles en cas de contamination des sols.
- Traçabilité et gestion des terres excavées conforme à la réglementation environnementale.

Les réseaux existants ont fait l'objet d'une campagne de détection géo-référencée dont le plan est joint au dossier de site et au présent programme.

Ce plan constitue une base de référence pour les études de conception ; le concepteur devra toutefois en vérifier la complétude et la cohérence sur site, notamment avant tout terrassement ou intervention en sous-sol.

Toute incohérence ou donnée manquante devra être signalée à la maîtrise d'ouvrage avant le démarrage des travaux.

4.3.3 AMENAGEMENTS EXTERIEURS

L'aménagement des espaces extérieurs devra assurer une cohérence architecturale et fonctionnelle avec le projet global. Il s'agira d'assurer une continuité avec les accès, les cheminements et les équipements existants, tout en garantissant une lisibilité et une facilité d'usage pour les usagers.

Les aménagements devront privilégier des matériaux résistants, durables et à faible impact environnemental. Les zones de circulation piétonne et cyclable devront être clairement délimitées, avec une accessibilité optimale pour les personnes à mobilité réduite (PMR).

Les sols existants devront faire l'objet d'une analyse préalable, notamment en raison du passé historique du site. Toute zone identifiée comme potentiellement polluée devra être traitée ou évacuée vers des filières adaptées.

Exigences minimales :

- Revêtements résistants et adaptés aux différentes sollicitations (trafic, intempéries, cycles de gel/dégel).
- Prise en compte de l'accessibilité PMR dans tous les cheminements.
- Privilégier des matériaux issus de filières de réemploi ou à faible impact environnemental.

- Étude préalable des sols avant terrassement pour identifier d'éventuelles pollutions.
- Gestion et évacuation des terres polluées selon leur niveau de contamination.
- Intégration d'une signalétique claire et visible pour l'orientation des usagers.

4.3.4 ESPACES VERTS

Lorsque des aménagements sont proposés et mis en œuvre, le choix des essences végétales devra être adapté au climat local, favoriser la biodiversité et limiter l'entretien ainsi que l'arrosage.

Indépendamment de la présence ou non de plantations, le projet intégrera des solutions de gestion alternative des eaux pluviales, privilégiant l'infiltration à la parcelle et la limitation du ruissellement vers les réseaux existants (noues, dispositifs d'infiltration, bassins, puits perdus, sols perméables ou dispositifs équivalents). L'objectif est de réduire l'impact environnemental du site tout en améliorant son confort d'usage.

Exigences minimales :

- ≥ 50 % des surfaces paysagères plantées avec des essences locales et adaptées.
- Limitation de l'arrosage par des techniques de gestion durable (paillage, récupération des eaux pluviales).
- Intégration de dispositifs favorisant la biodiversité (nichoirs, zones de végétation différenciée).
- Éviter les espèces invasives et privilégier les plantes nécessitant peu d'entretien.
- Gestion écologique des espaces verts sans recours aux pesticides chimiques.
- Mise en œuvre de sols drainants et/ou de dispositifs d'infiltration (noues, puits perdus, structures réservoirs ou solutions équivalentes) pour la gestion des eaux pluviales.

4.4 STRUCTURE

La réhabilitation du bâtiment H impose une intervention structurale adaptée aux exigences du programme, en intégrant la conservation de certains éléments porteurs tout en renforçant la structure pour répondre aux nouveaux usages et aux performances attendues.

L'intervention sur la structure sera guidée par plusieurs principes :

- La conservation du dallage existant, sous réserve de vérifications structurelles et de compatibilité avec les nouvelles charges d'exploitation.
- La conservation et le renforcement de la charpente métallique si nécessaire, permettant d'accueillir la nouvelle toiture, les équipements techniques et les réseaux.
- La création d'un plancher collaborant indépendant de la charpente existante, porté par des massifs traversant la dalle, afin d'accroître la surface exploitable et de structurer les espaces intérieurs.
- L'adaptation des structures aux contraintes des laboratoires et équipements spécifiques, nécessitant des performances vibratoires et de stabilité, rigoureuses.
- Optimisation des terrassements et du traitement des sols, notamment en raison du risque de pollution résiduelle sur site.

Le bâtiment H est situé en zone de sismicité modérée (zone 3) selon le zonage défini par le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 et ses arrêtés d'application. Cf. le tome I

Les ouvrages devront être conçus conformément aux dispositions du règlement parasismique applicable aux bâtiments de la catégorie d'importance II.

4.4.1 DONNEES GEOTECHNIQUES ET RECONNAISSANCE DU SITE

Données géotechniques et reconnaissance du site

Une étude géotechnique de type G1 phase “Étude de Site” a été réalisée par le bureau d’études INFRANEO (rapport LY 25 15948 G1ES du 29/04/2025), jointe en annexe au présent programme.

Elle caractérise les conditions géotechniques du terrain sur l’emprise du bâtiment H et fournit les éléments de référence nécessaires à la conception des fondations et à la compréhension du comportement de la structure existante.

Les principales conclusions de cette étude sont :

- présence d’un sol de portance moyenne à bonne (0,15 à 0,25 MPa) reposant sur un substrat graveleux compact ;
- absence de nappe phréatique jusqu’à environ 2,3 m de profondeur ;
- fondations existantes de type appuis isolés en béton, ancrées entre –1,4 m et –1,7 m ;
- nécessité de purger les remblais hétérogènes superficiels et de renforcer localement les appuis pour les zones de charge accrue.

Sur cette base, la mission G1ES fournit les hypothèses suffisantes pour la consultation du groupement de conception-réalisation.

Aucune mission complémentaire de type G2 PRO n’est requise à ce stade.

Toutefois, le concepteur devra confirmer ces hypothèses par une mission G2 AVP /G2PRO ou G5, à engager lors de la phase d’études d’exécution, en fonction :

- des choix de structure retenus,
- du calage altimétrique définitif,
- et des éventuelles évolutions du programme (création de mezzanine, massifs techniques, ou nouvelles fondations ponctuelles).

Ces investigations complémentaires auront pour objectif de vérifier les conditions de portance et de stabilité du sol, ainsi que la compatibilité des appuis existants avec les charges reprises par la charpente rénovée et les ouvrages neufs.

La mission G3 (suivi géotechnique d’exécution) relève du titulaire du marché de conception-réalisation et ne fait pas partie du présent programme.

4.4.2 TERRASSEMENTS

Les terrassements concerneront principalement la réalisation de massifs et la mise en œuvre des infrastructures nécessaires aux appuis du plancher collaborant et aux réseaux enterrés.

Les interventions comprendront :

- L’excavation sous dalle existante pour la mise en œuvre des fondations ponctuelles nécessaires à la nouvelle structure.
- L’adaptation du terrain en fonction des contraintes géotechniques et hydrauliques, notamment en lien avec la présence éventuelle de sols pollués.

- La gestion des déblai/remblai, en optimisant la réutilisation des matériaux extraits lorsque cela est possible.

Exigences minimales :

- Compactage des remblais ≥ 95 % du Proctor Normal (PN) ou 90 % du Proctor Modifié (PM) selon les zones.
- Tassement différentiel limité à ≤ 2 mm/m pour les zones recevant des équipements sensibles.
- Portance minimale des sols $\geq 0,15$ MPa sous dallage existant.
- Évacuation des terres polluées en conformité avec la réglementation ICPE et gestion des risques pyrotechniques.
- Respect des seuils d'exposition aux polluants du Code de l'Environnement.

4.4.3 INFRASTRUCTURE

Les fondations devront garantir une stabilité optimale et répondre aux nouvelles contraintes de charges, notamment pour les laboratoires et ateliers.

Exigences minimales :

- Type de béton des fondations : C30/37 classe XA2 en cas d'exposition à des sols potentiellement agressifs.
- Acier des armatures : FeE500 (S500B selon NF EN 10080) pour garantir une résistance et une ductilité suffisantes.
- Taux de ferrailage : ≥ 100 kg/m³ selon les zones et types d'effort.
- Reprise de charge des fondations : ≥ 10 kN/m² pour zones lourdes (laboratoires, stockage).
- Respect des normes parasismiques (Eurocode 8) et des tolérances de flèche admissibles.

4.4.4 GROS ŒUVRE

Le gros œuvre intégrera le renforcement et l'adaptation éventuelle des structures existantes pour assurer la compatibilité avec les nouveaux usages et garantir la durabilité du bâtiment.

Le recours à des bétons à empreinte carbone réduite est souhaité, sous réserve de compatibilité avec les contraintes structurelles et de durabilité.

Les formulations devront viser une réduction d'au moins 30 % des émissions de CO₂ par rapport à un béton de référence de même classe de résistance, tout en respectant les exigences des Eurocodes et des normes NF EN 206 / NF EN 13670.

Les fiches FDES des bétons mis en œuvre seront fournies en phase d'exécution.

Exigences minimales :

- Plancher collaborant : Béton classe C30/37 avec une armature en FeE500 (S500B).
- Charge admissible : ≥ 250 dN/m² en zones tertiaires et ≥ 400 dN/m² en laboratoires et ateliers.
- Déformation maximale du plancher : L/500 sous charge d'exploitation.
- Vibrations limitées à $\leq 0,1$ mm/s pour les laboratoires sensibles.
- Résistance au feu des structures porteuses : SF ≥ 1 h en tertiaire et SF ≥ 2 h en zones techniques (conformité aux normes REI selon l'Eurocode 3).

4.4.5 MURS PORTEURS & CLOISONNEMENTS LOURDS

Les murs et cloisonnements intérieurs devront être conçus en cohérence avec les principes structurels du bâtiment et les exigences de durabilité, de résistance mécanique et d'évolutivité du projet.

La conception privilégiera des systèmes constructifs simples et robustes, garantissant la stabilité, la résistance aux chocs et la facilité d'entretien, tout en permettant des adaptations futures d'aménagement.

Les cloisons maçonnées seront limitées aux locaux nécessitant une performance accrue (techniques, sanitaires, zones à forte sollicitation). Elles recevront un enduit sur les deux faces avant finition, afin d'assurer la planéité et la pérennité des supports.

Dans les zones de bureaux et laboratoires, des cloisons légères ou systèmes démontables seront préférés, permettant une meilleure modularité et un entretien facilité.

Toutes les parois intérieures devront présenter :

- une résistance mécanique élevée aux chocs, adaptée aux usages intensifs (laboratoires, circulations, stockage) ;
- une capacité d'accrochage renforcée pour le mobilier, les équipements muraux et accessoires techniques ;
- une compatibilité avec les dispositifs de traitement acoustique et de protection incendie prévus dans le projet.

