

Programme technique générique

Référentiel immobilier de
l'enseignement supérieur
et de la recherche



Rédaction

VOXOA Conseils
YRIS AMO

Maquettage

Les Ateliers Demaille

Direction de la publication

Thierry Duclaux, directeur général de l'EPAURIF

Sous la direction de

Guillaume Decroix, sous-directeur de l'Immobilier au service de la stratégie de contractualisation, du financement et de l'immobilier à la DGESIP au MESRI

Sylviane Bourguet, directrice du développement et de l'immobilier de l'EPAURIF

Equipe projet

Natacha Bedhiaf (MESRI), François-Auguste Bizet (EPAURIF), Simon Larger (MESRI), Yannick Laurenty (EPAURIF), Claire Le Bras (EPAURIF), Véronique Lestang-Préchac (MESRI), William Thibault (MESRI)

1

PRÉAMBULE

7

1.1 Introduction

7

1.2 Objectifs du Programme technique générique

7

2

OBJECTIFS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX DU RÉFÉRENTIEL

13

2.1 Sécurité incendie

13

2.2 Accessibilité

18

2.3 Code du travail

21

2.4 Acoustique

23

2.5 Normes liées aux activités de recherche

25

2.6 Recommandations liées à la restauration collective

27

3

CONTRAINTES DE SITE DIMENSIONNANTES

29

3.1 Prise en compte de l'environnement général et des déplacements

29

3.2 Prescriptions locales réglementaires

30

3.3 État des lieux technique

39

3.4 Phasage et contraintes de chantier à anticiper

49

4

EXIGENCES TECHNIQUES GÉNÉRALES ET TRANSVERSALES

55

4.1 Prescriptions environnementales

55

4.2 Précautions préalables aux travaux

66

4.3 Adaptabilité / évolutivité / modularité

68

4.4 Clos-couvert / enveloppe

69

4.5 Aménagements intérieurs

75

4.6 Fluides, réseaux

77

4.7 Sûreté et sécurité

84

4.8 Circulations

89

4.9 VRD et espaces extérieurs

91

4.10 Mobilier

94

4.11 Signalétique

97

4.12 Démarche BIM

98

5

EXIGENCES QUALITATIVES ET TECHNIQUES DES SECTEURS FONCTIONNELS

102

5.1 Enseignement théorique	105
5.2 Enseignement pratique	106
5.3 Documentation	108
5.4 Bureaux et locaux administratifs	109
5.5 Travail en autonomie	111
5.6 Équipements spécifiques de recherche et plateformes	112
5.7 Rencontres échanges détente	114
5.8 Sport	115
5.9 Fabrication montage	116
5.10 Collation restauration	116
5.11 Accueil	118
5.12 Commodités	119
5.13 Exploitation du bâtiment	120
5.14 Soutien technique	121
5.15 Médico-social	121
5.16 Volume brut	122

6

FICHES PAR TYPOLOGIE D'ESPACES

125

7

ANNEXES

208

7.1 Lexique des acronymes utilisés	209
7.2 Guides des bonnes pratiques BIM pour les projets de l'ESR	210
7.3 Charte BIM	252

1 PRÉAMBULE

1.1	Introduction	7
-----	--------------	---

1.1	Objectifs du Programme technique générique	7
-----	--	---

1.2.1	Un document d'aide à la décision	8
-------	----------------------------------	---

1.2.2	Un document générique	8
-------	-----------------------	---

1.2.3	Un outil d'aide à la maîtrise des coûts / coût global	9
-------	---	---

1.2.4	Des obligations de résultats	10
-------	------------------------------	----

1.2.5	Des principes généraux pour un bâtiment pérenne	10
-------	---	----

1.2.6	Un outil intégrant les pratiques numériques	11
-------	---	----

1.1 Introduction

Le programme technique générique vise à donner un cadrage technique et performantiel général aux projets immobiliers du monde de l'enseignement supérieur et de la recherche mais également d'intégrer les spécificités et caractéristiques techniques particulières liées aux activités s'y déroulant.

Le porteur de projet et l'ensemble des intervenants œuvrant au processus de construction doivent se référer aux codes, textes réglementaires et normes en vigueur. Le programme technique générique n'a pas vocation à reprendre ces textes puisque ceux-ci sont amenés par nature à évoluer dans le temps. En cas de contradiction entre plusieurs prescriptions, la plus contraignante doit être retenue.

Le programme technique générique est structuré du général au particulier. Ainsi, il est organisé en cinq chapitres :

- Le rappel du cadre réglementaire et normatif de référence,
- Les contraintes de site dimensionnantes pour tout projet, à prendre en compte dès la phase de programmation,

ayant de forts impacts sur les principes constructifs et le coût,

- Le cadrage technique et performantiel général dont la vocation est de rappeler les exigences techniques générales d'un projet immobilier universitaire,
- Les exigences techniques particulières s'appliquant aux secteurs fonctionnels. Ce chapitre regroupe les exigences techniques en exprimant les principes spécifiques qui doivent présider à la conception de chaque secteur fonctionnel,
- Les fiches techniques détaillées. Elles présentent les performances techniques et architecturales minimales à respecter pour chacune des 79 typologies d'espaces définies au référentiel.

Le présent programme technique générique ne concerne pas les opérations d'aménagement, la programmation urbaine à l'échelle d'un campus ou d'un quartier. L'environnement, les flux, les espaces publics et les abords immédiats sont traités mais dans leur dimension d'accompagnement d'un projet immobilier.

1.2 Objectifs du Programme technique générique

Le référentiel a pour vocation d'aider à l'élaboration de programmes et de schémas directeurs pour toute opération immobilière d'un établissement d'enseignement supérieur et de recherche.

Le programme technique générique, partie intégrante du corpus documentaire du référentiel, a pour objectifs d'être :

- Un document d'aide à la décision,
- Un guide pour la rédaction d'un programme,
- Un document générique pour tout type d'opération,

- Un outil d'aide à la maîtrise des coûts,
- Un document qui fournit des principes généraux pour un bâtiment pérenne,
- Un outil intégrant les pratiques numériques.

1.2.1 Un document d'aide à la décision

Outil de sensibilisation et d'aide à la décision, ce document ne dispense pas d'une véritable étude de programmation. Il s'attache cependant à aborder l'ensemble des thématiques constitutives d'un programme technique.

Cet outil intervient très en amont d'une opération immobilière, au stade des premières prises de décisions concernant une opération : quelle est son ampleur, quel est le montant d'investissement à envisager, quel site d'implantation est le plus opportun... ? Il s'adresse à toutes personnes amenées à s'interroger sur un projet immobilier universitaire (Établissement, MOA, AMO, MOE, DPI, IRE¹, utilisateurs...).

Il doit permettre au décideur :

- De disposer de toutes les données nécessaires concernant l'ensemble immobilier pour choisir le parti qui engagera l'établissement sur les années à venir,
- D'avoir les moyens de choisir entre plusieurs configurations, en toute connaissance des avantages et des inconvénients,
- D'avoir les moyens, le plus en amont possible, d'intégrer les évolutions possibles du besoin, ou de fixer rapidement le cadre dans lequel s'inscrit l'opération, afin de pouvoir mettre en place une « feuille de route ».

1.2.2 Un document générique

Le référentiel se veut un document générique, adapté à la grande diversité des opérations immobilières :

- Opération générale concernant la totalité de l'établissement, et/ou du campus, qui va concerner l'ensemble des entités constitutives de l'établissement et la globalité du patrimoine bâti,
- Opération circonscrite, concernant une entité (service, composante, ...), un bâtiment,
- Opération de création de surfaces par le biais de la construction d'un nouveau bâtiment,
- Opération de restructuration de locaux existants.

Il peut s'agir d'une opération se déroulant sur un planning court ou sur le long terme.

Ainsi, cet outil ne suit pas la structure classique d'un programme technique détaillé. Il est organisé de manière à présenter d'une part les exigences techniques générales et d'autre part les exigences spécifiques des secteurs fonctionnels liés à l'univers de l'enseignement supérieur et de la recherche. Cette organisation permet ainsi à l'utilisateur de se repérer facilement et d'accéder rapidement aux informations dont il a besoin.

Ce programme technique générique ne peut se substituer au programme technique d'une opération. Néanmoins, il guide les choix techniques, ouvre le champ des possibles et sert de memento à la maîtrise d'ouvrage. Il inclut régulièrement des encarts recensant les questions à se poser et les bonnes pratiques pour le porteur de projet.

¹ Définition des acronymes dans le glossaire en annexe

1.2.3 Un outil d'aide à la maîtrise des coûts / coût global

Un investissement, qu'il soit à plus ou moins long terme, doit pouvoir être estimé au plus près, au plus tôt avant le lancement de l'opération, notamment dans le cadre de la rédaction du Dossier d'Expertise.

Ceci suppose de prendre en compte rapidement, une fois les objectifs, besoins fonctionnels et organisationnels définis, toutes les données ayant une incidence notable sur la complexité de l'opération et son coût.

Ces données peuvent être regroupées par domaine :

- Spatial : Quelles surfaces à réaliser, où les réaliser ?
- Technique : Quelles sont les contraintes techniques lourdes pouvant avoir une incidence sur la réalisation ?
- Environnemental : Au-delà de la consommation d'énergie, dont la maîtrise doit être intégrée dans l'opération, il faut se positionner sur tous les thèmes propres à l'environnement : qualité d'usage/confort, choix et nature des matériaux mis en œuvre, thèmes de l'eau, vie du bâtiment et démantèlement, équipement spécifique, biodiversité,...
- Maintenance et entretien : D'une manière générale, les budgets maintenance et entretien sont réduits et nettement insuffisants pour certains types d'infrastructures. Quelles règles mettre en place pour minimiser les opérations de maintenance, quelle est la durée de vie du bâtiment, quelle évolutivité doit-on attendre ?

En parallèle, il est dimensionnant de prendre la mesure des coûts hors travaux à inclure dans l'enveloppe financière d'une opération. Ainsi, le coût HT travaux doit

être différencié du coût opération TDC (toutes dépenses confondues) :

- Coût des travaux HT : il s'agit de l'évaluation de l'ensemble des coûts inhérents à la construction ou réhabilitation programmée par lots,

- Coûts opération TDC : ces coûts doivent être estimés le plus en amont possible au regard de la complexité de l'opération et des arbitrages réalisés. Ils sont calculés en % du coût des travaux et peuvent intégrer selon le projet immobilier :

- o La TVA applicable,
- o Les honoraires de la maîtrise d'œuvre,
- o Les honoraires des prestations intellectuelles (AMO, OPC, Coordinateur SSI, Bureau de contrôle, coordonnateur SPS,...),
- o Les frais de consultations,
- o Les divers diagnostics,
- o La taxe d'aménagement,
- o La redevance archéologique,
- o Les raccordements aux réseaux,
- o L'équipement mobilier,
- o Le déménagement,
- o Les assurances,
- o Le 1% artistique,
- o Les provisions pour aléas études et travaux,
- o Les actualisations et révisions de prix. Selon la nature du projet, le taux de TVA

applicable peut être modulé. En effet, les projets de bâtiments de recherche peuvent bénéficier d'un rescrit fiscal avec un taux de TVA à 0%.

Ainsi, le taux peut être proratisé au regard de la part des activités de recherche prévues.

Dès la phase de faisabilité financière du projet, il est recommandé à la gouvernance de se rapprocher des services fiscaux afin d'évaluer leur potentielle éligibilité et le taux de TVA applicable à l'opération.

La notion de Coût global de l'opération doit être intégrée le plus en amont de la définition du projet. L'approche en coût global permet de prendre en compte les coûts d'un projet immobilier au-delà du simple investissement, en s'intéressant ainsi aux coûts différés liés à son exploitation (charges liées aux consommations énergétiques, à la consommation d'eau ...), à sa maintenance, au remplacement des équipements ou des matériaux mais également à la déconstruction du bâtiment, soit sur l'ensemble de sa durée de vie. Cette approche est d'autant plus importante que l'on estime que, pour certains bâtiments, le coût d'investissement d'une opération ne représente que 25% du coût total de l'opération, la différence (75%) représentant les coûts d'exploitation, de maintenance, de renouvellement et de fonctionnement sur la durée d'exploitation du bâtiment.

L'approche en coût global peut impliquer de renchérir le coût d'investissement pour limiter les coûts et difficultés récurrentes en phase exploitation. A contrario, sur certains postes, il est possible d'économiser des sommes significatives en investissement pour un surcoût limité en phase exploitation.

L'objectif de la réflexion en coût global est d'estimer la rentabilité de l'investissement, y compris sur les choix techniques retenus, notamment en matière de rénovation énergétique.

1.2.4 Des obligations de résultats

Le programme technique générique résume les considérations techniques et les caractéristiques des éléments à prendre en compte pour tout type d'opérations :

- Restructuration,
- Démolition-reconstruction,
- Construction neuve.

Le programme technique générique n'impose pas de solutions aux concepteurs, mais permet de définir les exigences et les besoins techniques du décideur, afin de favoriser une meilleure gestion du patrimoine immobilier.

Les besoins sont exprimés sous forme d'obligations de résultats et non de moyens. Les concepteurs justifieront leur réalisation au travers des solutions et équipements proposés (notes de présentation, de calcul, etc.).

Pour mémoire, les concepteurs doivent également respecter :

- Le contenu des règlements et codes en vigueur,
- Les normes françaises et européennes, ainsi que les règles de l'Art.

1.2.5 Des principes généraux pour un bâtiment pérenne

La pérennité d'un bâtiment est liée à la double faculté qu'il a de conserver ses caractéristiques dans le temps, de supporter des évolutions et d'éviter les perturbations sur les activités hébergées.

Ainsi, le programme technique générique n'a pas vocation à définir le parti technique du bâtiment, mais il permet d'orienter les propositions des concepteurs pour prendre en compte les besoins d'adaptabilité / évolutivité / modularité de chaque

projet, et ainsi concevoir un bâtiment apte à répondre à ces évolutions.

En effet, chaque opération peut être amenée à évoluer :

- En fonction des évolutions d'usage et des technologies pour les espaces de bureaux, de recherche ou d'enseignement (reconfiguration intérieure des locaux, modification des courants fort / faible, modification des cloisonnements, etc.),
- Pour prendre en compte les modifications de pédagogie (évolution des effectifs, intégration de nouvelles technologies, etc.).
- En fonction des programmes de recherche, ...

Les paramètres intervenant pour l'obtention de ces objectifs sont :

- La flexibilité du bâtiment : intégrant l'évolutivité technique, le tramage structurel et technique (distribution),
- La durabilité des matériaux et des composants : en cohérence avec l'usage et l'exploitation du bâtiment et de ses équipements,
- La facilité d'entretien et de nettoyage : les solutions proposées doivent trouver le meilleur rapport entre coût d'investissement et charge d'entretien. Il convient par exemple de limiter les vitrages de grande hauteur non accessibles par des passerelles techniques,
- La facilité de remplacement et d'intervention : l'accessibilité à l'ensemble des organes techniques doit être aisée,
- La maintenabilité : l'exploitation-maintenance fait l'objet d'un programme générique spécifique. Toutefois, lorsqu'une consultation n'inclut pas un programme

exploitation maintenance spécifique, ces éléments doivent être rédigés au sein du programme technique de l'opération. Il convient ainsi, de veiller à ce que la conception facilite la maintenance (mise en place de plenums techniques, réflexion sur les flux de maintenance, sur l'accessibilité etc.).