Les interfaces entre murs porteurs, cloisons légères et éléments de structure devront être traitées avec soin afin d'éviter tout pont acoustique, fissuration ou désordre différentiel.

4.4.6 CHARPENTE METALLIQUE

La conservation de la charpente métallique existante n'est envisageable que sous réserve du respect strict des conditions d'iso-chargement définies par l'étude de structure (p. 28 et p. 37) : « les charges rapportées sur la charpente devront être inférieures ou égales aux charges enlevées ».

Cette exigence s'applique tant aux charges permanentes de toiture qu'aux charges suspendues.

La conception de la nouvelle toiture double peau isolée respectera ces contraintes structurelles, sans qu'il soit prévu à ce stade d'équipements additionnels en toiture.

Toute évolution ultérieure du bâtiment impliquant des charges supplémentaires (notamment d'origine technique ou énergétique) devra faire l'objet d'une vérification structurelle spécifique avant toute mise en œuvre.

Dans une logique de réduction de l'empreinte carbone et de valorisation des ressources, les solutions de renforcement ou d'adaptation de la charpente métallique privilégieront le recours à des aciers issus de filières de recyclage, certifiés selon la norme NF EN 10025-2 ou équivalente.

Lorsque cela est possible, les éléments existants (poutres, profilés, accessoires de fixation) devront être réemployés ou réutilisés sur site, sous réserve de conformité structurelle et réglementaire.

Le concepteur-réalisateur intégrera une réflexion globale sur le réemploi et la valorisation des métaux dans le cadre du diagnostic PEMD, en lien avec les choix de renforcement et de traitement anticorrosion.

Exigences minimales :

- Type d'acier pour le renforcement : S355J2 (NF EN 10025-2) pour une résistance accrue.
- Traitement anticorrosion : Peinture intumescente pour garantir une stabilité au feu R60 minimum, en complément d'un revêtement galvanisé selon les zones exposées.
- Charge admissible sur la charpente : Intégration des charges permanentes et d'exploitation, avec une capacité de reprise des efforts des équipements techniques et des nouvelles toitures en bac acier.
- Systèmes de contreventement : Adaptation aux nouvelles charges, avec renforcement éventuel des assemblages et vérification des efforts de flexion et de traction.

4.5 CLOS ET COUVERT

Le clos et couvert du bâtiment H constitue un élément fondamental de sa réhabilitation et doit répondre à un ensemble d'exigences techniques, fonctionnelles et environnementales. L'ensemble de ces travaux a pour objectif d'assurer l'isolation thermique et acoustique du bâtiment, son étanchéité à l'air et à l'eau, ainsi que la pérennité de son enveloppe dans le temps.

L'intervention sur l'enveloppe devra concilier plusieurs impératifs : garantir un niveau de performance thermique conforme aux objectifs énergétiques, assurer une étanchéité fiable en minimisant les ponts thermiques, améliorer le confort des usagers en limitant les nuisances sonores et intégrer les dispositifs nécessaires à une bonne gestion des apports solaires. La conception devra tenir compte de la compatibilité avec la structure existante, tout en anticipant l'intégration des équipements techniques et en maintenant la cohérence architecturale du bâtiment dans son environnement immédiat.

4.5.1 CHARPENTE ET COUVERTURE

La charpente métallique du bâtiment H constitue un élément central de son enveloppe et de sa structure porteuse. L'intervention sur cette charpente vise à en assurer la pérennité, à garantir sa compatibilité avec les nouvelles exigences de performance énergétique et à anticiper l'intégration des équipements techniques futurs (dont ceux liés à la CVC). La réhabilitation portera ainsi sur l'éventuel renforcement des éléments porteurs et des assemblages afin de garantir leur résistance aux nouvelles charges induites par la mise en œuvre de l'Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) et par l'ajout éventuel d'équipements techniques en toiture.

Le choix des aciers pour les renforts structurels devra répondre aux normes en vigueur, notamment les Eurocodes et la norme NF EN 1090. Les éléments de renforcement seront constitués d'aciers de classe S235 ou S355, en fonction des contraintes mécaniques identifiées lors des études d'exécution. Les assemblages seront dimensionnés de manière à assurer une parfaite transmission des efforts et devront répondre aux exigences de résistance et de durabilité définies dans les règlements techniques en vigueur.

La couverture sera entièrement rénovée afin de répondre aux exigences d'étanchéité, d'isolation thermique et d'intégration technique. Une attention particulière sera portée aux points singuliers, notamment au droit des pignons où la transition entre l'existant et le rénové représente un enjeu du projet. Cette interface devra être traitée avec un soin particulier afin d'assurer une parfaite continuité entre les éléments conservés et les ouvrages neufs, tant en termes d'étanchéité que d'isolation thermique.

Les tolérances d'exécution devront respecter les prescriptions des normes en vigueur, en particulier la norme NF EN 1090-2 pour la fabrication et le montage des structures métalliques. Les déformations sous charge d'exploitation seront limitées à L/300 pour les éléments porteurs principaux et à L/500 pour les éléments supportant des équipements sensibles. Les points de connexion entre les structures anciennes et nouvelles feront l'objet d'un suivi particulier afin de garantir l'absence de décalages ou de contraintes différentielles susceptibles de générer des pathologies à long terme.

Exigences minimales :

- Renforcement structurel et mise en conformité des assemblages selon les normes Eurocodes et NF EN 1090.
- Utilisation d'aciers de classe S235 ou S355 selon les efforts structurels requis.
- Traitement spécifique des interfaces entre l'existant et le rénové afin d'assurer une continuité parfaite de l'enveloppe.
- Étanchéité bicouche avec résistance au poinçonnement ≥ 1000 N.
- Tolérances d'exécution conformes à la norme NF EN 1090-2 avec un contrôle de planéité maximal de 5 mm sur 2 m.
- Sécurisation des accès en toiture pour la maintenance et l'exploitation.
- Mise en œuvre de dispositifs de recouvrement temporaire durant le phasage afin d'éviter les infiltrations et assurer une continuité de protection.

4.5.2 FAÇADES

Les façades du bâtiment H feront l'objet d'une réhabilitation complète visant à améliorer significativement les performances thermiques, acoustiques et l'étanchéité à l'air. L'intervention sur ces façades devra répondre aux objectifs de confort des usagers tout en s'intégrant dans l'architecture existante et en anticipant l'évolution des usages du bâtiment.

Le phasage des travaux devra être particulièrement soigné afin de permettre une transition progressive entre les anciennes façades et les nouvelles parois isolées. Les interventions seront planifiées de manière à limiter l'impact sur les activités en cours, en garantissant à tout moment la mise hors d'eau et la protection contre les intempéries des espaces non encore traités.

Une attention particulière sera portée aux jonctions entre les nouvelles façades et les éléments conservés. Les traitements des points singuliers, notamment aux niveaux des appuis de plancher, des liaisons avec la charpente métallique et des encadrements de baies, devront garantir une continuité parfaite de l'isolation et de l'étanchéité.

Les matériaux utilisés devront être conformes aux exigences de durabilité et de résistance mécanique du site, notamment en matière de tenue aux chocs et aux déformations induites par les écarts thermiques. Les bardages et isolants sélectionnés seront compatibles avec les normes en vigueur, notamment les exigences des DTU 40.37 et 31.4 pour les bardages métalliques et les systèmes d'isolation par l'extérieur.

Les tolérances de mise en œuvre respecteront les prescriptions des normes applicables, notamment un contrôle de planéité maximal de 5 mm sur 2 mètres et un écart de niveau maximal de 10 mm sur l'ensemble d'une façade. La fixation des parements sera dimensionnée pour assurer une résistance mécanique suffisante face aux charges climatiques, avec des ancrages adaptés aux conditions de vent du site.

Exigences minimales :

- Résistance mécanique des bardages conformes aux normes CSTB et DTU 40.37.
- Planéité maximale des parements limitée à 5 mm sur 2 mètres.
- Ancrages et fixations conformes aux contraintes climatiques du site.
- Mise en œuvre d'un phasage optimisé garantissant une transition progressive entre l'ancien et le rénové.

4.5.3 MENUISERIES EXTERIEURES

Les menuiseries extérieures feront l'objet d'un remplacement intégral afin d'améliorer les performances thermiques et acoustiques, d'optimiser l'étanchéité à l'air et de renforcer la sécurité du bâtiment. L'objectif est de garantir une enveloppe performante, conforme aux exigences réglementaires en vigueur, tout en s'intégrant de manière harmonieuse avec la façade rénovée.

Le phasage des interventions sur les menuiseries devra être coordonné avec les travaux de façades et de couverture afin d'assurer une mise hors d'air et hors d'eau efficace à chaque étape du chantier. Cette organisation devra permettre d'accompagner la mise en service progressive des espaces, au fil des tranches de travaux, en garantissant des conditions d'usage adaptées lors de l'ouverture successive des locaux, sans préjuger d'une occupation généralisée dès le démarrage de l'opération.

Les points singuliers, tels que les encadrements de baies, les seuils et les jonctions avec l'ITE, devront faire l'objet d'un traitement soigné afin d'assurer la continuité de l'étanchéité à l'air et d'éviter les ponts thermiques. Les performances des nouveaux éléments seront vérifiées en amont, notamment par le biais d'essais d'infiltrométrie, pour s'assurer du respect des exigences de perméabilité à l'air et d'efficacité énergétique.

Les menuiseries devront également répondre aux exigences de sécurité et d'accessibilité. Toutes les ouvertures en rez-de-chaussée et les accès aux zones sensibles feront l'objet d'un renforcement spécifique, avec des vitrages retardateurs d'effraction et des systèmes de fermeture multipoints. Par ailleurs, la conception des ouvertures devra être adaptée aux normes d'accessibilité PMR, en veillant à la hauteur des seuils et à la facilité de manipulation des vantaux.

Les tolérances de mise en œuvre respecteront les prescriptions des normes applicables, notamment un écart de planéité maximal de 3 mm par mètre linéaire et une déviation maximale de 5 mm sur la hauteur totale des baies. Les performances acoustiques des vitrages seront adaptées aux usages des locaux, avec une atténuation minimale de 35 dB pour les espaces sensibles et de 40 dB pour les laboratoires nécessitant un confort acoustique renforcé.

Exigences minimales :

- Résistance mécanique et tenue aux efforts conformes aux normes NF DTU 36.5.
- Atténuation acoustique minimale de 35 dB (jusqu'à 40 dB selon les locaux).
- Mise en œuvre progressive intégrée au phasage général de l'opération.
- Sécurisation des accès sensibles avec vitrages retardateurs d'effraction et serrures multipoints.
- Respect des normes d'accessibilité PMR pour la hauteur des seuils et la manipulation des ouvrants.

4.5.4 PROTECTIONS SOLAIRES ET OCCULTATIONS

Se reporter au chapitre confort, énergie et environnement pour les prescriptions relatives aux protections solaires.

Les occultations intérieures joueront également un rôle clé, notamment dans les espaces nécessitant un contrôle précis de la luminosité tels que les laboratoires et les salles de réunion. Elles devront offrir un bon niveau de flexibilité pour s'adapter aux besoins des utilisateurs, en permettant un ajustement manuel ou motorisé des niveaux d'occultation selon les exigences des activités menées dans les locaux concernés.

Le phasage des interventions devra être étudié en cohérence avec les travaux sur les façades et les menuiseries extérieures. L'installation des dispositifs devra être planifiée de manière à garantir leur mise en œuvre optimale sans perturber l'exploitation des espaces déjà réhabilités. Un suivi rigoureux des performances des protections solaires sera réalisé, notamment en ce qui concerne leur efficacité thermique et leur résistance aux conditions climatiques locales.

Exigences minimales :

- Occultations intérieures adaptées aux usages spécifiques (laboratoires, salles de réunion).
- Résistance mécanique et tenue aux intempéries conformes aux normes NF DTU 34.4.
- Intégration des protections solaires au phasage des travaux pour limiter les perturbations de l'exploitation.

4.5.5 ÉCLAIRAGE NATUREL ET SECOND JOUR

L'éclairage naturel constitue un objectif de confort et de sobriété énergétique, conformément aux arbitrages validés lors de l'atelier « Confort, énergie et environnement ».

La conception du bâtiment recherchera un apport maximal de lumière naturelle directe ou indirecte dans les locaux occupés de manière permanente, sans recours à des dispositifs architecturaux coûteux ou non compatibles avec la structure existante.

Règles générales :

- Les locaux à occupation permanente (bureaux, salles de réunion, zones de travail) viseront un Facteur Lumière Jour (FLJ) ≥ 2 % pour 80 % de la surface de premier rang, conformément à l'objectif HQE arbitré.
- Les espaces ne pouvant bénéficier d'un premier jour (laboratoires, zones techniques, réserves) pourront être éclairés en second jour, par châssis vitrés, impostes translucides ou autres dispositifs simples de transfert lumineux, dans la mesure du possible et sans incidence sur la sécurité ou les usages scientifiques.
- Aucun recours n'est prévu à des ouvrants zénithaux ou verrières, jugés inadaptés à la configuration et à la pérennité de la toiture existante.
- Le choix des teintes intérieures (plafonds et murs $> 0,6$ de coefficient de réflexion) contribuera à l'amélioration du confort visuel et à la diffusion de la lumière.
- Les protections solaires assureront le contrôle de l'éblouissement et la maîtrise des apports thermiques.

4.6 AMENAGEMENTS INTERIEURS

La réhabilitation du bâtiment H s'inscrit dans une démarche d'optimisation et de modernisation des espaces, en intégrant des exigences spécifiques liées à son usage mixte : bureaux modulables, locaux expérimentaux et espaces techniques. Les aménagements intérieurs devront garantir une flexibilité maximale dans les zones tertiaires, tout en respectant les contraintes rigoureuses des laboratoires et espaces d'expérimentation.

Le concepteur devra proposer des solutions techniques conformes aux réglementations en vigueur, tout en optimisant la durabilité, la maintenance et l'adaptabilité des espaces. Les choix devront être justifiés par des études techniques intégrant les impératifs fonctionnels et économiques du projet.

4.6.1 MURS ET CLOISONNEMENTS

Les murs et cloisonnements devront répondre aux exigences fonctionnelles et structurelles, tout en garantissant une performance optimale en termes d'isolation acoustique, thermique et de sécurité incendie.

Dans les bureaux et salles de réunion, le cloisonnement devra permettre une adaptabilité des espaces pour répondre aux évolutions des usages. Le programme impose ainsi que les systèmes de cloisonnement garantissent la modularité et la reconfiguration des espaces sans générer de travaux destructifs, tout en assurant une isolation acoustique et une stabilité mécanique suffisantes.

Les cloisons seront constituées de plaques de plâtre sur ossature métallique, avec des caractéristiques adaptées aux différents usages :

- Cloisons adaptées aux besoins de flexibilité des bureaux et salles de réunion tout en respectant les performances acoustiques et mécaniques requises.
- Cloisons haute performance acoustique pour les laboratoires et espaces sensibles.
- Cloisons hydrofuges dans les zones humides.
- Cloisons résistantes aux impacts dans les locaux techniques et espaces à usage intensif.

Exigences minimales :

- Résistance au feu : EI30 à EI60 selon les espaces concernés, en conformité avec la norme NF EN 1364-1.
- Affaiblissement acoustique : ≥ 50 dB pour les espaces nécessitant une confidentialité renforcée.
- Réaction au feu des matériaux : M1 ou A2-s1,d0.
- Mise en œuvre conforme au NF DTU 25.41 avec une tolérance de planéité de 5 mm sous la règle de 2 m.
- Les systèmes de cloisonnement assurant la modularité devront respecter les exigences de stabilité mécanique et d'isolation acoustique minimales définies par la norme NF EN 1023-2.

4.6.2 REVETEMENTS INTERIEURS ET FINITIONS

Les revêtements intérieurs participent à la fois à la qualité d'usage, au confort visuel et acoustique, et à la durabilité du bâtiment. Leur choix devra répondre aux exigences d'hygiène, de sécurité, de résistance mécanique et de facilité d'entretien, tout en respectant les objectifs environnementaux du projet.

REVETEMENTS DE SOLS

Les revêtements de sols seront sélectionnés en fonction des usages, des exigences de résistance et des contraintes d'entretien propres à chaque type de local.

Exigences minimales :

- Sols souples (PVC sans phtalates, linoléum ou équivalent biosourcé) dans les bureaux, laboratoires et zones de passage fréquent, présentant :
 - résistance à l'usure (classe U4P3 selon classement UPEC) ;
 - classement feu minimal Cfl-s1 ;
 - entretien aisé et compatibilité avec les produits de nettoyage neutres.
- Sols durs (carrelage, béton quartzé ou résine) dans les locaux techniques, zones humides et de stockage.
- Plinthes assorties aux revêtements, assurant la continuité de l'étanchéité et la protection des parois basses.

Les revêtements devront présenter un niveau d'émission dans l'air intérieur $\leq A+$, et être exempts de substances CMR 1A/1B et de formaldéhyde ajouté.

REVETEMENTS MURAUX ET PLAFONDS

D'une façon générale, il sera appliqué un revêtement peinture sur toutes les parois des locaux (murs et plafonds), y compris en l'absence de faux plafonds ou de revêtements de sols souples ou durs.

Les peintures devront être :

- à liant aqueux, sans solvants aromatiques ;
- classées A+ selon l'étiquetage des émissions dans l'air intérieur ;
- lessivables et résistantes aux désinfections répétées dans les zones sensibles.

La finition retenue est une finition de niveau B – courante, adaptée à l'usage des locaux tertiaires et techniques.

Les finitions seront déclinées comme suit :

- Finition satinée pour les circulations, zones de passage et locaux d'entretien ;
- Finition mate pour les bureaux, salles de réunion et espaces d'enseignement ou de recherche.

Aucune finition de type A (haut de gamme) n'est exigée. Les teintes définitives seront validées par la maîtrise d'ouvrage en phase EXE.

REVETEMENTS DE SOLS ET MURS DANS LES ZONES TECHNIQUES ET ATELIERS

Les locaux techniques et espaces de manutention recevront un traitement de protection adapté à leur usage intensif.

Les sols et murs seront revêtus d'une peinture de type industriel ou technique, résistante aux chocs, aux produits d'entretien et aux projections.

La mise en œuvre des revêtements sera réalisée avant l'installation des équipements, canalisations et mobiliers techniques, afin de garantir la continuité du traitement de surface et d'assurer la protection des parois.

Dans les zones de manutention et d'ateliers, des protections murales complémentaires (plaques PVC, plinthes renforcées ou butoirs) seront prévues en pied de parois pour limiter les dégradations liées aux chariots ou au matériel roulant.

Exigences minimales :

- Résistance à l'abrasion et aux chocs selon norme NF T 30-608 ;
- Résistance chimique aux produits d'entretien courants ;
- Classement glissance au sol R10 minimum ;
- Finition satinée lavable sur les parois verticales.

4.6.3 FAUX PLAFONDS

Les faux plafonds devront masquer les équipements techniques et garantir un accès aisé pour la maintenance.

Exigences minimales :

- Classement au feu M1 ou A2-s1,d0 pour les laboratoires.
- Résistance mécanique conforme au NF DTU 58.1.
- Tolérance d'alignement des dalles ≤ 2 mm/m.
- Les faux plafonds démontables doivent permettre un accès aisé aux équipements techniques avec une ouverture minimum de 600 x 600 mm.

4.6.4 MENUISERIES INTERIEURES

Les menuiseries intérieures comprendront les portes, cloisons vitrées et dispositifs de séparation intégrés, tout en garantissant une sécurité et une accessibilité optimales.

Les portes devront répondre aux exigences d'atténuation acoustique, de résistance au feu et d'accessibilité PMR. Les locaux techniques et laboratoires nécessitant une protection spécifique devront être équipés de menuiseries renforcées.

Exigences minimales :

- Portes coupe-feu conformes à NF EN 1634-1, résistance EI30 à EI60.
- Affaiblissement acoustique :
 - ≥ 35 dB pour les bureaux.
 - ≥ 40 dB pour les laboratoires sensibles.
- Vitrages retardateurs d'effraction classe P5A selon NF EN 356.
- Accessibilité PMR : efforts de manœuvre conformes à NF P98-351.
- Tolérance de verticalité des vantaux ≤ 3 mm/m.
- Travaux de retrait d'amiante et de gestion des peintures au plomb conformément aux réglementations Code du travail (articles R4412-94 à R4412-148) et arrêté du 12 décembre 2012 relatif à la gestion du plomb dans les bâtiments.

4.6.5 SERRURERIE ET METALLERIE

La serrurerie et la métallerie devront assurer la sécurité et la pérennité des installations tout en garantissant une intégration harmonieuse dans l'architecture intérieure. Tous les dispositifs devront être conçus pour limiter l'usure et permettre une maintenance facilitée.

Les éléments métalliques existants, y compris les garde-corps, structures en IPN et rampes, devront être inspectés et soumis à des interventions spécifiques en raison des concentrations de plomb relevées. Les traitements appliqués devront assurer une protection contre l'exposition aux poussières de plomb lors des travaux.