1.2.6 Un outil intégrant les pratiques numériques

Les modalités d'apprentissage intégrant de plus en plus la pédagogie collaborative et numérique, il est maintenant important de concevoir l'espace physique et l'espace numérique en synergie.

Dans ce cadre, un guide « Campus d'avenir – Concevoir des espaces de formations à l'heure du numérique² » a été élaboré par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Ainsi, pour chaque typologie d'espace (espaces d'enseignement formel et informel, espaces interactifs, etc.) des préconisations et prescriptions y ont été faites. Le programme technique générique s'attache à reprendre les différentes prescriptions de ce guide. Néanmoins, les concepteurs pourront compléter ces éléments en s'y référant directement.

Au-delà des orientations exprimées en date de la programmation d'un projet immobilier, il est primordial de réinterroger les pratiques numériques au cours des études de maîtrise d'œuvre afin d'y répondre au plus prêt à la livraison de l'équipement. Ainsi, le MOA et le MOE auront comme objectif commun de se projeter et ainsi d'intégrer autant que possible les évolutions dans les pratiques numériques du futur bâtiment.

² « Campus d'avenir - Concevoir des espaces de formations à l'heure du numérique » MENESR, Mars 2015.

2 CADRE RÉGLEMENTAIRE ET NORMATIF

2.1	Sécurité incendie	13
2.1.1	Rappel des grands principes	13
2.1.2	Transpositions pour le monde universitaire	14
2.1.3	Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques	17
2.2	Accessibilité	18
2.2.1	Rappel des grands principes	18
2.2.2	Transpositions pour le monde universitaire	20
2.2.3	Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques	21
2.3	Code du travail	21
2.3.1	Rappel des grands principes	21
2.3.2	Transpositions pour le monde universitaire	22
2.3.3	Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques	22
2.4	Acoustique	23
2.4.1	Rappel des grands principes	23
2.4.2	Transpositions pour le monde universitaire	23
2.4.3	Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques	24
2.5	Normes liées aux activités de recherche	25
2.5.1	Rappel des grands principes	25
2.5.2	Transpositions pour le monde universitaire	26
2.5.3	Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques	26
2.6	Recommandations liées à la restauration collective	27
2.6.1	Rappel des grands principes	27
2.6.2	Transpositions pour le monde universitaire	27
2.6.3	Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques	27

2

CADRE RÉGLEMENTAIRE ET NORMATIF

La réglementation relève des pouvoirs publics. Elle est l'expression d'une loi, d'un règlement et son application est imposée. À contrario, les normes revêtent un caractère volontaire. S'y conformer n'est pas une obligation. La quasi-totalité des normes traduit l'engagement à satisfaire un niveau de qualité et sécurité reconnu et approuvé. Les normes volontaires peuvent soutenir la réglementation en étant citées comme documents de référence.

L'État a pour objectif que l'ensemble des administrations et des opérateurs soit exemplaire pour tout projet immobilier. Une vigilance est donc imposée à l'ensemble des intervenants concourant à l'acte de construction et à la qualité architecturale des projets universitaires.

D'une manière générale, tous les équipements et les solutions techniques doivent être conformes à l'ensemble de la réglementation française en vigueur au moment de la réalisation.

Dans le cas où un critère issu de l'un de ces textes s'avérerait en contradiction avec un critère d'un autre de ces textes, le critère le plus contraignant doit être retenu. L'ensemble des matériaux de construction et techniques de mise en œuvre doit avoir fait l'objet d'avis techniques du CSTB³.

Sont présentés dans ce chapitre, les enjeux et grands objectifs de ces réglementations.

2.1 Sécurité incendie

2.1.1 Rappel des grands principes

La réglementation incendie a des impacts sur la conception des projets immobiliers mais également sur l'organisation, les accès des moyens de secours mais égale-

ment sur l'exploitation maintenance des bâtiments.

Les règles concernant la sécurité incendie poursuivent trois objectifs majeurs :

- Protéger les personnes, en permettant l'évacuation en sécurité et sans panique des occupants d'un bâtiment,
- Protéger les biens en réduisant les conséquences d'un sinistre à un niveau acceptable,
- Sécuriser l'intervention des secours.



Cette réglementation s'établit en trois temps et repose sur le Code de la Construction et de l'Habitation, le Code du Travail et des lois spécifiques.

Le premier énonce des obligations concernant les maîtres d'œuvre et d'ouvrage. Il définit ainsi les caractéristiques de résistance au feu d'un bâtiment. Le Code du travail énonce les obligations des usagers des lieux de travail vis-à-vis des équipements et traite de l'organisation de l'évacuation et de la formation des salariés. Suivent des textes réglementaires plus spécifiques régissant les prescriptions des établissements classés ERP et IGH. Enfin, d'autres textes concernent les normes à respecter pour les matériels et les installa-

tions utilisées.

Ainsi, la réglementation sécurité incendie, dans son ensemble, donne des prescriptions concernant :

- La conception et la construction des locaux, de manière à permettre l'évacuation rapide et en sécurité des occupants. Sont ainsi concernés : l'accessibilité des façades, le nombre et le dimensionnement des sorties de secours et les éventuels espaces d'attente sécurisés, les types de matériaux (résistance face au feu), le compartimentage ...

Le compartimentage permet d'éviter la propagation du feu, de la chaleur et des fumées, durant un temps donné, en les contenant dans un espace défini par des éléments constructifs du bâtiment,

- Les dispositifs d'éclairage de sécurité : antipanique et d'évacuation,
- Les dispositifs d'alarme et plans d'évacuation,
- Le désenfumage, afin de faciliter l'évacuation du public en lui permettant de mieux voir et de limiter les effets toxiques des fumées, ainsi que leur potentiel calorifique et corrosif,
- Des dispositions spécifiques à mettre en œuvre selon le type d'ERP⁴.

La catégorie IGH (Immeuble de Grande Hauteur) rassemble les bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 28 mètres pour les immeubles hors

usage d'habitation. Les IGH sont classés par type selon leur activité : enseignement, hôtellerie, habitation, bureaux, etc. Des règles spécifiques de construction, d'équipements et de mesures de protection s'appliquent à chaque type pour assurer leur sécurité contre les risques d'incendie et de panique.

La catégorie ITGH (Immeuble de Très Grande Hauteur) rassemble les bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 200 mètres.

2.1.2 Transpositions pour le monde universitaire

Établissements Recevant du Public et code du travail

Au sein d'un bâtiment d'enseignement supérieur et de recherche, il est fait la distinction entre les zones soumises au Code du travail et les zones répondant aux normes ERP. Cette classification a des impacts conséquents sur la conception d'un projet et in fine sur son coût. En effet, les contraintes d'évacuation et de protection contre l'incendie ont des impacts directs sur les surfaces à construire, les matériaux à utiliser, la voirie desservant le bâti, etc. Toutefois si un bâtiment contient un espace recevant du public, alors on parle d'un ensemble immobilier ERP intégrant des locaux soumis au code du travail.

Le tableau ci-dessous présente le classement préconisé par secteurs fonctionnels, définis au sein du programme fonctionnel générique. Il peut y avoir une spécificité pour certaines typologies d'espaces.

Secteur fonctionnel	Réglementation
Enseignement théorique	ERP
Enseignement pratique	ERP
Documentation	ERP
	Code du travail : <i>salle de documentation</i> (au sein d'une zone administrative ou de recherche)

⁴ La majorité des dispositions figure dans le règlement de sécurité annexé à l'Arrêté modifié du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP).

Bureaux et locaux administratifs	Code du travail, <i>sauf s'il est accessible sans accompagnement.</i>
Travail en autonomie	ERP
Équipements spécifiques de recherche et plateformes	Code du travail, <i>avec une vigilance sur les zones d'accueil d'étudiants, notamment Master</i>
Rencontres échanges détente	ERP Code du travail : <i>Espace détente</i> (au sein d'une zone administrative ou de recherche)
Sport	ERP
Fabrication montage	Code du travail ERP : Fab lab
Collation restauration	ERP Code de travail : <i>Restauration préparation</i>
Accueil	ERP Code du travail : Espace d'accueil (au sein d'une zone de bureaux)
Commodités	ERP / Code du travail (selon leur localisation)
Exploitation du bâtiment	Code du travail
Soutien technique	Code du travail, <i>sauf Logement de fonction</i>
Médico-social	ERP
Volume brut	ERP / Code du travail (selon projet)

Types et catégories d'ERP

En matière de sécurité dans les établissements recevant du public (ERP), les principes qui guident la réglementation applicable s'attachent à ce que ces établissements soient conçus de manière à permettre de :

- Limiter les risques d'incendie,
- Alerter les occupants lorsqu'un sinistre se déclare,
- Favoriser l'évacuation des personnes tout en évitant la panique,
- Alerter les services de secours et faciliter leur intervention.

Les mesures de prévention et de sauvegarde propres à assurer la sécurité des

personnes sont déterminées en fonction de la nature de l'exploitation (l'usage), des dimensions des locaux, du mode de construction et du nombre de personnes pouvant être admises dans l'établissement.

Un établissement public d'enseignement supérieur et de recherche pourra être concerné par les typologies d'ERP suivantes :

- L : Salle d'audition, de conférence / Salle polyvalente à dominante sportive de plus de 1 200 m² ou d'une hauteur sous plafond de moins de 6,50 m,
- M : Commerces, magasins de vente,
- N : Restauration,
- R : Établissement d'enseignement et de formation,
- S : Bibliothèque et centre de formation,
- T : Salle d'exposition,

Catégorie	Effectif admissible
1	À partir de 1 501 personnes
2	De 701 à 1 500 personnes
3	De 301 à 700 personnes
4	Jusqu'à 300 personnes
5	En fonction des seuils d'assujettissements : <ul style="list-style-type: none"> • L : salle de conférence : 200 / Salle polyvalente : 50 • M : 200 • N : 200 • R : 200 • S : 200 • T : 200 • U : 100 • W : 200 • X : 200 • Y : 200

La réglementation comprend des mesures applicables à tous les ERP (livre Ier du règlement de sécurité) ainsi que des mesures applicables en fonction de la catégorie et du type d'ERP (livres II à IV du règlement de sécurité).

Questions à se poser et bonnes pratiques

Afin de définir la catégorie de l'ERP, il est recommandé de réfléchir à l'évolutivité des effectifs et de réinterroger les seuils lorsque l'on calibre les espaces. Les incidences peuvent en effet être importantes sur les contraintes techniques, d'évacuation et sur les coûts.

Par ailleurs, lors d'un projet de réhabilitation, il est indispensable de se procurer les avis de la commission de sécurité préalablement à la programmation du projet afin de bien dimensionner le PC de sécurité, le SSI et les espaces afférents.

Types et catégories d'IGH

Les activités exercées dans un IGH se répartissent en classes. Un établissement public d'enseignement supérieur et de recherche pourra être concerné par les typologies suivantes :

- IGH A : immeuble à usage d'habitation
- IGH R : immeubles à usage d'enseignement,
- IGH S : immeubles à usage de dépôt d'archives,
- IGH W1 : immeubles à usage de bureaux dont le plancher bas du dernier niveau est situé, par rapport au niveau du sol le plus haut utilisable pour les engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie à une hauteur supérieure à 28 mètres et inférieure ou égale à 50 mètres,
- IGH W2 : immeubles à usage de bureaux dont la hauteur du plancher bas tel qu'il est défini ci-dessus est supérieure à 50 mètres,

- IGH Z : immeubles à usage principal d'habitation dont la hauteur du plancher bas est supérieure à 28 mètres et inférieure ou égale à 50 mètres et comportant des locaux autres que ceux à usage d'habitation ne répondant pas aux conditions d'indépendance fixées par la réglementation,

- ITGH : immeuble de très grande hauteur.

Selon l'article GH R1, dans les IGH à usage exclusif d'enseignement, l'occupation moyenne d'un compartiment peut être de plus d'une personne par 10 m² hors œuvre nette, sans dépasser une personne pour 5 m².

Le classement d'un IGH, s'il paraît simple en première approche, nécessite cependant une attention particulière en termes d'occupation ou de non occupation des locaux. Un dépassement de seuil d'effectif admissible par compartiment peut générer des difficultés d'évacuation importante.

D'après l'article GH R2, les immeubles de grande hauteur à usage d'enseignement sont réservés aux disciplines ne nécessitant pas l'existence de laboratoires qui représentent des dangers particuliers d'incendie ou d'explosion ou dont l'activité n'exige pas l'emploi de produits prohibés.

2.1.3 Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques

Les impacts de la réglementation sécurité incendie (classement du bâtiment, type d'activité) sur un projet sont les suivants :

- Nombre de façades accessibles et classement de la voirie pompier pour l'évacuation des personnes : voie engin (largeur minimale 8 m) ou voie échelle (largeur minimale 10 m),
- Enclouement des escaliers, nombre

d'escaliers pour évacuer les effectifs présents aux étages, largeur des circulations et des escaliers (Unité de passage UP),

- Nombre de sorties de secours au rez-de-chaussée, prenant en compte le cumul des effectifs présents en simultané dans les étages,

- Classement de la centrale SSI,

- Degrés Coupe-Feu et Pare-Flammes des structures et des matériaux,

- Désenfumage (naturel ou mécanique),

- Accessibilité PMR de l'ensemble des locaux en cas d'ERP / en code du travail la réglementation prévoit un aménagement au poste de travail. Une possibilité d'obtenir des dérogations dans l'existant est possible. Si tous les locaux ne peuvent être rendus accessibles, a minima, il faudra prévoir un accès à tous les services. L'accessibilité PMR pourra être soit à commande manuelle soit asservie au SSI.

- Création lorsqu'il n'existe pas d'alternative, d'Espace d'Attente Sécurisé à chaque niveau accessible, pour une mise à l'abri provisoire d'une personne à mobilité réduite en cas d'incendie. Ce sujet est à discuter lors des études de conception avec la Préfecture et les services de secours.

- Présence de personnel de sécurité sur site obligatoire (mutualisable en partie dans certains cas avec les équipes de maintenance),

- Veiller aux conséquences d'éventuelles dérogations en matière de sécurité incendie sur le personnel présent sur site.

Lorsqu'un projet a vocation à accueillir à la fois des zones de bureaux et des zones d'accueil du public type enseignement par

exemple, il est proposé d'évaluer la possibilité de séparer les deux zones et ainsi de bénéficier d'une réglementation plus souple pour la partie bureaux. Néanmoins, cela a également un impact sur l'évolutivité du bâtiment. En effet, il sera nettement plus délicat et coûteux d'étendre des espaces d'enseignement dans des zones qui ont été conçues en Code du travail.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Le maître d'ouvrage doit se poser cette question d'évolutivité lors de la phase de programmation afin de ne pas contraindre le futur.