Exigences minimales :

- Systèmes de contrôle d'accès conformes à NF EN 50133.
- Garde-corps respectant NF P01-012, hauteur minimale 1,10 m, résistance aux efforts 600 N/ml.
- Rideaux métalliques certifiés EN 1627 classe RC3 minimum.
- Traitement anticorrosion des éléments métalliques classe C3 du référentiel ISO 12944.
- Gestion des éléments contenant du plomb conforme aux exigences du Code de la santé publique (articles R1334-1 à R1334-13).
- Tolérance d'alignement des éléments métalliques ≤ 2 mm/m.

L'ensemble des aménagements intérieurs devra être conçu dans le respect strict des normes en vigueur, tout en laissant au concepteur la liberté de proposer des solutions optimisées répondant aux contraintes du projet. Le respect des tolérances d'exécution, des performances réglementaires et des principes de mise en œuvre définis par les DTU et normes applicables sera impératif.

4.6.6 QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES MATERIAUX

Les matériaux utilisés en aménagements intérieurs et second œuvre devront respecter les prescriptions minimales suivantes :

- Tous matériaux de second-œuvre en étiquette A+ ;
- Bois : labellisé PEFC ou FSC ;
- Autres matériaux conformes aux exigences du tableau ci-dessous :

Familles de matériaux		Classement ou label minimal (ou équivalent)
Revêtements de sol souples	Moquettes	GÜT
	Linoleum, PVC, résine	AgBB, EC1 (Emicode)
Revêtements de sol durs	Stratifié, parquet	AgBB, EC1 (Emicode)
	Carrelage	Ecolabel européen / NF Environnement EC1 (Emicode)
Revêtements muraux	Peintures	Ecolabel européen / NF Environnement Ange Bleu, Taux COV < 1 g/l
	Colles	EC1 (Emicode)
Bois reconstitués et agglomérés	Panneaux de particules de bois collés	Classe E1 de la norme EN 312-1
	Panneaux de fibres	Fibres HDF ou dur sans colle, ou classe A de la norme EN 622-1 ou classe E1 de la norme EN 312-1
	Panneaux contreplaqués	Classe A de la norme EN 1084 ou E1 de la classification européenne
Faux-plafonds	Fibre, laine, bois, métal	EUCEB
	plâtre	EUCEB (Acermi)
Isolants	Minéraux	EUCEB (Acermi)
	Végétaux	Nature+

Les bois et produits dérivés du bois utilisés dans le cadre du projet devront provenir de filières responsables et traçables, issues de forêts gérées durablement.

Ils devront être certifiés PEFC ou FSC, ou à défaut disposer d'un label équivalent reconnu garantissant la gestion durable des ressources forestières.

Lorsque cela est possible, le recours à des essences locales ou à des fournisseurs français ou européens sera privilégié afin de réduire l'empreinte carbone liée au transport et de soutenir les circuits courts.

Les documents suivants seront exigés à la réception des matériaux :

- certificats ou attestations de conformité PEFC/FSC ou équivalent ;
- fiches de données environnementales et sanitaires (FDES) associées ;
- déclaration d'origine des bois employés.

Ces exigences s'appliquent à tous les ouvrages comportant des composants en bois : structures, menuiseries, habillages, mobiliers fixes ou éléments d'agencement.

Une attention particulière sera portée à la sélection des produits à faible impact sanitaire et environnemental :

- absence de composés organiques volatils (COV) et de formaldéhydes ;
- non-utilisation de substances classées CMR 1A ou 1B ;
- valorisation des produits porteurs de labels reconnus (Blue Angel, Écolabel UE, NF Environnement, ou équivalent).

Avant la livraison, une phase de “flush-out” (ou surventilation) d’au moins une semaine devra être réalisée pour assurer le renouvellement complet de l’air intérieur et la dissipation des éventuels polluants résiduels issus des finitions.

4.7 L’ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL

L’éclairage artificiel du bâtiment H devra garantir un confort visuel optimal, une efficacité énergétique maîtrisée et une adaptabilité aux usages des différents espaces. L’ensemble des installations devra respecter les réglementations en vigueur en matière d’éclairage intérieur, extérieur et de sécurité, tout en intégrant les principes de sobriété énergétique et de gestion intelligente de l’éclairage.

L’éclairage intérieur fera l’objet d’un relamping global en technologie LED, dimensionné sur une puissance moyenne de 6 W/m² pour un éclairement cible de 300 lux, conformément à la norme NF EN 12464-1.

Les luminaires seront compatibles DALI 2 ou équivalent, afin de permettre une gestion souple et évolutive de l’éclairage, fondée prioritairement sur une commande locale par les usagers (allumage, extinction, gradation), adaptée aux usages réels des locaux.

Dans les espaces bénéficiant d’apports en lumière naturelle, les dispositifs d’éclairage permettront un ajustement fin du niveau lumineux, afin d’assurer le confort visuel tout au long de la journée, en laissant à l’utilisateur la maîtrise des ambiances lumineuses.

Le système sera interopérable avec la supervision technique du bâtiment (GTB) ou raccordable à celle-ci dans le cadre de la mise en conformité au décret BACS.

Ces dispositions visent à maintenir la performance énergétique globale et la qualité visuelle tout en optimisant la maintenance.

Les hypothèses détaillées d’éclairage et de confort visuel seront reprises au chapitre 3.4 “Données de confort et hypothèses de calcul”, sous forme de tableau récapitulatif.

4.7.1 ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL INTERIEUR

Se reporter au chapitre confort, énergie et environnement

4.7.2 ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL EXTERIEUR

L’éclairage extérieur devra assurer une mise en lumière sécurisée des abords du bâtiment, tout en limitant les nuisances lumineuses et la consommation énergétique. Il devra être conçu en cohérence avec l’architecture du site et les usages des espaces extérieurs.

Les zones concernées par l'éclairage extérieur sont :

- Accès principaux et secondaires : éclairage de balisage et mise en valeur des entrées.
- Parkings et zones de circulation : éclairage directionnel pour assurer la visibilité et la sécurité.
- Cheminements piétons : balisage lumineux adapté pour éviter les zones d'ombre.

L'éclairage extérieur devra intégrer des dispositifs de gestion optimisée :

- Extinction programmée en dehors des heures d'occupation.
- Flux lumineux exclusivement orienté vers le bas (0 % d'émission au-dessus de l'horizontale), pour limiter la diffusion vers le ciel et préserver la biodiversité.
- Détecteurs de présence pour les accès et parkings.

Exigences minimales :

- Conformité avec la norme NF EN 13201-2 pour les niveaux d'éclairement extérieur.
- Limitation des nuisances lumineuses selon le décret du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, la réduction et la limitation des nuisances lumineuses.
- Indice de protection des luminaires IP65 minimum pour les installations en extérieur.
- Classement énergétique A ou supérieur, avec priorité aux technologies LED.
- Température de couleur inférieure à 3 000 K pour limiter l'impact sur la biodiversité

4.7.3 ÉCLAIRAGE DE SECURITE

L'éclairage de sécurité devra assurer l'évacuation des occupants en cas de défaillance du système principal, ainsi que la mise en sécurité des espaces à risque. Il sera conçu en conformité avec la réglementation en vigueur et intégrera des dispositifs d'éclairage autonome garantissant une autonomie minimale.

Les dispositifs d'éclairage de sécurité comprendront :

- Blocs autonomes d'éclairage de sécurité (BAES) pour l'évacuation des circulations et escaliers.
- Éclairage d'ambiance dans les locaux pouvant accueillir du public pour maintenir un éclairage suffisant en cas de panne.
- Éclairage de sécurité renforcé dans les laboratoires et locaux techniques à risque.

L'installation et la maintenance des équipements devront être assurées conformément aux prescriptions réglementaires et aux contraintes spécifiques du bâtiment H.

Exigences minimales :

- Conformité avec la norme NF EN 1838 relative aux exigences d'éclairage de sécurité.
- Temps d'allumage immédiat avec autonomie minimale de 1 heure.
- Niveau d'éclairement minimal de 1 lux au sol dans les circulations principales.
- BAES conformes à la norme NF C 71-800 et classés IP42 minimum.
- Intégration des luminaires de sécurité dans un système de supervision centralisée, permettant un contrôle et un test automatique.

4.8 PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

La protection du bâtiment contre les effets directs et indirects de la foudre devra être étudiée par le concepteur-réalisateur conformément à la réglementation en vigueur.

Une analyse de risque au sens de la norme NF EN 62305-2 sera réalisée pour déterminer la nécessité et le niveau de protection à mettre en œuvre (niveaux I à IV).

Si le risque est avéré, un dispositif complet de protection sera installé, comprenant :

- un paratonnerre ou un système de capture adapté à la configuration du bâtiment,
- un réseau de descente et de mise à la terre conforme à NF EN 62305-3,
- et la protection contre les surtensions sur les réseaux électriques et courants faibles, en application de NF EN 62305-4.

L'ensemble du système devra être conçu pour garantir :

- la sécurité des personnes et des équipements sensibles,
- la continuité de fonctionnement des installations techniques,
- et la compatibilité électromagnétique (CEM) avec les équipements de mesure et de recherche.

Une attestation de conformité (étude de risque + rapport de mesure de terre) sera exigée en fin de travaux.

4.9 COURANTS FORTS

Les installations de courants forts du bâtiment H devront être dimensionnées pour garantir la sécurité, la continuité d'alimentation et l'efficacité énergétique du site, en intégrant les contraintes liées à la réhabilitation, au phasage des travaux et aux spécificités des différents espaces (tertiaires, laboratoires, locaux techniques). La conception devra assurer une évolutivité maîtrisée, notamment dans les zones modulables comme les bureaux et salles de réunion.

Les installations devront être conformes aux normes en vigueur et aux référentiels de sécurité, notamment NF C 15-100 pour la distribution électrique et les équipements associés.

4.9.1 ORIGINE DE L'INSTALLATION

L'alimentation principale du bâtiment sera assurée à partir du poste de transformation HT/BT existant ou d'une nouvelle arrivée en cas de restructuration profonde du réseau électrique. Une analyse détaillée de la capacité du réseau sera requise afin de garantir une puissance suffisante pour les nouveaux équipements, tout en anticipant d'éventuelles extensions futures.

À ce titre, le dimensionnement des installations électriques intégrera, à titre d'objectif, une réserve de puissance de l'ordre de 20 % par rapport aux besoins identifiés à l'issue des études de conception, afin de permettre l'intégration ultérieure d'équipements ou d'évolutions fonctionnelles sans remise en cause majeure des infrastructures.

L'origine de l'installation devra permettre :

- Une alimentation sécurisée et dimensionnée aux besoins actuels et futurs (réserve de 20%).
- Une compatibilité avec un schéma de comptage et de suivi des consommations (le plan de comptage sera soumis à validation et doit permettre un suivi des consommations par usage, selon les mêmes principes que définis à l'article 31 de l'arrêté RT2012 ou article 28 de l'arrêté RE2020 pour les bâtiments neufs).
- Une protection contre les surtensions et perturbations électriques conformément aux prescriptions de NF EN 62305.
- Une prise en compte des besoins spécifiques des équipements expérimentaux nécessitant une alimentation stable, protégée contre les surtensions et respectant les recommandations des fabricants.

Exigences minimales :

- Intégration d'une analyse de la qualité du réseau (harmoniques, surtensions, chute de tension).
- Mise en place de protections différentielles haute sensibilité 30 mA sur circuits terminaux et 300 mA sur alimentations générales, sous réserve de compatibilité avec les équipements spécifiques des salles d'expérimentation.
- Compatibilité avec une gestion intelligente de l'énergie, incluant la possibilité de mise en place d'un sous-comptage par grands usages, permettant le suivi et l'analyse des consommations énergétiques, selon un plan de comptage à définir et à valider en phase de conception.

4.9.2 TABLEAUX ELECTRIQUES

Les tableaux électriques devront assurer une distribution fiable et sécurisée des courants forts dans l'ensemble du bâtiment. Ils seront conçus de manière évolutive pour permettre l'ajout de nouveaux départs sans nécessiter d'interventions lourdes.

Les tableaux seront positionnés stratégiquement pour garantir un accès aisé aux équipes de maintenance, en cohérence avec le phasage des travaux. Ils intégreront des dispositifs de protection et de surveillance pour assurer une exploitation optimisée.

Exigences minimales :

- Tableaux conformes à NF EN 61439-1.
- Classement IP \geq 55 pour les locaux techniques et les zones exposées.
- Séparation des circuits prioritaires et non prioritaires.
- Intégration de dispositifs de mesure et de télésurveillance pour le suivi des consommations.

4.9.3 DISTRIBUTION

La distribution électrique devra être pensée pour répondre aux usages spécifiques de chaque zone du bâtiment, en tenant compte des contraintes de la réhabilitation et du maintien des espaces en activité pendant les travaux.

Le réseau de distribution sera structuré autour de :

- un réseau principal haute capacité, optimisé pour minimiser les chutes de tension ;
- des sous-réseaux dédiés aux différents types d'usages (tertiaire, laboratoires, techniques) ;
- des chemins de câbles et gaines accessibles, facilitant les interventions de maintenance et permettant l'évolutivité des installations ; le dimensionnement visera un taux de remplissage en exploitation n'excédant pas 70 %, afin de préserver des capacités d'évolution ultérieure, sans surdimensionnement excessif
- des câblages et terminaux spécifiques adaptés aux équipements des salles d'expérimentation, nécessitant une stabilité électrique renforcée et des protections contre les interférences électromagnétiques.

Les cheminements pourront, lorsque cela est pertinent, être installés en zones sans faux plafond afin de faciliter la maintenance et garantir l'accessibilité aux réseaux,

Exigences minimales :

- Sections de câbles conformes aux prescriptions de NF C 15-100, avec des marges de sécurité permettant de futures extensions sans surdimensionnement injustifié.
- Protection mécanique des chemins de câbles dans les zones techniques.
- Intégration de prises et bornes adaptées aux besoins spécifiques des équipements de laboratoire.
- Mise en œuvre de câbles blindés et prises spécifiques pour les équipements sensibles des salles d'expérimentation, garantissant une alimentation stable et sécurisée.
- Vérification de la compatibilité des protections différentielles avec les équipements des salles d'expérimentation et ajustement en fonction des préconisations des fabricants (différentiels type A, HPI, transformateurs d'isolement si nécessaire).
- Les réserves et cheminements décrits ci-dessus sont à considérer comme inclus dans le dimensionnement de base, conformément aux pratiques normalisées et aux arbitrages budgétaires validés.

4.9.4 INTERFACES

L'installation électrique devra être parfaitement coordonnée avec les autres corps d'état, notamment :

- Le génie climatique (CVC), pour assurer la compatibilité des alimentations avec les équipements aérauliques et frigorifiques.
- Le contrôle d'accès et la sûreté, afin d'alimenter les systèmes de vidéosurveillance, de contrôle des issues et d'alarme.
- Les courants faibles et le réseau informatique, en prévoyant des alimentations dédiées et protégées contre les interférences électromagnétiques.
- Les équipements spécifiques des salles d'expérimentation, nécessitant une alimentation adaptée aux contraintes de stabilité, de puissance et de continuité d'exploitation.

Exigences minimales :

- Mise en œuvre de circuits indépendants pour les équipements sensibles.
- Respect des distances minimales entre câbles courants forts et courants faibles selon NF C 15-100.
- Prévoir des réservations pour intégration future de nouveaux équipements.
- Assurer une compatibilité des alimentations avec les besoins spécifiques des équipements expérimentaux (stabilité de tension, protection contre les interférences électromagnétiques, alimentation redondante si nécessaire).

4.9.5 COURANT ONDULÉ

Certains équipements nécessitant une alimentation stable seront être protégés par des systèmes de courant ondulé, notamment :

- Les postes informatiques et serveurs.
- Les équipements de contrôle et de mesure en laboratoire.
- Les systèmes techniques et de sûreté nécessitant une alimentation stabilisée.

Le périmètre précis des équipements à raccorder au réseau ondulé sera affiné en phase d'études, sur la base des besoins fonctionnels exprimés par les laboratoires et les utilisateurs, et validé par la maîtrise d'ouvrage.

Cette démarche permettra d'adapter le dimensionnement du réseau ondulé aux besoins réels, dans un objectif de dimensionnement, sans sur-spécification ni remise en cause des fonctionnalités attendues.

Exigences minimales :

- Onduleurs double conversion conformes à NF EN 62040-3.
- Autonomie minimale de 60 minutes en pleine charge.
- Redondance pour les équipements critiques.

Cas particulier – Salles d'essais multi-zones et salle de caractérisation vibro-acoustique :

L'alimentation électrique de ces espaces sera organisée sur deux réseaux distincts :

- Un réseau de service non protégé, comportant 2 prises réparties dans la salle, destiné aux usages généraux ;
- Un réseau protégé comprenant 8 prises dédiées à l'instrumentation, relié à un onduleur d'environ 3000 VA assurant la protection contre les micro-coupures et les surtensions.

L'onduleur sera équipé d'une batterie offrant une autonomie suffisante pour permettre un arrêt maîtrisé de l'ensemble des systèmes électroniques et informatiques en cas de coupure du réseau externe.

Cet équipement sera installé dans la salle d'essais multi-zones, en coordination avec le réseau électrique principal et les tableaux divisionnaires.

Afin d'assurer la sécurité des opérateurs, un dispositif d'arrêt d'urgence sera également prévu :

- Dans la salle de caractérisation vibro-acoustique,
- Et dans la salle d'essais multi-zones, au niveau du poste de contrôle.

4.9.6 COMPTAGE ELECTRIQUE

Le plan de comptage du bâtiment (à fournir dès l'APD) devra suivre les mêmes règles que celles applicables au bâtiment neuf selon l'article 31 de l'arrêté RT2012 ou article 28 de l'arrêté RE2020 pour les bâtiments neufs, dont l'extrait est repris ici :

« Les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation sont équipés de systèmes permettant de mesurer ou de calculer la consommation d'énergie :

- pour le chauffage : par tranche de 500 m² de surface concernée ou par tableau électrique, ou par étage, ou par départ direct ;
- pour le refroidissement : par tranche de 500 m² de surface concernée ou par tableau électrique, ou par étage, ou par départ direct ;
- pour la production d'eau chaude sanitaire ;
- pour l'éclairage : par tranche de 500 m² de surface concernée ou par tableau électrique, ou par étage ;
- pour le réseau des prises de courant : par tranche de 500 m² surface concernée ou par tableau électrique, ou par étage ;
- pour les centrales de ventilation : par centrale ;

par départ direct de plus de 80 ampères. »

4.10 COURANTS FAIBLES

Les installations de courants faibles du bâtiment H devront être conçues pour garantir une connectivité optimale, une sécurité renforcée et une gestion efficace des infrastructures techniques. L'ensemble du système devra être interopérable, évolutif et conforme aux réglementations en vigueur.

4.10.1 LE PRECABLAGE TELEPHONIE - INFORMATIQUE - VIDEO, VOIE DONNEES IMAGES (VDI)

L'ensemble des réseaux de communication (téléphonie, informatique et vidéo) devra être pré-câblé en infrastructure cuivre et fibre optique pour garantir un haut débit et une évolutivité des équipements.

Exigences minimales :

- Câblage structuré conforme à la norme NF EN 50173-1.
- Réseaux cuivre en catégorie 6A minimum pour assurer des débits élevés et limiter les interférences électromagnétiques.
- Installation de fibres optiques OM4 multimode et OS2 monomode selon les usages spécifiques.
- Séparation physique des réseaux de communication et des courants forts pour limiter les perturbations électromagnétiques.

Les choix d'architecture réseau, de typologie de prises et de schéma de brassage seront compatibles avec les standards IT du campus et feront l'objet d'une validation par les services informatiques (DSI / IT) en phase d'études.

4.10.2 COUVERTURE WI-FI

Le concepteur-réalisateur devra intégrer dans ses études l'ensemble des dispositions nécessaires à la mise en œuvre d'une couverture Wi-Fi performante sur l'ensemble du bâtiment.

Ses prestations comprendront :

- l'étude de couverture radio (simulation de propagation et validation sur plan),
- le câblage RJ45 jusqu'aux emplacements prévus pour les points d'accès,
- la fourniture et la pose des supports, goulottes et chemins de câbles nécessaires,
- la mise à disposition de prises RJ45 capotées et repérées en attente pour le raccordement des bornes.

La fourniture, la configuration et le paramétrage des bornes Wi-Fi, ainsi que des switchs de brassage associés, resteront à la charge du maître d'ouvrage ou de son exploitant numérique.

Dans le cas de plafonds démontables, les bornes devront demeurer accessibles pour maintenance et implantées de manière à ne pas être masquées par les éléments de structure ou d'éclairage.

Les études devront garantir une homogénéité de couverture et éviter toute zone d'ombre, en cohérence avec le plan d'aménagement intérieur et les cloisonnements prévus.

Exigences minimales :

- Déploiement conforme à la norme IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6E), compatible avec les futurs équipements Wi-Fi 7.
- Répartition des points d'accès sur la base d'une étude de couverture radio garantissant une homogénéité de signal dans tous les espaces occupés.
- Accessibilité des points d'accès pour maintenance, y compris dans les zones en faux-plafonds démontables.