Pour un projet de type recherche :

- Si l'option code du travail est retenue, cela a des conséquences directes sur l'accueil des visiteurs dans le bâtiment et donc les systèmes d'accès, de filtrage et d'aménagement du hall (borne d'accueil, personnel d'accueil ou interphonie, accompagnement des visiteurs),
- Si l'option ERP est retenue, cela a des conséquences lourdes en matière de circulation et de stockage des fluides spéciaux (circulation des réseaux par l'extérieur ; modalités de stockage des bouteilles de gaz dans les locaux très contraignantes...).

Certains locaux, par leur conception architecturale (hall, salle de consultation de bibliothèque par exemple), correspondent à un volume libre sur plusieurs niveaux, recouverts et sont considérés particulièrement à risque. L'éclosion d'un incendie dans ce volume ou son environnement immédiat engendre des risques de propagation du feu, des fumées et des gaz chauds. On identifie ces espaces par le terme « atrium », présentant selon leur forme et leurs dimensions des règles

propres en termes de sécurité incendie auxquelles il faudra se conformer⁵.

Dans le cas d'un IGH, les points de vigilance sont les suivants :

- Au maximum à 3 km d'un centre de secours,
- Obligation de PCS 24h/24,
- L'immeuble doit être compartimenté, c'est-à-dire divisé en espaces de 2.500 m² et 75 mètres maximum,
- Nombre d'occupant fixé à 1 personne pour 10 m²,
- Le degré coupe-feu des parois (2 heures) et l'équipement en portes coupe-feu.

Quel que soit le projet immobilier, il est nécessaire d'associer rapidement les services de secours (SDIS⁶) et la Préfecture afin d'identifier de concert les orientations du programme. Il est à noter que des dérogations peuvent être délivrées au cas par cas, notamment en cas de réhabilitation contrainte.

2.2 Accessibilité

2.2.1 Rappel des grands principes

L'accessibilité est une obligation légale qui permet à toute personne de pouvoir accéder à un lieu, une prestation, un équipement, sans discrimination. L'obligation d'accessibilité porte sur les parties extérieures et intérieures des établissements, les installations et concerne les circulations, une partie des places de stationnement automobile, les ascenseurs, les locaux et leurs équipements.

Les normes d'accessibilité doivent permettre aux personnes en situation de handicap de circuler avec la plus grande autonomie, d'accéder aux locaux et équipements, d'utiliser les équipements

⁵ Ces règles sont notamment précisées dans l'instruction technique n° 263 relative à la construction et au désenfumage des volumes libres intérieurs dans les établissements recevant du public.

⁶ SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours.

et les prestations, de se repérer et de communiquer.



L'accessibilité est due à tous, et notamment aux personnes en situation de handicap, quel que soit le type de handicap : physique, sensoriel, cognitif, mental, psychique ou polyhandicap.

Les conditions d'accès doivent être les mêmes que pour les personnes valides ou, à défaut, présenter une qualité d'usage équivalente. Il est à noter qu'il n'y a aucune dérogation possible dans le neuf.

Des dérogations à l'accessibilité des lieux sont prévues dans les cas d'impossibilité technique avérée, de contraintes liées à la préservation du patrimoine architectural ou encore lors de disproportions entre les améliorations apportées et le coût, les effets sur l'usage ou la viabilité de l'exploitation de l'établissement.

Lorsqu'une demande de dérogation porte sur le motif «préservation du patrimoine

architectural», le chef du service territorial d'architecture et du patrimoine participe aux travaux de la sous-commission départementale d'accessibilité.

L'accessibilité générale des bâtiments et de leurs abords concerne :

- Les cheminements extérieurs,
- Le stationnement des véhicules,
- Les conditions d'accès et d'accueil dans les bâtiments,
- Les circulations horizontales et verticales,
- Les portes, les sas intérieurs et les sorties,
- Les revêtements des sols et des parois,
- Les locaux intérieurs et les sanitaires ouverts au public : description de la configuration minimale des sanitaires,
- Les équipements et mobiliers intérieurs et extérieurs susceptibles d'y être installés (exemple : dispositifs d'éclairage et d'information),
- La qualité générale du bâtiment : éclairage, acoustique et signalétique.

Questions à se poser et bonnes pratiques

L'échéance de mise en accessibilité de tous les ERP a été fixée au 1er janvier 2015.

En 2014, la promulgation de l'ordonnance 2014-1090 permet aux propriétaires et gestionnaires d'ERP de disposer d'un délai supplémentaire pour la réalisation des travaux de mise en accessibilité à travers la création d'un Agenda d'Accessibilité Programmée (Ad'AP).

L'arrêté du 8 décembre 2014 a permis d'assouplir la réglementation pour les ERP existants.

Ainsi, dans le cas d'un immeuble existant, le programme technique détaillé de l'opération devra prendre en compte ce diagnostic / agenda si les travaux n'ont pas encore été réalisés. Dans tous les cas, il devra respecter les normes en vigueur.

Depuis le 22 octobre 2017, les gestionnaires d'établissements recevant du public doivent mettre à la disposition du public un registre d'accessibilité. Le CEREMA⁷ a mis en ligne un guide⁸ d'aide à la constitution de ce registre.

Le porteur de projet est invité à veiller à appliquer la réglementation en vigueur, les préconisations étant amenées à évoluer.

2.2.2 Transpositions pour le monde universitaire

La loi du 11 février 2005 pour « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées », avec en priorité, le droit à l'accessibilité et le droit à compensation, a inscrit l'obligation pour les établissements d'enseignement supérieur d'accueillir les étudiants en situation de handicap. Dans ce cadre, les établissements d'enseignement supérieur ont un rôle d'inclusion.

Au-delà de l'accessibilité générale des bâtiments et sites (conception des espaces, signalétique), plusieurs universités se sont dotées de services centralisés pour accueillir les étudiants et coordonner les chargés d'accueil présents sur les différents sites. Ces services sont en charge de la mise en place et du suivi de l'accompagnement. En complément des étudiants, comme tout employeur, l'université aura également à prendre en compte le développement de l'emploi et l'accom-

pagnement du personnel en situation de handicap.

La charte université-handicap invite les universités à mettre en œuvre un schéma directeur pluriannuel qui doit veiller à :

- Consolider les dispositifs d'accueil et d'accompagnement des étudiants handicapés vers l'insertion professionnelle,
- Développer des politiques de ressources humaines à l'égard des personnes handicapées,
- Augmenter la cohérence et la lisibilité des formations et des recherches dans le domaine du handicap,
- Développer l'accessibilité des services offerts par les établissements.

La plupart des CROUS ont mis en place des référents pour aider l'étudiant en situation de handicap à accéder à un logement spécialement aménagé.

L'accueil des personnes en situation de handicap en termes immobiliers ou mobiliers dans le contexte universitaire concernent notamment :

- L'équipement en boucles magnétiques des espaces d'accueil, des amphithéâtres et salles de conférence,
- La conception du mobilier intégré notamment des banques d'accueil,
- La mise en place d'ordinateurs adaptés dans les bibliothèques universitaires,
- La mise en place d'espace de repos et de soins,
- La mise en place d'une signalétique adaptée à tout type de handicap : la mise en place de systèmes pertinents (typologie de mobilier d'affichage, contrastes visuels, boucles sonores, ...),

⁷ CEREMA : Centre d'Études sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

⁸ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide%20aide%20registre%20public%20accessibilite%C3%A9.pdf>

- L'achat de divers matériels adaptés en fonction du handicap (fauteuils handisport, machine à lire...).

2.2.3 Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques

Pour toute opération de réhabilitation, le préalable sera de prendre connaissance du dernier diagnostic accessibilité du patrimoine concerné et des travaux préconisés dans le rapport. Si le diagnostic date de plus de 5 ans, il est fortement conseillé de le reprendre afin de le mettre à jour (prise en compte des travaux réalisés depuis, prise en compte de la réglementation en cours).

L'accessibilité doit être étudiée au niveau du campus, ce qui permet de réfléchir à l'intégration de bâtiments très complexes à mettre aux normes (historiques, peu adaptables,...) avec des bâtiments plus récents et accessibles. Il est recommandé ainsi d'avoir une réflexion « stratégique » globale qui n'englobe pas seulement le bâtiment concerné par l'opération.

La réglementation incendie reste toutefois prioritaire face à la réglementation sur l'accessibilité.

Il est préconisé de se rapprocher de personnes en situation de handicap futurs utilisateurs, du service accessibilité de l'établissement, dès la phase de programmation. Cette concertation ciblée peut permettre de moduler l'application stricte de la réglementation et de bâtir un programme au plus près des besoins et du vécu des personnes. Ainsi, il est important de s'interroger en concertation sur les métiers accessibles à tout type de handicap et des aménagements possibles au regard de ces handicaps (par exemple, les fauteuils sont interdits en zone stérile).

Pour les salles d'enseignement, salles polyvalentes, amphithéâtres : le nombre d'emplacements accessibles est d'au moins 2 jusqu'à 50 places et d'un emplacement supplémentaire par tranche de 50

places en sus. Les places adaptées doivent être réparties en fonction des différentes catégories de places offertes au public.

Pour les malentendants, le nombre de places avec équipements adaptés par salle d'enseignement n'est pas réglementé. Selon la typologie de salle et le nombre de salles programmé, le porteur de projet doit s'interroger sur le pourcentage de salles équipées, de places identifiées.

Il est préconisé de réfléchir à l'implantation de la mission d'accueil et d'accompagnement des étudiants handicapés au sein de l'université, du campus à la fois pour l'accueil des personnes, mais également pour la proximité des lieux d'enseignement.

Il peut être envisagé de réaliser une cartographie des parcours, des ascenseurs, lieux de convivialité, sanitaires aux normes du projet, du campus (distribution de prospectus d'orientation dans le campus, mise en place d'une application géolocalisée par exemple). L'accessibilité peut également être traitée par des mesures organisationnelles et notamment par l'accompagnement des personnes.

Les concepteurs en concertation avec l'université doivent s'interroger sur la mise en place de logiciels web adaptés à tout type de handicap (notamment visuel et cognitif).

2.3 Code du travail

2.3.1 Rappel des grands principes

Les réglementations en vigueur liées aux conditions de travail prévoient des obligations en termes d'aménagement et d'équipement des locaux des salariés sur le lieu de travail. Ces obligations concernent :

- L'hygiène des locaux,
- L'éclairage des locaux,
- Les conditions d'aération des locaux,

- La mise en place d'actions de prévention des risques professionnels,
- La prévention et la lutte contre l'incendie et les risques liés aux installations électriques,
- La lutte contre le bruit,
- La lutte contre les températures excessives,
- Les locaux de restauration et de convivialité,
- Etc.

Les grands principes de conception liés au code du travail à retenir sont les suivants :

- L'éclairage en lumière naturelle des espaces de travail, sans apport thermique excessif et sans éblouissement, avec vue sur l'extérieur,
- Un volume d'air minimal en circulation par heure et par salarié en ventilation naturelle et en ventilation mécanique,
- Un lavabo pour dix salariés, une toilette et un urinoir pour vingt hommes, deux toilettes pour vingt femmes,
- Un espace de convivialité et de prise de repas dans des conditions confortables à partir de 25 salariés,
- Des vestiaires hommes et femmes, avec douches selon la nature des activités.

2.3.2 Transpositions pour le monde universitaire

Le code du travail concerne les espaces de travail des personnels des universités et des organismes de recherche présents sur les campus.

Les vestiaires, douches et sanitaires des personnels techniques, logistiques, de restauration et d'entretien de l'université ou externalisés doivent être identifiés sur site.

Il pourra en outre être prévu des douches en complément pour les personnels se déplaçant en mode doux (vélo en particulier).

Dans les services centraux et administratifs des établissements, les effectifs ainsi que les services, l'organigramme et leur configuration sont en général stabilisés. On peut déployer des bureaux individuels ou partagés selon une trame tertiaire régulière. Pour ce qui concerne les parties de bureaux dans les espaces de recherche, il est à noter que les effectifs évoluent en fonction des projets de recherche.

Questions à se poser et bonnes pratiques
Ainsi, lors de la conception de ces espaces, il est préconisé d'être vigilant sur les aspects modularité et adaptabilité de la trame.

2.3.3 Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques

Une vigilance doit être observée lors des études de conception, pour garantir des espaces de travail en premier jour pour tous. Au-delà de l'accès à la lumière naturelle dans un local, le Facteur de Lumière Jour (FLJ)⁹ doit être pris en compte pour le confort au poste de travail. Concernant l'éclairage artificiel, des études spécifiques sont à prévoir sur les espaces de travail. Les nouveaux produits (type Leds intelligentes) sont à généraliser en raison de leurs temps de retour sur investissement extrêmement courts.

Le nombre et l'implantation des sanitaires dans un bâtiment universitaire doivent être précisés et doivent différencier ceux liés au code du travail de ceux estimés pour le public (les étudiants, publics extérieurs accueillis, ...).

Les bonnes conditions de travail pour tous sont une priorité. L'aménagement des espaces de bureaux doit être anticipé dès la phase de programmation, en

9 Le FLJ est le rapport de l'éclairement naturel intérieur reçu en un point (généralement le plan de travail ou le niveau du sol) à l'éclairement extérieur simultané sur une surface horizontale, en site parfaitement dégagé, par ciel couvert. Il s'exprime en %.

lien avec les usagers, notamment pour les bureaux partagés. À cette fin, il peut être envisagé le recours aux compétences d'un ergonome afin de prescrire et garantir un

confort de travail adapté aux activités. Le choix du mobilier ne doit pas être négligé dans cette phase de réflexion.

2.4 Acoustique

2.4.1 Rappel des grands principes

Le confort acoustique est un élément important de la qualité de vie dans un bâtiment. Le bruit génère une moins bonne compréhension de la source. Il est également facteur de stress et de fatigue. Il est donc important d'avoir un bon confort acoustique.

En termes de réglementation, des performances sont indiquées pour :

- L'isolement aux bruits aériens intérieurs (DnT,A) entre locaux,
- L'isolement aux bruits d'équipements (LnAT),
- L'isolement aux bruits d'impacts (L'nTw),
- Les temps de réverbération (Tr),

- L'isolement aux bruits de l'extérieur (DnT,A Tr).

2.4.2 Transpositions pour le monde universitaire

L'ensemble des exigences réglementaires de ce chapitre correspond à des exigences minimales. Selon le contexte, des exigences plus précises pourront être décrites au programme de l'opération.