4.10.3 TELEPHONIE

Le système de téléphonie devra être basé sur une architecture IP (VoIP) intégrée aux réseaux de données du bâtiment.

Le projet portera sur les infrastructures passives nécessaires à la téléphonie IP, dans une logique de compatibilité avec les solutions de communication existantes ou futures du site.

Exigences minimales :

- Compatibilité avec un système IPBX ou solution de communication unifiée.
- Prise en charge des protocoles SIP et RTP.
- Intégration cohérente avec les dispositifs numériques et de sécurité du campus.

4.10.4 CONNECTIQUE DES EQUIPEMENTS SPECIFIQUES AUX LABORATOIRES

Les équipements spécifiques des laboratoires (fablabs, simulateurs, impression 3D, métrologie, box visio, etc.) nécessiteront une connectique adaptée, garantissant un fonctionnement fiable et sécurisé. L'installation devra également prendre en compte les préconisations des fabricants pour assurer une compatibilité optimale avec les équipements, notamment en matière de câblage, d'alimentation électrique et de protection contre les interférences.

Exigences minimales :

- Câblage spécifique pour les équipements de haute précision et d'expérimentation.
- Installation de prises réseau blindées et renforcées pour éviter les interférences électromagnétiques.

- Alimentation électrique dédiée pour les équipements sensibles avec redondance sécurisée.
- Connexion fibre optique directe pour les équipements nécessitant des transferts de données à haut débit.
- Sécurisation des connexions via segmentation VLAN et protection contre les intrusions.

4.10.5 SYSTÈME DE SÉCURITÉ INCENDIE

Le projet inclut l'installation d'un Système de Sécurité Incendie (SSI) complet, conforme au classement réglementaire du bâtiment (ERP, type et catégorie) et aux prescriptions du Code de la construction et de l'habitation.

Le SSI devra être de catégorie A, intégrant la détection automatique, la mise en sécurité centralisée et l'asservissement des dispositifs de désenfumage et de compartimentage, conformément aux normes NF S 61-931 à 933.

Le système comprendra :

- des détecteurs automatiques adaptés aux environnements expérimentaux et aux contraintes des laboratoires ;
- des déclencheurs manuels et diffuseurs sonores/visuels conformes à la réglementation ;
- un équipement de contrôle et de signalisation (ECS) assurant la gestion des zones de détection et de mise en sécurité ;
- un report de défauts et d'alarmes vers le SSI centralisé du site de l'Université, sous réserve de compatibilité technique, afin d'assurer une supervision unifiée ;
- la possibilité d'un fonctionnement autonome du SSI du bâtiment H en cas d'indisponibilité du système central.

Le SSI sera coordonné avec les dispositifs de désenfumage (§ 4.9) et les équipements de sûreté et d'évacuation.

La conception devra garantir la continuité de service en phase d'exploitation et permettre la maintenance sans interruption de détection sur les zones actives.

Exigences minimales :

- SSI de catégorie A conforme aux normes NF S 61-931 à 933 ;
- Détection automatique multi-critères selon l'environnement (optique, thermique, gaz) ;
- Report des alarmes et défauts vers le SSI centralisé du site (Université de Bron) ;
- Compatibilité avec le désenfumage et les dispositifs de sécurité associés ;
- Journalisation des événements et traçabilité des essais ;
- Essais de fonctionnement et réception du SSI réalisés en présence des services de sécurité compétents

4.10.6 INTERPHONIE, VISIOPHONIE, ANTI-INTRUSION, VIDEOPROTECTION ET CONTRÔLE D'ACCÈS

Les dispositifs de sûreté du bâtiment H devront être conçus en cohérence avec l'organisation fonctionnelle du site, caractérisée par l'absence d'accueil physique au sein du bâtiment.

L'accueil et la prise en charge des visiteurs étant assurés à l'échelle du campus, les systèmes de sûreté du bâtiment devront permettre une gestion centralisée des accès et une mise en relation à distance avec les interlocuteurs habilités.

L'ensemble des sous-systèmes de sûreté (contrôle d'accès, interphonie, visiophonie) devra s'inscrire dans une architecture unifiée, interopérable et compatible avec les standards techniques de l'Université Gustave Eiffel, ainsi qu'avec les dispositifs de supervision existants ou à venir à l'échelle du site.

Le volet interphonie et visiophonie devra permettre notamment :

- la communication audio et, le cas échéant, vidéo bidirectionnelle entre les accès contrôlés du bâtiment et les points de gestion définis à l'échelle du campus ;
- la commande d'ouverture à distance des accès sécurisés, selon les droits et procédures en vigueur ;
- une compatibilité IP native, permettant l'intégration au réseau de sûreté du site ;
- une compatibilité avec les systèmes de supervision centralisée (GTC, GTB ou systèmes de sûreté dédiés).

Exigences minimales :

- Système d'interphonie et visiophonie compatible IP.
- Contrôle d'accès sécurisé par badges RFID, avec possibilité d'évolution vers des dispositifs d'authentification complémentaires si requis par l'organisation du site.
- Interopérabilité des sous-systèmes de sûreté sur une infrastructure réseau cohérente, validée par les services compétents de l'Université.

4.10.7 GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT

Conformément au décret BACS (Building Automation and Control Systems), le projet intégrera des dispositifs de régulation et de suivi énergétique adaptés à la taille du bâtiment et à ses usages.

Le décret n'impose pas la mise en place d'une GTB centralisée, mais exige que les systèmes techniques (chauffage, ventilation, climatisation, éclairage, ECS, etc.) disposent de moyens de régulation automatiques et de remontée d'informations permettant un pilotage efficace et une optimisation énergétique.

Ainsi, la stratégie retenue privilégiera une solution simple, évolutive et facilement maintenable, assurant la conformité réglementaire sans recourir à une GTB complexe et coûteuse.

Les équipements installés devront cependant être interopérables avec les systèmes de gestion existants du site ou du campus, pour permettre un éventuel report d'informations ou une supervision centralisée ultérieure.

Les dispositifs mis en œuvre assureront :

- Les fonctions de régulation devront au minimum répondre à la classe de performance BACS B, conformément à la norme EN ISO 52120-1, garantissant la gestion automatique, la régulation temporelle et le suivi des consommations.
- Les systèmes devront permettre l'export et la lecture des données de suivi énergétique dans un format interopérable.

- Les équipements de régulation devront être identifiés, accessibles et facilement re-paramétrables par l'exploitant.

4.11 DESENFUMAGE

Le principe et le périmètre du désenfumage du bâtiment H seront définis au regard de la configuration des locaux et des circulations, conformément aux dispositions applicables aux ERP de 5^e catégorie, et feront l'objet d'une validation par le coordonnateur SSI, le bureau de contrôle et le SDIS.

Lorsque requis par la réglementation ou les autorités compétentes, le système de désenfumage sera asservi au SSI et conçu conformément aux textes en vigueur, notamment IT 246 et NF S 61-931/932 pour les dispositifs asservis.

La commande, la signalisation et la surveillance des organes de désenfumage (exutoires, volets, ouvrants, ventilateurs, clapets, portes coupe-feu, moteurs) sont pilotées par l'ECS du SSI, par zones cohérentes avec la sectorisation incendie.

Principe de fonctionnement

Lorsque le désenfumage est requis, le principe de fonctionnement reposera sur :

- Déclenchement automatique (détection par zone) et commande manuelle (DM, boîtiers de mise en sécurité) ;
- Mise à l'arrêt/ralentissement et asservissements des installations CVC concernées ;
- Neutralisation des asservissements pouvant perturber les mesures dans les locaux sensibles lorsque ces derniers sont hors alarme ;
- Retour d'état et défauts des organes de désenfumage reportés au SSI centralisé du site (Université), sous réserve de compatibilité technique, tout en garantissant l'autonomie locale du SSI du bâtiment H.

Type de désenfumage

- Naturel (exutoires en toiture/ouvrants en façade) dans les volumes adaptés ;
- Mécanique (ventilateurs, conduits, volets) pour les zones où le désenfumage naturel est inadapté (locaux intérieurs, circulations profondes, espaces techniques).

Alimentation et sûreté de fonctionnement

- AES conforme, sélectivité et secours électrique des organes critiques ;
- Liaisons classées selon NF S 61-940, câbles résistants au feu pour les asservissements essentiels
- Organes en position de sécurité en cas de perte d'alimentation/commande.

Essais, réception, maintenance

- Essais fonctionnels par zone (mise en sécurité, ouvrants/exutoires, ventilateurs, clapets, portes), journalisation via l'ECS ;
- Protocoles périodiques d'essais/maintenance définis par le coordonnateur SSI et validés avec le SDIS/bureau de contrôle ;
- Schémas de principe, synoptiques et nomenclature des organes remis au DOE.

Exigences minimales :

- Conformité IT 246 – NF S 61-931/932 ;
- Asservissement intégral via l'ECS du SSI (déclenchement, commandes, retours d'état) ;
- Report des alarmes/défauts d'organes vers le SSI central du site (maintien de l'autonomie locale en cas d'indisponibilité du central) ;
- Dimensionnement par zone selon calculs réglementaires (débits, surfaces libres, pertes de charge) ;
- Arrêt/contrôle des CTA et ventilateurs impactés, volets de transit et clapets en position conforme sécurité ;
- Identification/repérage des zones et des organes sur plans et synoptiques, cohérents avec la sectorisation incendie.

Lorsque mis en œuvre, l'ensemble des installations de désenfumage devra être conçu pour garantir une sécurité optimale, un confort sanitaire irréprochable et une efficacité énergétique maîtrisée, tout en respectant les normes et réglementations en vigueur.

4.12 CLIMATISATION, VENTILATION, CHAUFFAGE

4.12.1 CHAUFFAGE

Le système de chauffage du bâtiment H reposera sur une pompe à chaleur réversible dimensionnée pour assurer la couverture principale des besoins de chauffage et le rafraîchissement localisé des zones identifiées.

Les modalités de diffusion seront définies par le concepteur-réalisateur en fonction :

- de l'usage des espaces,
- de leur inertie thermique,
- et des contraintes d'exploitation et de maintenance.

Le chauffage devra satisfaire les exigences de confort thermique hivernal, tout en limitant les consommations et en facilitant la régulation pièce par pièce.

Les installations seront conçues conformément à la réglementation thermique en vigueur et aux objectifs de performance énergétique du projet (cf. § 6 du Tome I).

Conformément aux arbitrages de la Maîtrise d'Ouvrage, le bâtiment ne sera pas intégralement climatisé. Le principe retenu repose sur un rafraîchissement localisé, limité aux espaces présentant une exigence thermique ou fonctionnelle particulière, en cohérence avec les objectifs de sobriété énergétique et de maîtrise des coûts d'exploitation.