Pour les espaces d'enseignement

Isolement aux bruits aériens intérieurs

L'isolement acoustique standardisé pondéré entre locaux, pour les espaces d'enseignement, doit être égal ou supérieur aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après :

Local de réception → Local d'émission ↓	Local d'enseignement, d'activités pratiques, administration, bibliothèque, salle de musique, salles de réunions, salles des professeurs, atelier peu bruyant	Local médical, infirmerie	Salle polyvalente, amphithéâtre	Salle de restauration
Local d'enseignement, d'activités pratiques, administration	43 dB (1)	43 dB (1)	40 dB	40 dB
Local médical, Salles de réunions, Atelier peu bruyant, cuisine, local de rassemblement fermé, sanitaires	50 dB	50 dB	50 dB	50 dB (2)
Cage d'escalier	43 dB	43 dB	43 dB	43 dB
Circulation horizontale, Hall	30 dB	40 dB	30 dB	30 dB
Salle de musique, salle polyvalente, salle de sports	53 dB	53 dB	50 dB	50 dB
Salle de restauration	53 dB	53 dB	50 dB	
Atelier bruyant	55 dB	55 dB	50 dB	55 dB
(1) Un isolement de 40 dB est admis en présence d'une ou plusieurs portes de communication				
(2) À l'exception d'une cuisine communiquant avec la salle de restauration				

Source : Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement

Les espaces de circulations étant de plus en plus souvent utilisés comme « tiers lieux », des espaces de rencontres et de travail, il sera nécessaire d'adapter les normes minimales indiquées ci-dessus en fonction des usages de ces espaces.

Temps de réverbération

Les durées de réverbération à respecter sont données dans le tableau ci-dessous.

Locaux concernés	Durée moyenne de réverbération
Local d'enseignement, d'études ou d'activités pratiques, salle de restauration et salle polyvalente d'un volume $\leq 250 \text{ m}^3$ Local médical ou social, sanitaires Administration, foyer, salle de réunion, bibliothèque	$0,4 \text{ s} \leq \text{Tr} \leq 0,8 \text{ s}$
Local d'enseignement, d'études ou d'activités pratique d'un volume $> 250 \text{ m}^3$ (sauf atelier bruyant)	$0,6 \text{ s} \leq \text{Tr} \leq 1,2 \text{ s}$
Salle de restauration d'un volume $> 250 \text{ m}^3$	$\text{Tr} \leq 1,2 \text{ s}$
Salle polyvalente d'un volume $> 250 \text{ m}^3$	$0,6 \text{ s} \leq \text{Tr} \leq 1,2 \text{ s}$ et étude particulière obligatoire
Autres locaux et circulations accessibles aux étudiants d'un volume $> 250 \text{ m}^3$	Si $V \leq 512 \text{ m}^3$: $\text{Tr} \leq 1,2 \text{ s}$ Si $V > 512 \text{ m}^3$: $\text{Tr} < 0,15 V$ cubique de v
Salle de sport	Arrêté relatif à la limitation du bruit dans les établissements de loisirs et de sports
Atelier bruyant	Arrêté du 30 août 1990 relatif à la correction acoustique des locaux de travail

Source : Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement

Pour les bureaux

La norme NF S 31-080 fixe les exigences acoustiques en fonction des niveaux de performances « courant », « performant » et « très performant » pour chaque type d'espace. Elle s'applique aux locaux neufs, aux rénovations et aux changements d'affectation des espaces :

- Niveau « courant » : correspond à ce qu'exige la réglementation et, en l'absence de textes légaux, au niveau fonctionnel minimum, ne garantissant aucun confort acoustique,

- Niveau « performant » : correspond à des performances acoustiques allant au-delà du niveau « courant » ; assurant un confort propice à de bonnes conditions de travail,

- Niveau « très performant » : correspond à des performances acoustiques maximales. Ce niveau vise la perception du bruit utile et non la perception du bruit superflu : il y a donc une notion qualitative propre à l'usage et à l'activité qui sera menée dans le local.

Les valeurs ci-dessous sont données pour information pour les bureaux collectifs :

	Niveau « Courant »	Niveau « Performant »	Niveau « Très performant »
Niveau sonore global	$L_{50} \leq 50 \text{ dB(A)}$	$35 \text{ dB(A)} \leq L_{50} \leq 45 \text{ dB(A)}$	$30 \text{ dB(A)} \leq L_{50} \leq 35 \text{ dB(A)}$
Réverbération	$\text{Tr} \leq 0,6 \text{ s}$	$\text{Tr} \leq 0,6 \text{ s}$	$\text{Tr} \leq 0,5 \text{ s}$

2.4.3 Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques

En phase de programmation, il est conseil-

lé d'être vigilant sur les préconisations acoustiques, notamment au regard de secteurs fonctionnels qui pourraient être considérés comme sensibles tels que

la documentation ou la restauration par exemple.

Il faut recenser les machines et équipements qui seront utilisées et leurs caractéristiques acoustiques.

Une vigilance particulière doit être portée sur la localisation des locaux techniques bruyants, ascenseurs et des réseaux de ventilation et leurs impacts sur les locaux voisins.

Il est nécessaire d'identifier rapidement les secteurs fonctionnels à enjeux acoustiques particuliers afin de définir les niveaux de confort par rapport à l'usage mais aussi par rapport au contexte géographique (environnement bruyant, présence d'infrastructures de transport, ...). À contrario, il est également néces-

saire de préserver l'environnement urbain proche et donc de limiter les nuisances acoustiques de l'établissement vers l'extérieur (riverains, risques de recours contre le permis de construire).

Dans la rédaction du programme de l'opération, il est conseillé de se référer à la réglementation acoustique en cours et d'exprimer clairement de manière qualitative et détaillée le confort acoustique attendu dans les espaces.

Il est déconseillé de citer des valeurs acoustiques dans le programme et notamment dans les fiches techniques par local sans la présence d'un acousticien dans l'équipe de programmation.

2.5 Normes liées aux activités de recherche

2.5.1 Rappel des grands principes

La recherche universitaire est polymorphe et impose une programmation sur mesure en relation étroite avec les utilisateurs.

Selon les activités de recherche pratiquées, l'attention du MOA, du programmeur, et de l'équipe de MOE doit se porter sur les normes et réglementations propres à ces activités. Les plus courantes sont les suivantes :

- Les réglementations en vigueur en lien avec les laboratoires :

- o La conception des laboratoires et l'implantation des locaux spécifiques (poste de manipulation et protection du manipulateur : paillasse, hottes, sorbonnes...)¹⁰,

- o La prévention des risques gaz, chimiques, biologiques, radioactifs, cryofluides, nanoparticules, ...

- o Le niveau de confinement biologique BSL 1 à 4 imposant des règles de construction

spécifiques (sas, circuit d'air contrôlé).

- La réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), concerne notamment les activités manipulant des organismes génétiquement modifiés, des substances toxiques, explosives, radioactives...

- La nomenclature des installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA),

- La réglementation ATEX, permettant d'identifier les zones de travail où peuvent se former des atmosphères explosives, de délimiter les zones à risques d'explosion,

- La réglementation et les normes relatives à la protection électromagnétique : valeurs limites d'exposition du public, protection contre les perturbations radioélectriques et magnétiques des appareils,

- La réglementation relative à l'usage de substances radioactives,

- La réglementation et les normes relatives aux zones alimentaires,

¹⁰ Guide INRS « Sorbonnes de laboratoire, n°18 guide pratique de ventilation », mars 2009.

- La réglementation et les normes relatives à la conception d'animalerie : arrêté du 1er février 2013 fixant les conditions d'agrément, d'aménagement et de fonctionnement des établissements utilisateurs, éleveurs ou fournisseurs d'animaux utilisés à des fins scientifiques et leurs contrôles, charte nationale portant sur l'éthique de l'expérimentation animale.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Il est recommandé de prendre connaissance des différents guides élaborés par l'INRS¹¹ et le CNRS¹².

2.5.2 Transpositions pour le monde universitaire

Chaque laboratoire de recherche étant spécifique, les projets devront intégrer les exigences liées à l'activité. Selon les domaines, les typologies de locaux peuvent être très diverses :

- Le bureau simple et classique notamment pour les SHS, lettres, langues, droit, mathématique, informatique... dans ce cas la réglementation à prendre en compte correspond au code du travail, en adéquation avec la politique immobilière de l'état,
- Un laboratoire sans risque biologique, si les manipulations ne présentent pas de risque pour l'homme ou pour l'environnement,
- Un laboratoire pouvant présenter des risques biologiques pour l'homme ou pour l'environnement (manipulation de cellules

souches, de virus, OGM, radioactivité, animalerie...).

Selon le degré de dangerosité des manipulations effectuées dans le cadre des activités de recherche, les impacts sur la réglementation à appliquer et donc in fine sur la configuration des locaux et leur sécurisation devront être appréhendés au plus tôt dans le processus de programmation.

Le positionnement des locaux les uns par rapport aux autres devra également être réfléchi de manière à ne pas générer des cumuls de risques en cascade.

2.5.3 Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques

Il est rappelé que le chef d'établissement doit tenir à jour une liste des ICPE.

En phase programmation, il est fortement conseillé de réaliser une concertation large auprès des acteurs de la recherche. Des entretiens stratégiques doivent être menés avec chaque directeur ou responsable d'équipe de recherche. Dans certains cas particuliers, il faut interroger l'ingénieur ou le technicien en charge des expérimentations pour comprendre plus finement les besoins et contraintes. Lors de ces entretiens, une visite des lieux actuellement occupés pourra éclairer l'équipe projet sur les process de manipulations et équipements nécessaires au fonctionnement du laboratoire.

Bien que la recherche nécessite des locaux souvent très spécifiques à chaque manipulation, il ne faut pas perdre de vue la nécessité d'adaptabilité des locaux aux évolutions futures, ainsi que les évolutions des usages des laboratoires et des espaces (réglementation, évolution des modes de recherche, réaffectation des locaux).

¹¹ <http://www.inrs.fr/publications/mediatheque/recherche-catalogue-mediatheque-resultats.html?typedocument=Brochure&keywords=ED%20>

¹² <http://www.dgdr.cnrs.fr/SST/CNPS/guides>

2.6 Recommandations liées à la restauration collective

2.6.1 Rappel des grands principes

Pour tout projet incluant une cafétéria ou un restaurant universitaire, il est impératif de suivre les principaux textes et recommandations relatifs aux établissements de restauration collective et notamment :

- Règlement sanitaire départemental,
- Prescriptions du Conseil Supérieur de l'Hygiène et de la DDPP,
- Règles d'Hygiène et de Sécurité applicables aux Établissements de Restauration où sont préparés, conservés et distribués des plats cuisinés à l'avance.

L'organisation des locaux doit être conforme aux prescriptions des services vétérinaires locaux.

Le concepteur doit étudier de façon toute particulière les moyens d'assurer un excellent niveau d'hygiène et l'attention est particulièrement attirée sur les points suivants :

- Le principe de marche en avant,
- L'utilisation de revêtements, d'appareils sanitaires et d'équipements techniques et immobiliers accessibles au nettoyage et facilement lessivables,
- La réalisation de parois et/ou revêtements lisses, nettoyables, lessivables,
- L'élimination des « recoins », angles aigus et zones inaccessibles.

2.6.2 Transpositions pour le monde universitaire

La restauration universitaire est un service fondamental de la vie quotidienne des étudiants.

Les restaurants universitaires ont été conçus pour répondre aux besoins des étudiants, leur permettant d'accéder à un repas équilibré pour un tarif social. Cependant, les besoins et les modes de restauration évoluent et s'adaptent désormais aux rythmes de vie des étudiants et à leurs habitudes alimentaires. C'est pourquoi à côté d'un restaurant classique sont souvent proposés d'autres types d'offres alternatives, notamment en restauration rapide type cafétéria ou coins thématiques (burger, pizza, salade, ...) dans des locaux dédiés voire des Food trucks.

De nombreux modèles existent donc, ceux-ci quelle que soit leur envergure, doivent être conformes aux règles et normes de restauration collective.

2.6.3 Points de vigilance et incidences, bonnes pratiques

Pour tout projet de restauration collective, il est fortement conseillé d'intégrer à l'équipe projet au plus tôt le futur gestionnaire de l'espace lorsqu'il est connu, en tant qu'expert dans le domaine de la restauration : que ce soit au cours de la démarche de programmation, lors d'un concours d'architecture au sein de la commission technique, puis lors de l'analyse des études APS et APD notamment. En parallèle, il est préconisé de solliciter une compétence de cuisiniste dans l'équipe de programmation.

3

CONTRAINTES DE SITE DIMENSIONNANTES

3.1	Prise en compte de l'environnement général et des déplacements	29
3.2	Prescriptions locales réglementaires	30
3.2.1	Au titre de l'urbanisme	30
3.2.2	Au titre du code de l'environnement et du code minier	32
3.2.3	La lutte contre le bruit	35
3.2.4	Protections patrimoniales	36
3.2.5	Servitudes d'utilité publique relatives à l'utilisation de certaines ressources et équipements	38
3.3	État des lieux technique	39
3.3.1	Études de sol	39
3.3.2	Diagnostics techniques des bâtiments existants	44
3.4	Phasage et contraintes de chantier à anticiper	49
3.4.1	Phasage et organisation des travaux	49
3.4.2	Travaux en site occupé	49

3

CONTRAINTES DE SITE DIMENSIONNANTES

3.1 Prise en compte de l'environnement général et des déplacements

Quelle que soit la dimension du projet, l'ancrage de l'opération dans le paysage urbain est un élément incontournable de la conception des espaces et contribuera à tisser les liens entre le bâti, l'établissement et son environnement.

La conception des bâtiments doit être basée sur une analyse de site et des diagnostics préalables.

Ainsi, le projet doit prévoir une organisation du site permettant une gestion facilitée des flux (piétons, véhicules, logistiques...), des connexions aux réseaux de transports existants (route, transports en commun, cyclable) et favoriser les modes de déplacements doux. Cette considération est valable à la fois pour un bâtiment isolé ou pour un projet inséré dans un campus. Quel que soit le projet, la programmation doit intégrer une réflexion à l'échelle du campus afin d'apporter des réponses qui permettront de valoriser la qualité du site.

Au niveau des modes de déplacements doux, les futurs projets peuvent intégrer une réflexion sur ce sujet, à travers :

- La réalisation de plans de déplacements étudiants,
- La mise en place de service de covoiturage ou de places de stationnement réservées à cette pratique,
- L'implantation en nombre suffisant d'arceaux pour vélos notamment auprès des bâtiments les plus fréquentés,
- L'installation de bornes électriques pour les vélos ou pour les voitures,
- Etc.

À l'échelle d'un campus, il est impératif de repérer et d'étudier les fréquences et les flux piétons, de livraisons, de véhicules légers (personnels, étudiants) et lourds, de véhicules de maintenance, la desserte des engins de secours et les flux propres au(x) chantier(s).

Les prestations doivent limiter l'imperméabilisation des sols et traiter les eaux pluviales sur la parcelle (infiltration, rétention) afin de limiter les rejets dans le réseau public.

Un éclairage adapté améliore la sécurité, l'accessibilité et l'image du site la nuit, sans pollution lumineuse inutile. Lorsque les choix techniques sont adaptés, il peut également être une source d'économie d'énergie à l'échelle du site.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Comment est orientée la parcelle, le bâtiment (vents dominants, ensoleillement, nuisances sonores ...) ?

Quel est l'environnement urbain proche : hauteur des bâtiments, continuité urbaine ?

Lors du choix d'un site, une analyse multicritère sous l'angle environnemental devra être faite.

Comment encourager les mobilités douces ? Limiter le stationnement ? Le relayer à l'extérieur du campus et libérer les pieds/abords de bâtiments pour des usages autres (mobilier urbain adapté) ? Ainsi, la question des pieds et abords des projets immobiliers doit être traitée dès la programmation afin de privilégier l'attractivité et la qualité du site :

Ainsi, la question des pieds et abords des projets immobiliers doit être traitée dès la programmation afin de privilégier l'attractivité et la qualité du site : quel public, quels usages, quelle sécurisation ?

Un diagnostic biodiversité pourra être établi si nécessaire recensant la faune et la flore, les corridors écologiques et les zones protégées sur site. Ce diagnostic est obligatoire dans le cas où le projet est soumis à l'élaboration d'une étude d'impact environnementale.

Il faut veiller, lors de la conception, à assurer les protections des oiseaux vis-à-vis des grandes surfaces vitrées.

développement, et d'un règlement associé à un zonage traduit dans des documents graphiques.

Dès la phase faisabilité d'une opération, il est nécessaire de vérifier les règles de constructibilité de la parcelle.

Le règlement interprète le plan de zonage et définit précisément les conditions de construction et d'aménagement de chaque zone. Il définit notamment :

- Les catégories de constructions autorisées par zone,
- Les obligations d'aménagement des accès routiers, des branchements aux réseaux d'eau et d'assainissement,
- Les emprises au sol maximales des constructions,
- Les reculs et prospects à respecter par rapport aux voies publiques et voisinages,
- Les hauteurs maximales des bâtiments,
- Les conditions de traitement des façades et des ouvertures des bâtiments,
- Les obligations pour les stationnements de véhicules, en fonction de l'activité,
- Des prescriptions pour le traitement des espaces verts.

Dès l'élaboration de l'état des lieux, il est conseillé de se rapprocher des services de l'urbanisme de la collectivité afin de parcourir et de préciser les orientations programmatiques en conformité avec le PLU. Le sujet du stationnement est particulièrement à aborder avec les services compétents afin de bien identifier les obligations au regard de la volonté politique du porteur de projet et de sa réflexion sur la qualité d'usage du campus dans sa globalité.

3.2 Prescriptions locales réglementaires

3.2.1 Au titre de l'urbanisme

Plan Local d'Urbanisme

En France, le Plan Local d'Urbanisme (PLU) ou le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUI) est le principal document de planification de l'urbanisme au niveau communal ou intercommunal.

Le PLU, en tant que document cadre de planification de l'urbanisme, établit les principales règles relatives à l'utilisation du sol sur un territoire déterminé.

À l'échelle du territoire concerné, l'objectif du PLU est de rechercher un équilibre entre développement urbain et préservation des espaces naturels dans une perspective de développement durable et de tenir compte des nouvelles préoccupations : renouvellement urbain, habitat et mixité sociale, limitation de l'étalement urbain, diversité des fonctions urbaines, transports et déplacements.

Le PLU est composé notamment d'un projet d'aménagement et de développement durable (PADD) qui exprime les objectifs de la collectivité en termes de

Autorisations de construire et de démolir

Le Permis de Construire¹³ (PC) est obligatoire, dans les cas suivants :

- Création d'une surface de plancher ou d'une emprise au sol supérieure à 20 m²,
- Création d'une surface de plancher ou d'une emprise au sol supérieure à 40 m² dans les zones urbaines couvertes par un plan local d'urbanisme (PLU) ou un document assimilé (toutefois, entre 20 et 40 m² de surface de plancher ou d'emprise au sol, un permis de construire est exigé lorsque les extensions ont pour effet de porter la surface totale de la construction au-delà de 150 m²),
- Modification des structures porteuses ou de la façade du bâtiment, lorsque ces travaux s'accompagnent d'un changement de destination,
- Intervention sur un immeuble inscrit au titre des Monuments Historiques ou se situant dans un site patrimonial remarquable.

Sinon une déclaration préalable de travaux est nécessaire.

La demande de permis de construire ne peut être déposée que si la maîtrise d'ouvrage a fait appel à un architecte pour le projet.

Le permis est délivré par le Maire ou le Président de l'Etablissement Public compétent.

Toutefois, pour certaines constructions (réalisations pour le compte de l'état, de la région, du département, de leurs établissements publics et concessionnaires) le permis est délivré par l'Etat.

Un permis de démolir est nécessaire pour les bâtiments situés dans des périmètres protégés, pour les immeubles eux-mêmes protégés, ou si la commune a décidé de l'instaurer sur tout ou partie de son territoire.

Un établissement d'enseignement supérieur est considéré généralement comme CINASPIC. Le PLU définit les constructions entrant dans la catégorie des constructions ou installations nécessaires aux services publics d'intérêt collectif (CINASPIC) et les règles particulières qui leur sont applicables. À ce titre, il peut bénéficier de mesures dérogatoires sur certains articles réglementaires, notamment la règle de calcul des places de stationnement.

En effet, lorsque le projet est inclus dans un campus, la règle de calcul du nombre de places s'applique à l'échelle du site.

Dès la phase de programmation, il est conseillé de se rapprocher de la collectivité ayant la compétence urbanisme du secteur du projet.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Dans certains cas, Monuments Historiques, Sites classés, Etablissements Recevant du Public, le délai d'instruction est majoré et sera précisé le mois qui suit le dépôt de la demande.

¹³ Cf. Cerfa relatif au PC

3.2.2 Au titre du code de l'environnement et du code minier

Les Plans de Prévention des Risques

Le PPR est un plan valant servitude d'utilité publique. C'est un document réalisé par l'État qui réglemente l'utilisation des sols, en fonction des risques auxquels ils sont soumis. Cette réglementation va de l'interdiction de construire à la possibilité de construire sous certaines conditions en passant par l'imposition d'aménagement aux constructions existantes.

Ce plan a pour objet, en tant que de besoin :

- De délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de leur nature et des risques encourus,

- Selon les risques pour les vies humaines, d'y interdire la construction de bâtiments ou d'ouvrages ou de prescrire les conditions selon lesquelles les bâtiments doivent être réalisés, utilisés et exploités au regard du risque,

- Selon la situation de définir des mesures relatives à l'aménagement,

- De définir les mesures de prévention, protection et sauvegarde qui doivent être prises.

Les PPR¹⁴ peuvent être de plusieurs types :

naturels¹⁵ (inondations, mouvements de terrain, avalanches, incendies de forêt, séismes, éruptions volcaniques, tempêtes, cyclones, submersion marine, remontée de nappe), technologiques¹⁶ ou miniers¹⁷.

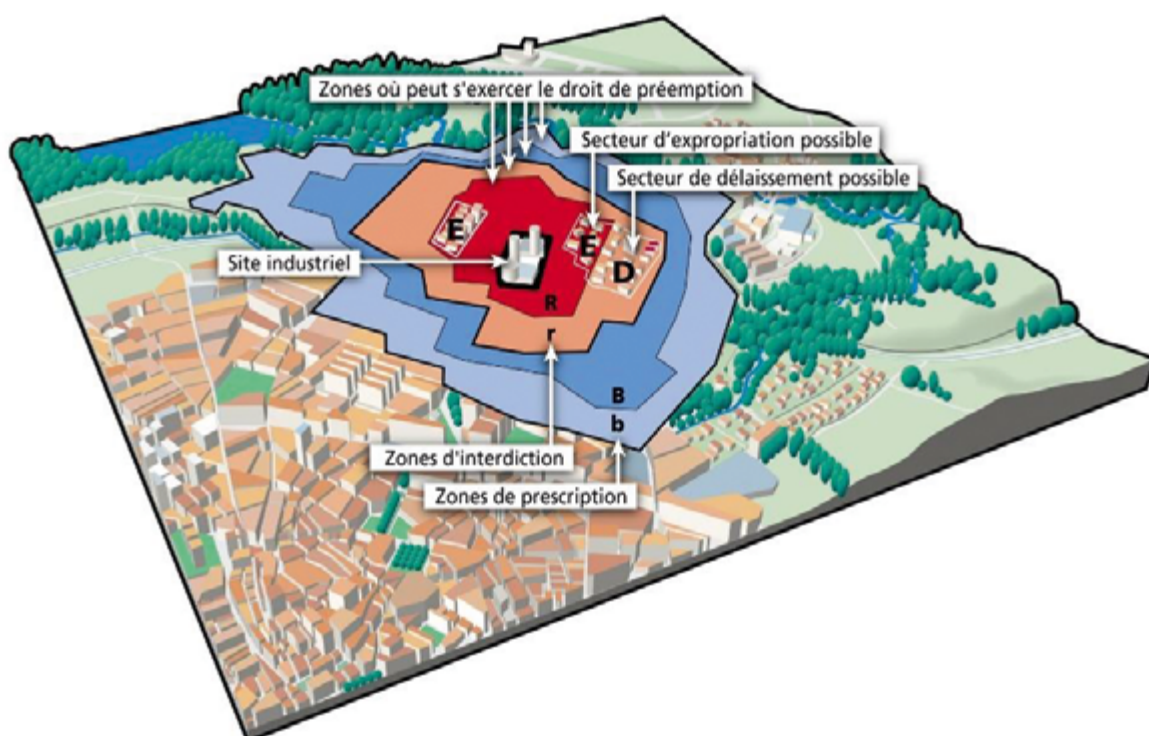


Illustration concernant un PPRT - Source : www.mementodumaire.net

¹⁴ Les risques encourus sur un territoire peuvent être consultés sur le site georiques.gouv.fr

¹⁵ Cf. articles 562-1 et suivants du code de l'environnement

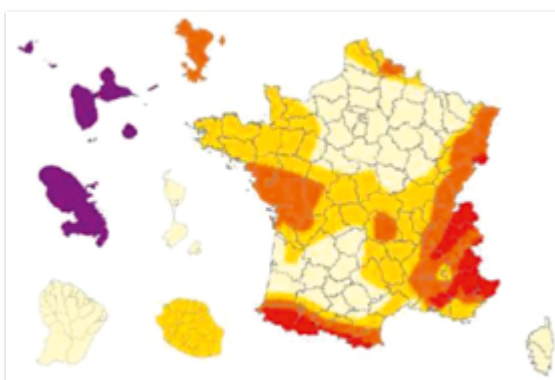
¹⁶ Cf. article 515-15 et suivants du code de l'environnement

¹⁷ Cf. article 174-5 du code minier

Des dispositions spécifiques s'appliquent selon le zonage sur les ERP notamment concernant la mise en sécurité du site et les conditions d'évacuation des personnes.

Le risque sismique

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante :



Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_g (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3

Source : Ministère de la transition écologique et solidaire





Les règles de construction applicables aux bâtiments neufs dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité dans laquelle il se trouve. Il n'y a pas d'exigence réglementaire si le bâtiment est en zone 1 ou 2, ou s'il appartient à la catégorie d'importance I ou II.

Pour les bâtiments existants, la réglementation n'impose pas dans le cas général de travaux de renforcement. Néanmoins, le principe de base de la réglementation est le suivant : si des travaux sont réalisés sur

des bâtiments existants, ils ne doivent pas aggraver la vulnérabilité de ces bâtiments au séisme.

Si des travaux entraînant une modification importante de la structure sont envisagés (création importante de surface, suppression de plancher, suppression de contreventement, ajout d'un équipement lourd en toiture), un dimensionnement est nécessaire avec action sismique égale à 60 % de celle prévue pour le bâtiment neuf.

Catégorie d'importance	Description
I	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, $h \leq 28$ m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III	 <ul style="list-style-type: none"> ■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, $h > 28$ m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 2				
Zone 3				PS-MI ¹ Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4				PS-MI ¹ Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5				CP-MI ² Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

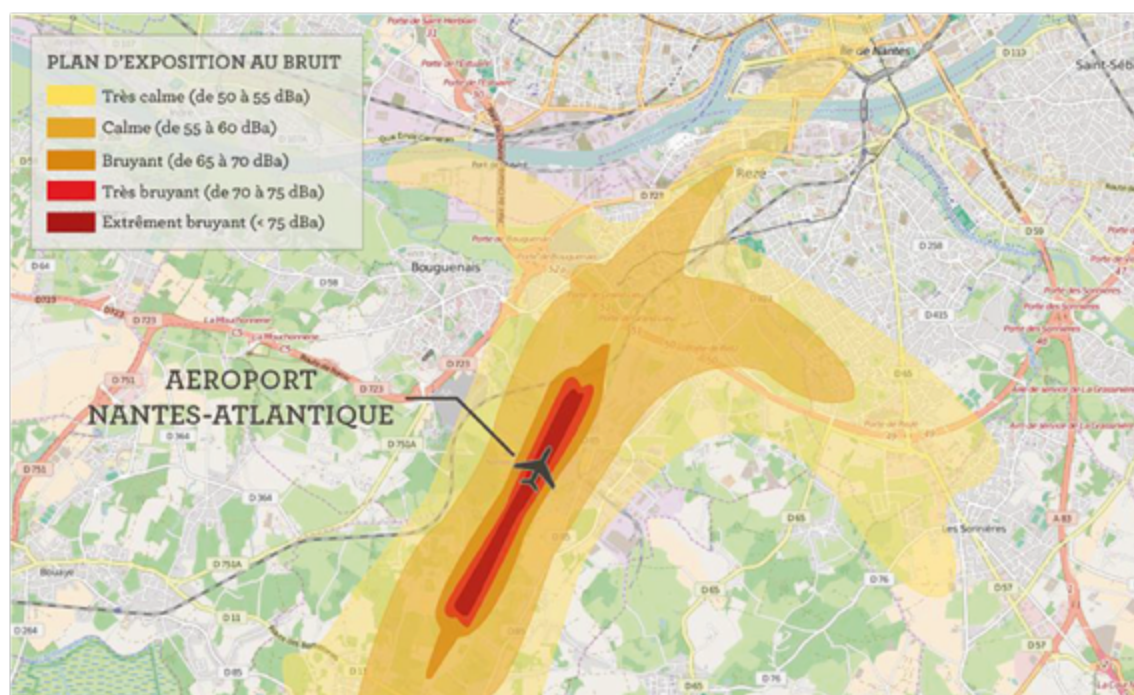
Source : Ministère de la transition écologique et solidaire

3.2.3 La lutte contre le bruit

Plan d'Exposition au Bruit¹⁸

Le PEB est un document d'urbanisme destiné à maîtriser et à encadrer l'urbanisation en limitant les droits à construire dans les zones exposées au bruit des aéronefs (aéroports, aérodromes, ...).

Le PEB est préventif ; il permet d'éviter que des populations nouvelles s'installent dans des secteurs exposés ou susceptibles d'être exposés à un certain niveau de gêne sonore. Le PEB limite le droit à construire, y compris en cas d'extension. Il n'a en revanche aucun impact sur les constructions existantes.



Exemple de cartographie de Plan d'Exposition au Bruit

Classement des voies¹⁹

Dans chaque département, le Préfet recense et classe les infrastructures de transport terrestre en fonction de leurs caractéristiques sonores et du trafic. Elles sont classées en 5 catégories selon

le niveau de bruit qu'elles engendrent, la catégorie 1 étant la plus bruyante. Un secteur affecté par le bruit est défini de part et d'autre de chaque infrastructure classée, dans lequel les prescriptions d'isolement acoustiques sont à respecter.