4.12.2 VENTILATION

L'ensemble du bâtiment sera ventilé mécaniquement, conformément aux exigences sanitaires, réglementaires (code du travail et RSDT) et fonctionnelles des différents locaux. Des VMC doubles flux avec récupération d'énergie sont attendues dans les espaces tertiaires et dans les laboratoires dont les usages le justifient.

Les ateliers et zones expérimentales peuvent bénéficier de systèmes différenciés (extraction simple flux, désenfumage renforcé, soufflage dédié) en fonction des contraintes spécifiques : dégagements de chaleur, poussières (atelier bois), gaz ou vapeurs.

Les débits d'air seront dimensionnés avec précision en fonction des taux d'occupation, des apports internes et des surfaces, en intégrant :

- Les exigences de qualité d'air intérieur,
- Les contraintes acoustiques,
- Les interfaces avec les autres lots (structure, faux plafonds, SSI...).

Les réseaux de ventilation devront atteindre une classe d'étanchéité B minimum (test d'étanchéité requis en fin de chantier), conformément aux exigences de performance du projet. Aucun dispositif de sur-ventilation nocturne n'est prévu, les ouvrants n'étant pas conçus à cet effet.

Dans la salle de caractérisation vibro-acoustique, des précautions particulières devront être prises pour que la ventilation :

- Ne génère aucune perturbation vibratoire ni bruit résiduel perceptible,
- Puisse être désactivée ponctuellement pendant les essais instrumentés, via une régulation dédiée ou une mise en pause locale.

Les exigences de performance applicables aux centrales de traitement d'air sont précisées au § 4.12.4.

4.12.3 CLIMATISATION

Aucune climatisation généralisée n'est prévue dans le bâtiment. Le principe retenu repose sur un rafraîchissement localisé, assuré par la PAC réversible décrite au §4.12.1. Ce dispositif permettra de répondre aux besoins spécifiques de certains espaces, identifiés dans les fiches locaux du Tome IV, sans généraliser le recours au froid actif dans les zones tertiaires.

La conception des installations devra limiter au maximum les nuisances sonores et vibratoires. Les systèmes de production ou de diffusion de froid seront sélectionnés et positionnés de manière à éviter toute transmission de vibrations via les structures ou réseaux. Leur fonctionnement devra pouvoir être temporairement suspendu sans déséquilibre thermique, notamment lors des phases d'essais instrumentés.

Lorsque des armoires de climatisation de précision seront requises (notamment pour les serveurs ou équipements sensibles), elles devront intégrer un contrôle hygrométrique. L'humidification (ou la déshumidification) sera assurée par des modules spécifiques, dont l'entretien, le raccordement et la régulation devront être anticipés.

Le dimensionnement précis de la PAC et des unités intérieures associées devra être validé par une modélisation thermique dynamique (STD) dès la phase APS, afin d'éviter tout surdimensionnement, de garantir la compatibilité avec les objectifs énergétiques du projet et d'assurer une intégration technique, acoustique et architecturale satisfaisante.

Exigences complémentaires :

- Les équipements de climatisation devront respecter les exigences de performance de la directive ErP 2009/125/CE et de ses règlements d'application (UE 2016/2281, 2019/1781, 2019/1783, 2019/2019) : $EER \geq 3,0$ – $SEER \geq 6,0$ – $SCOP \geq 4,0$, selon la typologie d'équipement.
- L'usage de fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement global ($GWP \leq 750$) sera privilégié, conformément au règlement (UE) 2024/573 relatif aux gaz à effet de serre fluorés.
- Le recours à des systèmes à détente directe de type VRV/VRF n'est pas souhaité, compte tenu des enjeux de maintenance, de gestion des fuites et de la quantité de fluide. Toute variante éventuelle devra démontrer :
 - ✓ un coût global (investissement + exploitation + maintenance) au moins équivalent à la solution de référence,
 - ✓ la conformité à la norme EN 378 (2016 + A1:2020) (limitation de charge, détection, sécurité).

Toute solution alternative devra être proposée à coût constant par rapport à l'enveloppe de référence, dans le respect des objectifs de performance, d'exploitation et de maîtrise budgétaire du projet.

4.12.4 CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR (CTA)

Les centrales de traitement d'air constitueront l'élément principal du système de ventilation et de traitement d'air du bâtiment.

Elles assureront le renouvellement, la filtration, la régulation hygrométrique éventuelle et la récupération d'énergie sur l'air extrait, dans le respect des objectifs de performance énergétique et acoustique du projet.

Le choix technique précis (type d'échangeur, configuration soufflage/extraction, implantations, éventuel couplage avec les systèmes thermiques) relève du concepteur, sous réserve du respect des exigences minimales ci-après.

Le principe de couplage des CTA avec les systèmes de production de chaud et/ou de froid (PAC), ainsi que la part éventuelle du chauffage et/ou du rafraîchissement assurée par la ventilation, seront définis en phase de conception, sur la base des résultats de la Simulation Thermique Dynamique (STD) et de la capacité des systèmes envisagés, en cohérence avec les usages des locaux et les objectifs de performance globale du bâtiment.

Exigences minimales :

- Rendement de récupération ≥ 80 % (échangeur à contre-courant ou rotatif à haut rendement – directive ErP 2009/125/CE et règlement (UE) 1253/2014) ;
- SFP (Specific Fan Power) $\leq 1\,600$ W/(m³/s) en soufflage et $\leq 1\,000$ W/(m³/s) en extraction (valeurs de référence EN 13053) ;

- Classe de construction et d'étanchéité : minimum L2 / D2 selon EN 1886 ;
- Filtration conforme à NF EN ISO 16890 :
 - ✓ soufflage : préfiltre ISO Coarse > 70 % + filtre final ePM1 70 %,
 - ✓ reprise : préfiltre ISO Coarse > 60 % ;
- Régulation par variation de vitesse (moteurs EC ou variateurs de fréquence), avec pilotage sur sondes de qualité d'air (CO₂ ou COV) et horaires d'occupation ;
- Accessibilité : portes de visite et dégagements assurant un remplacement aisé des filtres et composants ;
- Interopérabilité GTB : report des mesures de débits, températures, états de filtres et défauts vers la supervision technique ;
- Conformité aux normes EN 13053 et EN 1886, ainsi qu'à la directive ErP 2018/2009/125/CE.

Ces dispositions visent à garantir un niveau de performance, de confort et de maintenabilité conforme aux objectifs du projet, tout en laissant à la maîtrise d'œuvre la liberté de proposer la solution énergétique la plus pertinente au regard des études thermiques et du fonctionnement réel du bâtiment.

4.13 PLOMBERIE

Les installations de plomberie du bâtiment H devront être dimensionnées pour garantir un fonctionnement optimal, une gestion efficace des consommations et une qualité d'eau irréprochable. La conception devra répondre aux besoins spécifiques des locaux (tertiaires, laboratoires, espaces techniques) en assurant une distribution sécurisée et adaptée.

4.13.1 RESEAUX

Les réseaux d'alimentation en eau potable seront dimensionnés selon les besoins réels des usages identifiés (sanitaires, laboratoires, locaux techniques), conformément aux normes en vigueur et aux bonnes pratiques du CCTG.

Chaque local disposera d'une vanne d'isolement, accessible depuis les circulations techniques, permettant une maintenance sans interruption des autres zones.

La température maximale de distribution sera limitée à 60 °C pour prévenir tout risque de brûlure ou de développement bactérien.

L'ensemble des canalisations sera calorifugé conformément aux prescriptions réglementaires et aux classes de performance thermique applicables (classe 2 ou 3 selon la zone).

Le choix définitif des débits et de la sectorisation sera affiné par la maîtrise d'œuvre lors des études d'exécution.

Exigences minimales :

- Conception conforme aux normes NF DTU 60.1 et NF DTU 60.11 pour les installations sanitaires et réseaux d'évacuation.
- Séparation stricte entre les réseaux d'eau potable, d'eau technique et les rejets spécifiques des laboratoires.
- Mise en place de dispositifs anti-retour pour éviter toute contamination des réseaux d'eau potable.
- Intégration d'un système de régulation de pression et d'équilibrage des débits.
- Protection des réseaux contre le gel et les variations thermiques excessives.

L'installation d'un compteur général d'eau est requise, positionné en tête d'alimentation du bâtiment, en coordination avec le concessionnaire du réseau public.

Ce compteur devra être relevable à distance (impulsions ou télérelève) pour permettre le suivi des consommations par usage via la GTC du site ou un dispositif autonome.

Afin de renforcer la gestion de l'exploitation et la prévention des fuites, un système de détection de fuites est à prévoir sur le réseau principal, comprenant :

- une surveillance continue des débits, avec seuils d'alerte paramétrables,
- un report d'anomalie vers la GTC ou vers un contact sec dédié,
- et, en cas d'alerte prolongée, la possibilité de fermeture automatique du réseau par électrovanne.

Ces dispositifs ont pour objectif d'assurer la maîtrise des consommations et la prévention des dégâts des eaux, sans constituer une complexité d'exploitation excessive.

Le système sera simple, autonome, et compatible avec le protocole de supervision du site (BACnet ou Modbus selon compatibilité campus).

4.13.2 SEPARATEURS A HYDROCARBURES

Les besoins en séparation d'hydrocarbures ont été analysés dans le cadre du diagnostic initial.

Compte tenu des pratiques actuelles de l'UGE (collecte et retraitement des huiles usagées en bacs étanches), la mise en œuvre d'un séparateur supplémentaire n'est pas justifiée à ce stade.

Toutefois, les ouvrages de voirie et réseaux resteront compatibles avec une installation ultérieure si l'évolution des usages ou de la réglementation le rend nécessaire.

4.13.3 ÉQUIPEMENTS SANITAIRES

Les appareils sanitaires seront en porcelaine blanche, d'un modèle courant et robuste, facilitant l'entretien et la maintenance.

Les WC seront équipés d'abattants à frein de chute et de dispositifs anti-contact.

Tous les équipements et attentes d'alimentation seront isolables individuellement (vannes et clapets anti-retour).

Le choix d'appareils standards permettra un remplacement aisé des pièces de rechange, garantissant la pérennité du parc sanitaire et la maîtrise des coûts d'entretien.

Exigences minimales :

- Conformité avec les réglementations PMR (Accessibilité) et NF EN 14688 pour les équipements sanitaires.
- Mise en place de robinets temporisés et détecteurs infrarouges pour limiter la consommation d'eau.
- Utilisation de chasses d'eau à double commande pour réduire les consommations.
- Installation de dispositifs de traitement et de filtration adaptés aux besoins spécifiques des laboratoires (salles d'expérimentation) nécessitant une qualité d'eau contrôlée.
- Ventilation adéquate des locaux sanitaires pour garantir un confort optimal et prévenir l'apparition d'humidité excessive.