Catégorie de classement de l'infrastructure	Niveau sonore de référence Laeq(6h-22h) en dD (A)	Niveau sonore de référence Laeq(22h-6h) en dD(A)	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
1	$L > 81$	$L > 76$	$d = 300 \text{ m}$
2	$76 < L < 81$	$71 < L < 76$	$d = 250 \text{ m}$
3	$70 < L < 76$	$65 < L < 71$	$d = 100 \text{ m}$
4	$65 < L < 70$	$60 < L < 65$	$d = 30 \text{ m}$
5	$60 < L < 65$	$55 < L < 60$	$d = 10 \text{ m}$

Classement sonore des voies

¹⁸ Les PEB sont référencés sur www.geoportail.gouv.fr

¹⁹ Cf. article 571-10 du code de l'environnement



Exemple de cartographie du classement sonore des voies

Le classement sonore des voies est reporté au PLU.

Lorsqu'un projet de construction ou de réhabilitation impactant les façades est prévu dans un secteur affecté par le bruit, celui-ci doit respecter un niveau d'isolement acoustique de façade apte à assurer un confort d'occupation des locaux suffisant.

Pour les établissements d'enseignement venant s'édifier dans les secteurs classés, les isollements de façade exigés sont compris entre 30 dB(A) (minimum imposé même en zone très calme) et 45 dB(A) pour un bruit de type routier. Dépendant essentiellement de la catégorie de la voie et de la distance des façades à cette voie, ces exigences d'isolement visent un objectif de niveaux de bruit résiduels intérieurs ne dépassant pas 35dB(A) de jour et 30 dB(A) de nuit.

3.2.4 Protections patrimoniales

Monument Historique (MH)

L'intérêt patrimonial d'un bien s'évalue en examinant un ensemble de critères historiques, artistiques, scientifiques et techniques. Les notions de rareté, d'exemplarité et d'intégrité des biens sont prises en compte.

Il existe deux niveaux de protection au titre des monuments historiques (autrefois connu comme inventaire supplémentaire des Monuments Historiques) : le classement à un niveau d'intérêt national et l'inscription à l'échelle régionale²⁰.

Couramment, on dit d'un bien (meuble ou immeuble) qu'il est inscrit ou classé.

Les démarches sont différentes que l'on intervienne sur un bien inscrit ou classé au titre des monuments historiques :

- les biens inscrits au titre des monuments historiques font l'objet d'un permis de construire ;



²⁰ L'inventaire supplémentaire des Monuments Historiques a été instauré par la loi du 23 juillet 1927 complétant le dispositif de la loi du 31 décembre 1913 sur les Monuments Historiques, codifiée dans le code du Patrimoine.

- les biens classés au titre des monuments historiques sont soumis aux dispositions du code du patrimoine et sont instruits par la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC).

Une concertation préalable avec les services de l'État doit donc être anticipée dès la phase de programmation. Par ailleurs, toute intervention sur un bien classé au titre des monuments historiques impose le recours à un maître d'œuvre Architecte en Chef des Monuments Historiques (ACMH).

Par ailleurs, tout projet situé dans un rayon de 500 mètres en abords d'un monument historique est soumis à des réglementations spécifiques et doit obtenir l'accord préalable de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF).

Que son avis soit conforme (co-visibilité) ou simple (dans le périmètre, pour mémoire avis facultatif), il est indispensable d'associer l'ABF au plus tôt, dès l'étude de faisabilité pour tout projet situé aux abords d'un monument historique.

Sites inscrits ou classés

Un site classé ou inscrit, de la même manière qu'il y a une protection des biens remarquables, est un espace naturel ou une formation naturelle remarquable présentant un caractère historique, artistique, scientifique, légendaire ou pittoresque. Il appelle au nom de l'intérêt général, la conservation en l'état (entretien, restauration, mise en valeur) ainsi que la préservation de toute atteinte grave (destruction, altération, banalisation).

En site inscrit²¹, tout projet d'aménagement ou modification du site est soumis à l'avis simple de l'ABF²², à l'exception des démolitions qui sont soumises à son avis conforme.

Les sites classés sont inconstructibles, sauf exception. Les travaux y sont alors encadrés et relèvent du préfet après avis de l'ABF.

Les permis de construire, permis d'aménager ou permis de démolir sont soumis à l'autorisation préalable expresse du ministre chargé de l'environnement, après qu'ils ont été soumis pour avis à la commission départementale de la nature et des sites et des paysages (CNDPS) (dossiers instruits par les inspections des sites).

Sites Patrimoniaux Remarquables (SPR)

Les secteurs sauvegardés, les ZPPAUP et les AVP en vigueur au moment de la promulgation de la loi LCAP ont été automatiquement transformés en sites patrimoniaux remarquables.

Les plans et les règlements préexistants continuent de produire leurs effets.

L'instruction des autorisations de travaux a été simplifiée en limitant la superposition des servitudes au titre de la servitude la plus contraignante.

L'ABF doit cependant veiller à ce que les travaux soient conformes aux règlements applicables.

Deux types de périmètres existent :

- Les périmètres délimités des abords résultent des nouvelles délimitations instruites par l'autorité administrative.

- Par défaut, le périmètre de protection des 500 mètres des Monuments Historiques. L'avis de l'ABF est obligatoire quel que soit le régime d'autorisation de travaux. Cependant la notion de co-visibilité ne s'applique plus dans les PDA où tout projet est soumis à l'avis conforme de ce dernier.

L'instruction des trois protections patrimoniales citées ci-avant est maintenant commune et leurs validations sont facilitées.

²¹ D'un point de vue légal cette protection s'effectue au titre de la loi du 21 avril 1906 puis par la loi du 2 mai 1930, codifiée dans les articles L 341-1 à 22 du code de l'environnement.

²² L'ABF et l'inspecteur des sites sont les garants administratifs de la qualité des paysages, espaces inscrits ou classés au titre des sites. L'ABF s'intéresse plus aux aspects construits du site et à la conservation des traces de l'empreinte humaine. L'inspecteur des sites veille au maintien de la qualité paysagère et environnementale du site et au respect des motifs qui ont présidé à son classement.

Label Architecture Contemporaine Remarquable

Ce label français peut être accordé aux réalisations architecturales jusqu'au centenaire de l'immeuble, dont la conception présente un intérêt architectural ou technique suffisant.

Il n'a aucune incidence juridique sur les interventions éventuelles sur les bâtiments ou les territoires identifiés.

Le label est attribué par décision du préfet de région, après avis de la Commission Régionale des Patrimoines et de l'Architecture (CRPA). La demande d'attribution est présentée par le propriétaire, ou toute personne y ayant un intérêt.

Les critères de labellisation pouvant être sollicités sont :

- singularité de l'œuvre,
- caractère innovant ou expérimental de la conception architecturale, urbaine, paysagère ou de la réalisation technique, ou sa place dans l'histoire des techniques,
- exemplarité de l'œuvre dans la participation à une politique publique,
- ...

En cas de travaux sur l'immeuble le propriétaire doit soumettre une notice descriptive au préfet de région. Le propriétaire a l'obligation d'informer le préfet de région de toute modification ou travaux sur le bien labellisé.

3.2.5 Servitudes d'utilité publique relatives à l'utilisation de certaines ressources et équipements

Les servitudes d'utilité publique constituent des charges qui existent de plein droit sur tous les immeubles concernés et qui peuvent aboutir :

- soit à certaines interdictions ou limitations à l'exercice par les propriétaires de leur droit de construire, et plus généralement le droit d'occuper ou d'utiliser le sol,
- soit à supporter l'exécution de travaux ou l'installation de certains ouvrages, par exemple les servitudes créées pour l'établissement des lignes de transport d'énergie électrique,
- soit, plus rarement, à imposer certaines obligations de faire à la charge des propriétaires (travaux d'entretien ou de réparation).

Les servitudes d'utilité publique relatives à l'utilisation de certaines ressources et équipements habituellement rencontrées sont les suivantes²³ :

- servitude au voisinage d'une ligne électrique aérienne,
- servitude de passage des lignes Haute Tension,
- servitude de passage d'axes de transport aériens (lignes de chemin de fer, autoroutes, périphériques) et souterrains (RER, métro),
- servitude de transmissions radioélectriques concernant la protection contre les perturbations électromagnétiques,
- servitude liée à une canalisation de transport de gaz,

23 Cf. Décret n°205-1783 du 28 décembre 2015 relatif à la partie réglementaire du livre 1er du code de l'urbanisme et à la modernisation du contenu du plan local d'urbanisme

- servitude liée à une canalisation de transport et de distribution de chaleur et de froid.

3.3 État des lieux technique

La connaissance du site nécessite la réalisation d'un certain nombre d'investigations par des études ou diagnostics spécifiques.

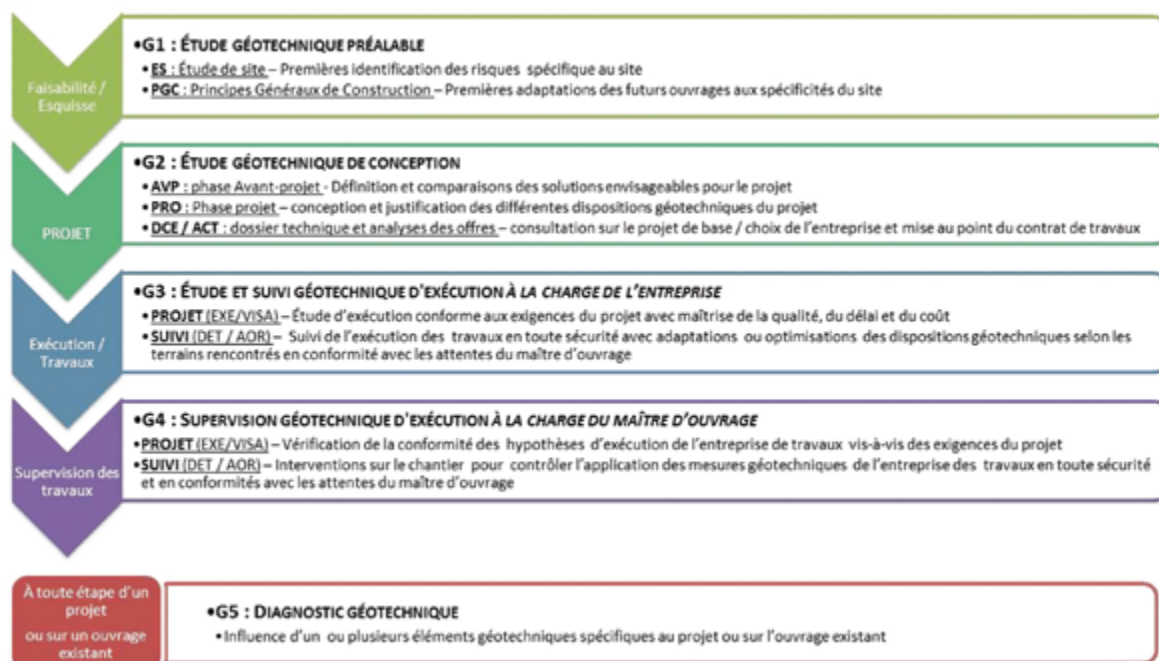
3.3.1 Études de sol

Étude géotechnique

Lors d'une construction neuve, d'une extension ou d'un renfort de structure dans le cadre d'une réhabilitation, il incombe au MOA de réaliser au plus tôt une étude

géotechnique de sol afin de prendre en compte la nature des formations constituant le sous-sol du site. Cette prise en compte permet d'adapter le projet au site envisagé, de définir le système de fondation de l'ouvrage avec le meilleur rapport sécurité/coût et de se garantir contre les effets de la réalisation des travaux sur les constructions voisines.

En France, la norme NF P 94-500 est le document de référence définissant le cadre réglementaire de travail du géotechnicien. Elle définit plusieurs types de missions géotechniques permettant au géotechnicien d'adapter son intervention en fonction du niveau d'avancement du projet et en fonction de la finalité recherchée par son étude.



Source : www.bureau-sol-consultants.fr

Le géotechnicien remet en fin de mission un rapport ayant pour objectif de présenter le cadre dans lequel le projet sera réalisé (environnement du projet, géologie des sous-sols, eaux souterraines...) ainsi que les solutions techniques pratiques, viables et économiques de manière à réaliser en toute sécurité et à moindre coût le projet.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Il est conseillé d'effectuer un sondage de sol en amont du projet, dès le programme, même si la MOE en effectue un autre en phase APS. Le coût, relativement minime, est absorbé par des choix architecturaux réalistes lors de la phase concours et une meilleure évaluation du budget (faut-il des fondations spéciales, quel est le niveau de la nappe ? Faut-il poser un piézomètre pour la mesurer ?).

Retrait/gonflement des argiles

Le retrait par assèchement des sols argileux lors d'une sécheresse prononcée et/ou durable produit des déformations de la surface des sols (tassements différentiels). Il peut être suivi de phénomènes de gonflement au fur et à mesure du rétablissement des conditions hydrogéologiques initiales ou plus rarement de phénomènes de fluage avec ramollissement.

Les cartes départementales d'aléa retrait-gonflement élaborées par le BRGM peuvent contribuer à attirer l'attention des maîtres d'ouvrage sur la question.

Les cartes ont pour but de délimiter toutes les zones qui sont a priori sujettes au phénomène de retrait-gonflement et de hiérarchiser ces zones selon un degré d'aléa croissant :

- Fort : la probabilité de survenance d'un sinistre sera la plus élevée et l'intensité des phénomènes attendus sera la plus forte,



Source : BRGM

- Faible : la survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante, mais ces désordres ne toucheront qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, avec par exemple des arbres proches ou une hétérogénéité du sous-sol),

- Moyen : zones intermédiaires entre ces deux situations extrêmes,

- Nul : il s'agit des secteurs où les cartes géologiques actuelles n'indiquent pas la présence de terrain argileux en surface.

Cependant, pour déterminer avec certitude la nature du terrain situé au droit de la parcelle et adapter au mieux les caractéristiques de la construction aux contraintes géologiques locales, une étude géotechnique menée par un bureau d'études techniques spécialisé constitue la mesure la plus sûre.

Lors de l'étude géotechnique, il sera demandé les éléments de mission suivants :

- reconnaissance de la nature géologique et des caractéristiques géométriques des

terrains d'assise,

- caractérisation du comportement des sols d'assise vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement,
- vérification de l'adéquation du mode de fondation prévu avec les caractéristiques et le comportement géotechnique des terrains d'assise,
- vérification de l'adéquation des dispositions constructives prévues avec les caractéristiques intrinsèques du terrain et du sol de l'environnement immédiat.

Carrières

L'exploitation des matériaux de construction a laissé des vides importants dans les sous-sols au cours du temps. La dissolution du gypse provoque également la formation de cavités souterraines.

Certaines cavités souterraines sont très bien connues et parfaitement surveillées (ex : cas des carrières de Paris). La construction peut y être autorisée, le risque restant maîtrisé, sous réserve d'adopter certaines mesures de précaution (information des occupants, construction adaptée à la capacité de tenue des terrains au-dessus de la cavité, maîtrise des rejets d'eau dans le sol, etc.).