4.13.4 RECUPERATION DES EAUX PLUVIALES

Le recours à un système de récupération d'eau pluviale pour l'alimentation des chasses d'eau n'a pas été retenu.

En effet, pour ce type de bâtiment à usage tertiaire et expérimental, les analyses de coût global montrent un retour sur investissement supérieur à la durée de vie technique des installations (40 ans environ en neuf).

En rénovation, les contraintes d'intégration, de maintenance et de gestion des volumes disponibles rendent cette solution encore moins efficace.

Les performances environnementales seront donc prioritairement recherchées via la sobriété des équipements et la réduction des consommations d'eau potable.

4.14 CIRCULATIONS MOTORISEES

Les circulations motorisées du bâtiment H devront être conçues pour assurer un accès sécurisé, fluide et conforme aux réglementations en vigueur, en prenant en compte les flux de personnes et de matériel scientifique ou technique.

4.14.1 ASCENSEURS ET MONTE-CHARGES

Les ascenseurs et monte-charges seront sélectionnés pour leur performance énergétique intrinsèque, privilégiant des motorisations à haut rendement, à variation de fréquence, et intégrant des dispositifs de mise en veille automatique et d'éclairage LED basse consommation.

Les solutions techniques proposées devront viser la sobriété d'exploitation et la fiabilité sur le long terme, sans recourir à des dispositifs de récupération d'énergie dont l'efficacité reste marginale sur des bâtiments de faible hauteur.

L'objectif est de garantir un fonctionnement optimisé, à faible consommation et à maintenance simplifiée, cohérent avec les usages réels du site.

Exigences minimales :

- Conformité avec la norme NF EN 81-20 et NF EN 81-50 pour les ascenseurs.
- Capacité adaptée aux besoins des laboratoires et espaces techniques.
- Sécurisation des accès avec contrôle via badges RFID pour les zones sensibles.
- Prise en compte des exigences PMR pour l'accessibilité.
- Caractéristiques renforcées type monte-charge pour un usage intensif

4.14.2 PORTES AUTOMATIQUES ET CONTRÔLE D'ACCÈS

Les portes motorisées devront être adaptées aux besoins spécifiques du bâtiment, notamment en assurant la sécurisation des zones sensibles.

Exigences minimales :

- Conformité avec la norme NF EN 16005 pour la sécurité des portes automatiques.

- Intégration au contrôle d'accès centralisé.
- Fonctionnement sécurisé avec systèmes de secours en cas de coupure électrique.

4.15 INSTALLATIONS SPECIFIQUES AUX PLATEFORMES EXPERIMENTALES ET ESPACE D'ESSAIS

Le bâtiment H est destiné à accueillir des plateformes expérimentales portées par les laboratoires LBMC, LESCOT, UMRAE, eMoBLAB. Ces espaces ont vocation à intégrer des équipements scientifiques et des simulateurs développés ou modifiés sur site, souvent non standards. À ce titre, les installations techniques devront garantir à la fois une forte adaptabilité, une robustesse d'exploitation, et un niveau de sécurité adapté à la nature expérimentale des usages.

Les aménagements devront notamment permettre l'accueil :

- D'équipements de grande dimension ou à haute puissance,
- De dispositifs générant du bruit, des vibrations, ou des champs électromagnétiques,
- De matériels de laboratoire intégrant des solvants, produits chimiques, ou gaz techniques à usage ponctuel,
- Les activités à potentiel ATEX dans des zones définies, notamment dans les ateliers (ex. : local bois avec atmosphère poussiéreuse). seront délocalisées hors du bâtiment H.

4.15.1 RÉSEAUX ET INFRASTRUCTURES DÉDIÉS

Les plateformes d'essai devront être dimensionnées pour anticiper des besoins techniques évolutifs. Les exigences suivantes devront être prises en compte dès la phase de conception :

- Réseaux techniques différenciés (électricité, fluides, ventilation, courants faibles), sectorisables et accessibles, avec réserves pour extensions ou redéploiements.
- Gaines, passages de câbles et trémies réservées permettant l'implantation d'équipements non encore définis à ce stade.
- Possibilité d'installer des hottes, enceintes ventilées, ou dispositifs de filtration localisés pour les manipulations chimiques.
- Locaux adaptés au stockage sécurisé de produits ou solvants, avec signalisation et ventilation si nécessaire.
- Prédispositions pour les réseaux de gaz techniques à basse pression ou les fluides spécifiques sur certains postes d'essai.
- Soubassements renforcés ou surfaces techniques dédiées aux équipements lourds ou vibrants.

4.15.2 CONTRAINTES TECHNIQUES PARTICULIÈRES ET EXIGENCES DE CONFORMITÉ

Certains espaces et équipements nécessitent des dispositions spécifiques au regard des risques identifiés :

- Compatibilité électromagnétique (CEM) : Les salles abritant des équipements sensibles (salle de caractérisation vibro-acoustique, simulateurs, contrôle co-simulation) devront respecter les prescriptions des normes NF EN 61000 et éviter toute pollution CEM entre zones.
- Environnements contrôlés : Certaines plateformes (enceintes climatiques, essais thermiques, zones d'isolation acoustique) nécessitent un contrôle précis des ambiances (température, humidité, vibration, bruit).

- Régulation fine des ambiances : Lorsque des enceintes climatiques, filtres ou dispositifs d'humidification sont requis (ex. micro-réseaux, composants sensibles), les installations CVC devront être conçues pour accueillir ces dispositifs et assurer leur fonctionnement dans des tolérances restreintes. Une attention particulière devra être portée aux volumes techniques, à l'encombrement des CTA, aux caillebotis techniques, et à la facilité de maintenance
- Stockages spécifiques : Les produits présentant un danger (inflammables, irritants, corrosifs) devront être stockés dans des armoires conformes (certification EN 14470-2 ou équivalent) avec ventilation adaptée.

Enfin, tout équipement ou dispositif technique ne disposant pas d'un référentiel normatif précis ou d'une certification CE devra faire l'objet d'un avis technique interne, validé par le maître d'ouvrage, sur la base :

- d'une analyse de risque,
- d'un retour d'expérience opérationnel,
- et d'un engagement du laboratoire porteur à en assurer la maintenance, l'usage sécurisé et l'évolutivité.

Ces exigences devront être intégrées en amont de la conception technique afin d'assurer la cohérence des interfaces, de limiter les ajustements en phase chantier et de maîtriser les risques liés à l'exploitation future des plateformes.

4.16 MOBILIER ET EQUIPEMENTS MOBILIERS

Aucun mobilier n'est inclus dans le périmètre du présent marché. Néanmoins, les fiches locaux précisent quand c'est nécessaire l'encombrement de celui-ci.

Le programme technique ne comprend ni la fourniture, ni la pose, ni l'aménagement de mobilier (bureaux, sièges, rangements, paillasse, rayonnages, tables, etc.), hormis les équipements strictement techniques intégrés au bâti (plans de travail fixes, paillasse maçonnées ou intégrées, équipements sanitaires, etc.).

Le concepteur réalisateur devra toutefois :

- prévoir les interfaces techniques nécessaires à l'installation ultérieure du mobilier (réservations, attentes électriques et informatiques, alimentations éventuelles, dimensions des passages et accès),
- et garantir la compatibilité des aménagements avec le futur mobilier des utilisateurs.

Les mobiliers et équipements spécifiques aux laboratoires feront l'objet d'un marché séparé piloté par la Maîtrise d'Ouvrage ou les laboratoires concernés.

4.17 MOBILITE DOUCE ET ACCES EXTERIEURS

L'accessibilité aux mobilités douces devra être intégrée dès la conception afin d'encourager les déplacements alternatifs et de réduire l'empreinte carbone du bâtiment.

Le projet devra respecter les exigences réglementaires applicables en matière d'accessibilité et de mobilité durable (Code de la construction et de l'habitation, arrêté du 20 avril 2017, Code de la voirie routière et loi LOM).

Les cheminements extérieurs devront garantir la sécurité, la lisibilité et le confort de circulation des piétons et cyclistes, tout en assurant une continuité avec les infrastructures existantes du campus.

Les aménagements relèveront d'une logique de mutualisation à l'échelle du site universitaire, aucune création de stationnement automobile n'étant prévue dans le cadre de la présente opération.

Exigences minimales :

- Stationnements dédiés pour vélos et trottinettes électriques, localisés à proximité immédiate des accès principaux ou mutualisés à l'échelle du campus ;
- Bornes de recharge pour vélos ou trottinettes électriques : non prévues à ce stade, mais possibilité de raccordement ultérieur sous réserve de financement ;
- Circulations piétonnes sécurisées, accessibles PMR, avec pentes, ressauts et largeurs conformes à la réglementation ;
- Signalisation horizontale et verticale adaptée, intégrée au paysage urbain et cohérente avec la charte signalétique du campus ;
- Matériaux de sol stables, non glissants, limitant l'entretien et compatibles avec les usages piétons ;
- Prédispositions techniques pour une évolution future vers des mobilités douces supplémentaires (bornes, mobilier de stationnement, éclairage intelligent).

4.18 FORMATION DES UTILISATEURS ET DOCUMENTATION D'EXPLOITATION

La remise des ouvrages inclura une formation complète des utilisateurs et de l'exploitant, visant à garantir la bonne appropriation des installations, leur exploitation en sécurité et la continuité de maintenance.

Cette formation, organisée par les titulaires de lots techniques sous la coordination du maître d'œuvre, portera sur :

- le fonctionnement normal et dégradé des installations (CVC, électricité, SSI, GTB, sécurité, etc.) ;
- les procédures d'entretien courant, de maintenance préventive et corrective ;
- les mesures de sécurité et d'intervention en cas d'alarme ou de panne ;
- la lecture et l'utilisation des documents techniques remis (plans, schémas, notices, fiches d'entretien).

Un guide utilisateur d'exploitation et de maintenance sera remis en fin d'opération, regroupant :

- les fiches techniques (FT) des équipements installés ;
- les rapports de mise en service (MES) et protocoles d'essais ;
- les fiches d'entretien recommandées par les fabricants ;
- les contacts de maintenance et consignes de sécurité applicables à chaque installation.

Un procès-verbal de formation sera établi et signé par les participants (représentants de la MOA, de l'exploitant et des entreprises concernées).

La formation des utilisateurs conditionne la réception définitive des installations techniques.

Fin du document

Version Provisoire