L'Inspection générale des carrières (IGC) est un service de la Ville de Paris. Par conventions, son périmètre d'intervention s'étend aux départements des Hauts-de-Seine et du Val-de-Marne et à la plupart des communes de la Seine-Saint-Denis.

L'Inspection générale des carrières met à jour l'atlas des anciennes carrières de Paris et de la petite couronne qui comprend 458 cartes au 1/1.000, les cartes géologiques de Paris et de la banlieue au 1/5.000 et les bases de données liées au sous-sol (sondages, incidents...).

Questions à se poser et bonnes pratiques
Les charges aux sols imposées par

les activités accueillies dans le projet vont-elles avoir un impact sur la structure imposant des fondations spéciales, donc des surcoûts du fait d'un contexte de carrières à prendre en compte ?

Existe-t-il une cartographie du sous-sol du site du projet ?

Pollution des sols

Un site se définit comme pollué lorsqu'on détecte dans son sol une substance non-présente à l'état naturel, entraînant un risque inacceptable pour :

- les cibles à protéger : les populations humaines, les ressources en eau, les écosystèmes et les biens matériels,
- un usage donné du site.

Tout MOA doit déterminer si le sol et/ou la nappe phréatique devant accueillir son projet sont contaminés. En cas de suspicion de pollution, le MOA doit réaliser des analyses. Ensuite, le MOA doit proposer des solutions afin de réduire, voire supprimer la pollution, lorsque cela est possible. Lorsque la pollution ne peut être suffisamment réduite, la nature des activités implantées sur site est soumise à autorisation.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Quel est le passif du terrain devant accueillir le projet ?
Peut-on suspecter la présence de polluants liés à ces activités passées (industriel, militaire...) ?

Diagnostic pyrotechnique

Plusieurs types de pollutions pyrotechniques peuvent être distingués :

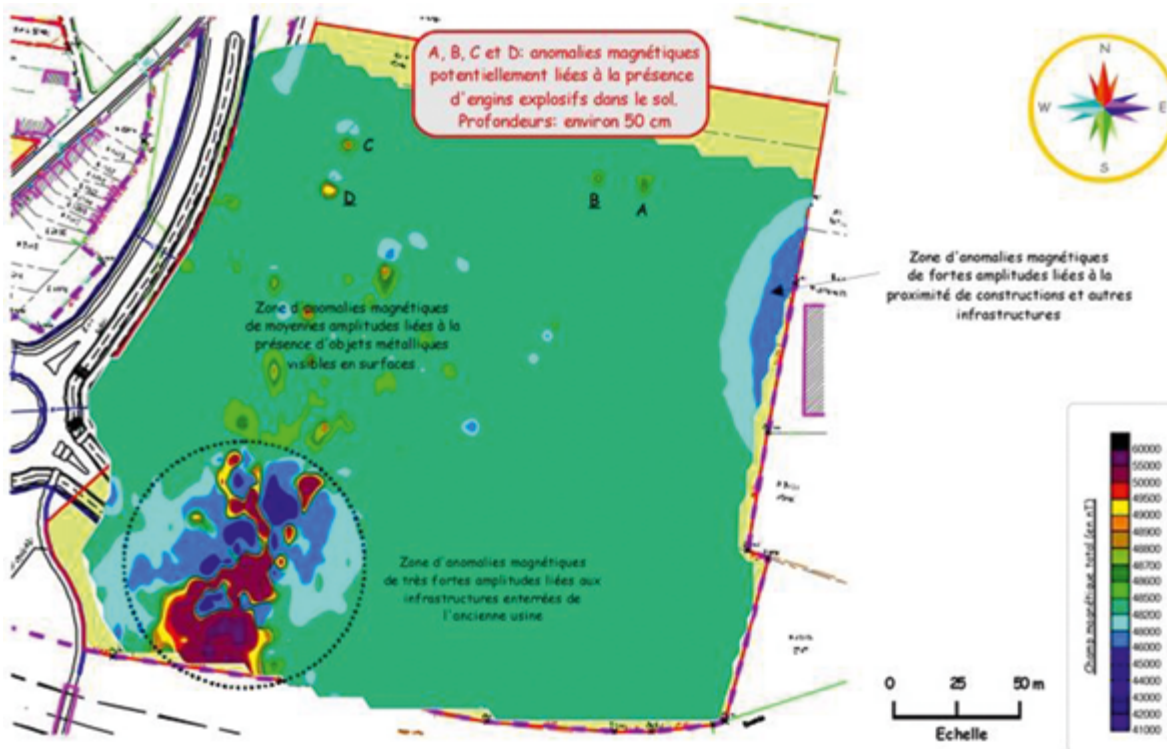
- pollution résultant des faits de guerre (munitions anciennes liées à des bombardements ou caches de munitions),
- pollution liée aux activités pyrotechniques des armées (champs de tirs notamment),
- pollution industrielle dues aux activités de fabrication d'armes.

Les opérations de dépollution pyrotechnique consistent à détecter, déterrer, identifier, neutraliser des munitions non explosées dans ou à même le sol et tout engin disposant d'un système de mise à feu pyrotechnique.

Le diagnostic pyrotechnique peut être mené soit au moyen d'un magnétomètre (détecteur de masses ferreuses), de reconnaissance radar ou d'un drone.

En cas de présomption de pollution pyrotechnique, une étude de sécurité pyrotechnique (ESP) doit être réalisée avant l'ouverture du chantier afin d'identifier toutes les possibilités d'accidents pyrotechniques. Cette dernière établit, dans chaque cas, la nature et la gravité des risques encourus par les travailleurs et par les tiers. Elle détermine les mesures à prendre pour éviter les accidents et limiter leurs conséquences tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du chantier.

Le risque présenté par les activités pyrotechniques est calculé en fonction de deux critères : la gravité des effets d'un événement (explosion, combustion, décomposition de matières) et la probabilité d'exposition à cet événement (probabilité intrinsèque et taux de présence dans les zones d'effets).



Source : www.geophy.fr

Questions à se poser et bonnes pratiques

Quel est le passif du terrain devant accueillir le projet ?

Peut-on suspecter que le site a été bombardé ou le siège d'activités utilisant des substances explosives ?

Quel est la dangerosité des opérations de dépollution ? Quel périmètre de sécurité doit être mis en place lors de la dépollution

à un trimestre, mais peut se prolonger également sur une année. Compte tenu de la durée des procédures, il convient de les anticiper au maximum dès lors que la maîtrise foncière est assurée.

Le diagnostic archéologique est financé par la redevance d'archéologie préventive. Les fouilles archéologiques sont financées par le MOA du projet.

Diagnostic d'archéologie préventive et fouilles

Les archéologues du Service régional de l'archéologie qui dépendent des Directions Régionales des Affaires Culturelles (DRAC) définissent par arrêt des zones dans les secteurs réputés sensibles. Sur l'ensemble du territoire, 12% des projets d'aménagement du territoire donnent lieu à un diagnostic archéologique. Ce dernier est réalisé soit par l'Inrap, soit par des services de collectivité publique agréés.

Pour estimer le risque archéologique, il est conseillé de consulter la carte archéologique nationale ou le PLU de la commune concernée.

La durée des fouilles archéologiques préventives varie selon l'intérêt des vestiges, la surface de fouille, leur profondeur... La durée moyenne est évaluée

Questions à se poser et bonnes pratiques

Quel est le passif du terrain devant accueillir le projet ?

Qu'indique-le PLU sur la zone du projet ?

Il est conseillé de prendre attache auprès de la DRAC dès le choix de la parcelle foncière du projet. Les diagnostics et les éventuelles fouilles préventives peuvent donc être intégrés très en amont du projet, et permettent ainsi d'anticiper les impacts budgétaires et calendaires en cas de détection de vestiges archéologiques présents dans le sous-sol.



3.3.2 Diagnostics techniques des bâtiments existants

Amiante

L'amiante a été largement utilisée dans la construction en raison de ses propriétés d'isolation acoustique, thermique et de résistance à la chaleur et de son faible coût de production, particulièrement dans les années 1960 et 1970. Cependant, ses effets sur la santé ont conduit à un contrôle et à une limitation progressive de son usage, jusqu'à son interdiction en France en 1997.

Le repérage d'amiante fait partie des diagnostics préalables aux travaux de construction, de réhabilitation ou de démolition. Cette opération, à la charge du MOA, a pour but d'évaluer les risques sanitaires liés aux matériaux susceptibles de contenir de l'amiante.

L'étendue du repérage amiante sera fonction de la date de construction de l'immeuble. Ainsi, les immeubles dont le permis de construire a été délivré après le 1er juillet 1997 ne sont pas concernés par cette réglementation.

Avant toute opération de démolition, l'objectif du diagnostic est, d'une part, d'éviter au maximum les complications liées à la découverte d'amiante en cours de chantier et, d'autre part, de prévenir tout risque de pollution du voisinage et de l'environnement.

Les différents diagnostics amiante existants sont les suivants :

- Le repérage : le maître d'ouvrage doit faire rechercher la présence d'amiante avant toute opération comportant des risques d'exposition des travailleurs ;
- le Dossier Technique Amiante (DTA) est un document obligatoire réalisé pour prévenir les risques d'exposition à l'amiante. Il précise la localisation de tous les produits et matériaux contenant de l'amiante suite à

un repérage non-destructif. Le DTA contient également des consignes de sécurité pour la prévention des risques liés à l'amiante ainsi qu'une fiche récapitulative ;

- le Diagnostic Amiante Avant Travaux (DAAT) : Le diagnostic/contrôle amiante avant travaux est obligatoire pour tout immeuble bâti dont le permis de construire a été délivré avant le 01/07/1997 dans lequel il est réalisé des travaux par une entreprise. Le DTAAT implique des approches destructives ou plus invasives que le DTA en amont de tout chantier. La réalisation de travaux de rénovation ou de réhabilitation, ou encore la démolition en tout ou partie d'un bien immobilier engendre des obligations réglementaires pour le maître d'ouvrage et l'employeur des salariés réalisant ces travaux, afin de protéger ces salariés et les occupants des biens en question de certains risques sanitaires.

Avant tout travaux de réhabilitation, il convient d'identifier les produits, les matériaux et les équipements contenant de l'amiante afin d'évaluer les risques d'exposition des publics concernés par ces travaux²⁴.

Plomb

Le diagnostic plomb porte sur les bâtiments construits avant le 1er janvier 1949. Il s'agit de mesurer la concentration en plomb des revêtements (la peinture essentiellement) et son état de conservation.

En cas de présence de plomb à une concentration supérieure au seuil réglementaire dans un revêtement dégradé, le MOA a des obligations de travaux, tels que :

- les travaux palliatifs : suppression du risque d'exposition au plomb en recouvrant les surfaces dégradées par la mise en œuvre d'une ou plusieurs couches de peintures ou la pose d'un revêtement durable tels que papier peint vinyle, complexe à base de

²⁴ Fiche INRS « Amiante les produits les fournisseurs » novembre 2014

fibres de verre, plaques de plâtre, lambris, faux plafond...

- les travaux définitifs : remplacement des éléments dégradés (plinthes, portes, fenêtres...) ou décapage des surfaces. Quelle que soit la technique utilisée, il faudra faire appel à une entreprise spécia-

lisée qui devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter la dispersion de poussières contenant du plomb nuisible pour les occupants de l'immeuble, pour les intervenants et pour le voisinage.

Matériaux et produits contenant de l'amiante les plus rencontrés dans les logements	Aspect	Localisation
Calorifugeage : enveloppe isolante de canalisations 1	Diverses formes : bourrelets, tresses, coquilles... Souvent protégé par un autre matériau éventuellement non amianté : tissu, plâtre, tôle...	Équipement de chauffage et d'eau chaude sanitaire et tuyauteries (principalement dans les sous-sols et les garages)
Flocage : matériau d'isolation par projection 2	Fibreux, duveteux ou velouté Différentes couleurs (gris, blanc, bleu...)	Conduits de ventilation ou de chauffage, plafonds, parois (principalement dans les sous-sols et garages)
Amiante-ciment en plaques 3	Plaques ondulées ou planes, de couleur grise Ardoises de couleur grise en toiture Ardoises ou bardage en façade de toutes couleurs	Toitures (garage, abri de jardin, maison, immeuble) ou bardages de façade Panneaux intérieurs de façade légère Panneaux de protection contre l'humidité des murs (sous-sols)
Amiante ciment en tubes ou conduits 4	Tuyaux d'aspect rugueux gris	Canalisations de descente des eaux pluviales ou usées, gaines de ventilation, conduits de vide-ordures
Dalles vinyle-amiante 5	Revêtements de sols en dalles, généralement de 30 cm de côté (toutes couleurs, unies ou marbrées)	Sols des logements (salles de bains, toilettes, cuisines mais également séjours et chambres) et des parties communes

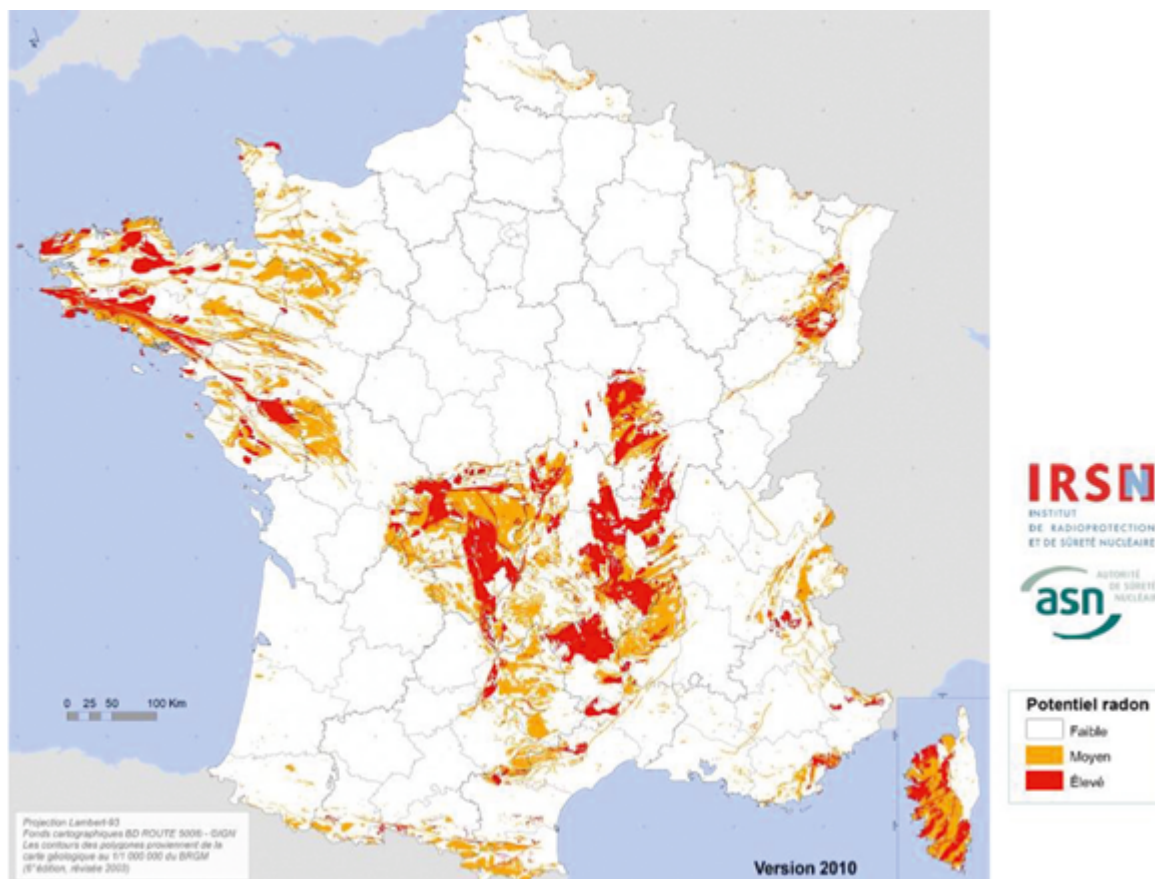
Radon

Le radon est un gaz radioactif issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches. Le radon est classé par le Centre international de recherche sur le cancer comme cancérigène certain pour le poumon depuis 1987.

Les zones les plus concernées correspondent aux formations géologiques naturellement les plus riches en uranium. Elles sont localisées sur les grands massifs granitiques (Massif armoricain, Massif central, Corse, Vosges, etc.) ainsi que sur certains grès et schistes noirs.

La réglementation rend la mesure du radon obligatoire dans quatre catégories d'ERP lorsque ceux-ci sont situés dans un département classé prioritaire (voir carte ci-dessous) :

- les établissements d'enseignement, y compris les bâtiments d'internat,
- les établissements sanitaires et sociaux disposant d'une capacité d'hébergement,
- les établissements thermaux,
- les établissements pénitentiaires.



Le seuil de précaution pour le radon est actuellement fixé à 400 Bq/m³ et le seuil d'alerte à 1.000 Bq/m³.

La concentration en radon peut être réduite par deux types d'actions :

- celles qui visent à empêcher le radon de pénétrer à l'intérieur en assurant l'étanchéité entre le sol et le bâtiment, en mettant en surpression l'espace intérieur ou en dépression le sol sous-jacent,
- celles qui visent à éliminer, par dilution, le radon présent dans le bâtiment, par aération naturelle ou ventilation mécanique, améliorant ainsi le renouvellement de l'air intérieur.

Structure

Le diagnostic structure est indispensable lors de travaux de réhabilitation. Il permet d'identifier les désordres et de proposer des principes de réparation ou de renforcement au regard du projet envisagé. Les principaux aspects étudiés lors d'un diagnostic structure sont les suivants :

- évaluation des fondations, des aplombs, des fissures, ou autres lésions,
- identification des types de matériaux et de leurs pathologies apparentes,
- contrôle des escaliers,
- évaluation de la flexion des poutres et des planchers, la solidité des arcs et des voûtes,
- identification de la présence de fissures, de pourrissement, d'insectes, d'effritement dans le bois, la brique ou la céramique.

Il est indispensable de disposer de ce diagnostic en phase faisabilité. Celui-ci permet en effet de connaître la charge au sol maximale des planchers et peut ainsi

avoir des conséquences sur l'implantation des activités dans un bâtiment existant notamment pour les locaux aux charges d'exploitation importantes (équipements de recherche, archives, bibliothèque ...). Il impacte l'évaluation économique du projet.

Il est également indispensable pour tout projet de surélévation ou de reprise des planchers.

Questions à se poser et bonnes pratiques

En cas de restructuration et/ou extension, il est préconisé de prévoir une reconnaissance des fondations existantes.

En cas de surélévation et/ou de chargement, il est préconisé de prévoir un diagnostic des fondations existantes et du sol.

Diagnostic de performance énergétique

Le DPE renseigne sur la performance énergétique d'un logement ou d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Il s'inscrit dans le cadre de la politique énergétique définie au niveau européen afin de réduire la consommation d'énergie des bâtiments et de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Sa durée de validité est de 10 ans. Le DPE doit contenir les informations suivantes :

- les caractéristiques du bâtiment ou de la partie de bâtiment et un descriptif de ses équipements (chauffage, eau, air...),
- l'indication pour chaque catégorie d'équipements de la quantité annuelle d'énergie consommée ou estimée ainsi qu'une

évaluation des dépenses annuelles résultant de ces consommations,

- l'évaluation de la quantité d'émissions de gaz à effet de serre liée à la quantité annuelle d'énergie consommée ou estimée,
- l'évaluation de la quantité d'énergie d'origine renouvelable utilisée,
- le classement du bâtiment ou partie de bâtiment en application de l'échelle de référence selon le principe de l'étiquette énergie et de l'étiquette climat,
- des recommandations pour maîtriser les consommations d'énergie, en particulier les travaux qui pourraient être réalisés pour améliorer la performance énergétique du bâtiment, accompagnées d'une évaluation de leur coût et de leur efficacité.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Il est recommandé de mener la réflexion sur les ambitions énergétiques et environnementales au regard du DPE réalisé le plus en amont possible et de l'état du patrimoine afin d'identifier les leviers d'action pertinents pouvant notamment contribuer à l'économie du projet. Il ne faut pas négliger notamment les bâtiments de recherche qui imposent généralement des utilisations très énergivores que le DPE permettra d'identifier.

De nombreux établissements ne disposent pas encore d'un comptage réel de la consommation par bâtiment, ce qui ne facilite pas la connaissance du patrimoine. Il est recommandé pour une maîtrise efficiente de procéder à la mise en place de compteurs par bâtiment ou par grandes activités (Enseigner, Chercher, Administrer, ...).

État sanitaire

Les termites, insectes xylophages, mûres et autres champignons lignivores peuvent occasionner des dégâts importants dans les bâtiments.

Lorsque, dans une ou plusieurs communes, des foyers de termites sont identifiés, un arrêté préfectoral délimite les zones contaminées ou susceptibles de l'être à court terme.

En cas de démolition totale ou partielle d'un bâtiment situé dans les zones délimitées par l'arrêté préfectoral, les bois et les matériaux contaminés doivent être incinérés sur place ou traités avant tout transport si leur destruction par incinération sur place n'est pas possible.

Pour les constructions neuves ou extensions, les bois et matériaux à base de bois participant à la solidité des bâtiments doivent être protégés :

- contre les insectes à larves xylophages (capricornes, vrillettes, etc.) sur l'ensemble du territoire (dans tous les départements métropolitains et d'outre-mer),
- contre les termites dans les zones délimitées par un arrêté préfectoral.

Les mûres dans les constructions, s'attaquent aux bois, notamment aux charpentes et boiseries des bâtiments humides et mal aérés. La présence de ce champignon lignivore n'est pas intrinsèque à un type constructif.

Lorsque, dans une ou plusieurs communes, des foyers de mûre sont identifiés, un arrêté préfectoral délimite les zones de présence d'un risque de mûre.

3.4 Phasage et contraintes de chantier à anticiper

Lors de l'étude de faisabilité, il faudra identifier les aspects de phasage et les exigences en termes de fonctionnement durant le chantier : identification des activités à maintenir, gestion du chantier, anticipation d'une opération tiroir...

3.4.1 Phasage et organisation des travaux

La question de l'implantation de la zone chantier et des accès chantier doit être prise en compte dès la phase faisabilité de la programmation pour anticiper sur l'organisation des travaux, notamment lorsque l'opération sera réalisée en site occupé (fonctionnement du campus en mode dégradé, communication au plus tôt auprès des personnels et étudiants), ou lorsqu'il est prévu un phasage complexe avec relogements successifs.

L'organisation des flux de circulation et des aires de stockage liée au chantier doit être clairement identifiée et circonscrite dans l'espace (engins, piétons, approvisionnements, déchets ...).

La conception de la base vie attenante à un chantier dépend de la durée des travaux. Selon qu'il est inférieur ou supérieur à 4 mois, les installations de chantier sont plus ou moins contraignantes. Le maître d'ouvrage sera attentif au respect des obligations liées à la durée du chantier.

Ces installations doivent être adaptées aux effectifs du chantier (nombre de lavabos, de douches, de toilettes, espace réfectoire,...).

Dès la phase programmation, un planning d'opération ainsi qu'une cinématique détaillée des phases de travaux peuvent être élaborés afin de faciliter la mise en place du chantier et le bon déroulement des travaux.

3.4.2 Travaux en site occupé

À l'échelle d'un bâtiment ou d'un campus, l'activité pourra être maintenue pendant la période de travaux. Pour cela, le Maître d'œuvre devra assurer un ensemble de prestations de prévention ou de phasage lors de la conception générale du projet. Les contraintes et exigences pouvant être demandées au concepteur sont les suivantes :

- maintenir des locaux techniques et logistiques existants opérationnels,
- assurer la séparation matérielle entre les zones de chantier et les zones en activités,
- veiller à la séparation des circuits chantier et des circuits des étudiants, chercheurs et personnels, ponctuellement prévoir un décalage dans le temps pour certains flux,
- assurer le maintien de la distribution des fluides et réseaux,
- mettre en place les solutions de compensation (bâtiment modulaire, locations de locaux extérieurs) pour répondre aux besoins de fonctionnement.

Les incidences d'un chantier en site occupé peuvent générer un surcoût d'investissement non négligeable au sein d'une opération (déménagements successifs, locaux provisoires, phasage d'un chantier ...).

L'ensemble des contraintes liées à la proximité du chantier devra être anticipé pour garantir un fonctionnement normal des activités du site (enseigner, administrer, chercher...). Cela concerne principalement : le confort acoustique, le confort olfactif et la sécurisation des flux. Une communication adaptée devra être mise en place au

cours du chantier et notamment lors d'un phasage avec déménagement de postes de travail. Lors d'une proximité avec un bâtiment de recherche, l'établissement devra identifier les risques d'impact du chantier sur les expérimentations en cours (vibrations, coupure d'électricité...).

A contrario, lors de la proximité entre un chantier et un bâtiment de recherche, la sécurité des intervenants des entreprises devra être garantie (intervention sur des toitures à proximité de sorbonnes, risques liés aux champs électromagnétiques, ...).

De plus, dans ce cas, les potentiels impacts (vibrations, coupures électriques,...) sur le bon fonctionnement des expérimentations en cours devront être évalués en amont.

Par ailleurs, pour toute opération de travaux en site occupé, il est important de prévoir bien en amont l'organisation de la communication et de l'information des usagers impactés.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Rappel : Le Maître d'Ouvrage, le coordonnateur SPS²⁵ et le Maître d'œuvre ont pour obligation d'assurer la sécurité et la protection de la santé des travailleurs lors de la conception et la réalisation des ouvrages.

Les prescriptions liées au chantier en site occupé devront figurer dans le programme technique de l'opération.

La coordination des phases de déménagement temporaire de personnels et équipements devra être anticipée.

La réalisation des travaux les plus générateurs de nuisances est préconisée durant les périodes de vacances des établissements.

Il est préconisé la mise en œuvre d'une large communication auprès des usagers du campus en amont de l'installation de chantier.

Par ailleurs, une signalétique temporaire spécifique au chantier (balisage des circuits) devra être anticipée afin d'assurer la sécurité des entreprises, des usagers du campus et des publics extérieurs.

²⁵ SPS : Sécurité et Protection de la Santé

4 EXIGENCES TECHNIQUES GENERALES ET TRANSVERSALES

4.1	Prescriptions environnementale	55
4.1.1	Réglementation thermique	55
4.1.2	Démarche environnementale globale	58
4.2	Précautions préalables aux travaux	66
4.2.1	Démolition / Désamiantage	66
4.2.2	Terrassement VRD	67
4.3	Adaptabilité / évolutivité / modularité	68
4.4	Clos-couvert / enveloppe	69
4.4.1	Fondations	69
4.4.2	Structure	69
4.4.3	Toiture	72
4.4.4	Façade	73
4.4.5	Menuiseries extérieures	74
4.5	Aménagements intérieurs	75
4.5.1	Cloisons	75
4.5.2	Menuiseries intérieures	76
4.5.3	Sol / UPEC	76
4.5.4	Plafonds	77
4.5.5	Parois verticales	77

4 EXIGENCES TECHNIQUES GENERALES ET TRANSVERSALES

4.6	Fluides, réseaux	77
4.6.1	Préconisations transversales	77
4.6.2	Chauffage	78
4.6.3	Plomberie	79
4.6.4	Courants	80
4.6.5	Fluides spéciaux	82
4.6.6	Sorbonnes	83
4.7	Sûreté et sécurité	84
4.7.1	Sûreté - intrusion 83	84
4.7.2	Sûreté des personnes, des biens et des recherches en cours	87
4.7.3	Sûreté des informations	88
4.7.4	Réseaux GSM et INPT	88
4.8	Circulations	89
4.8.1	Circulations horizontales	89
4.8.2	Circulations verticales	89

4

EXIGENCES TECHNIQUES GENERALES ET TRANSVERSALES

4.9	VRD et espaces extérieurs	91
4.9.1	Cheminements et accès	91
4.9.5	Aménagements extérieurs	91
4.9.3	Éclairage extérieur	92
4.9.4	Stationnement	93
4.10	Mobilier	94
4.10.1	Mobilier intérieur	94
4.10.2	Mobilier extérieur	96
4.11	Signalétique	97
4.12	Démarche BIM	98
4.12.1	Définition	98
4.12.2	Objectifs du BIM	98
4.12.3	Enjeux spécifiques à la démarche BIM	99
4.12.4	Mise en place du BIM dès la phase de programmation	99
4.12.5	Développement d'une stratégie BIM à l'échelle de l'établissement	100
4.12.6	Pour aller plus loin	100

4

EXIGENCES TECHNIQUES GENERALES ET TRANSVERSALES

4.1 Prescriptions environnementales

4.1.1 Réglementation thermique

Définitions

Une norme relève d'une réglementation incontournable pour qu'un projet soit déclaré conforme (exemple : la Réglementation Thermique). Le label ou la certification est une attestation de qualité, délivrée par un organisme certificateur vérifiant la mise en œuvre d'un cahier des charges précis (exemple : le label BBC).

Le label est une marque spéciale conçue par une organisation publique ou privée (syndicat professionnel, organisme parapublic, ministère, association...) pour identifier et pour garantir soit l'origine d'un produit soit/et un niveau de qualité. Un label énergétique répond bien évidemment à cette définition. Après obtention, une construction est donc certifiée avoir au minimum un certain niveau de performances en fonction du label et du type de bâtiment. Les labels de haute performance énergétique sont des reconnaissances d'un niveau de performance énergétique meilleur que le niveau réglementaire.

La certification NF HQE™ permet de distinguer des bâtiments dont les performances environnementales et énergétiques correspondent aux meilleures pratiques actuelles. Cette certification concerne les phases de programmation, de conception et de réalisation pour des bâtiments neufs et en rénovation.

Objectifs

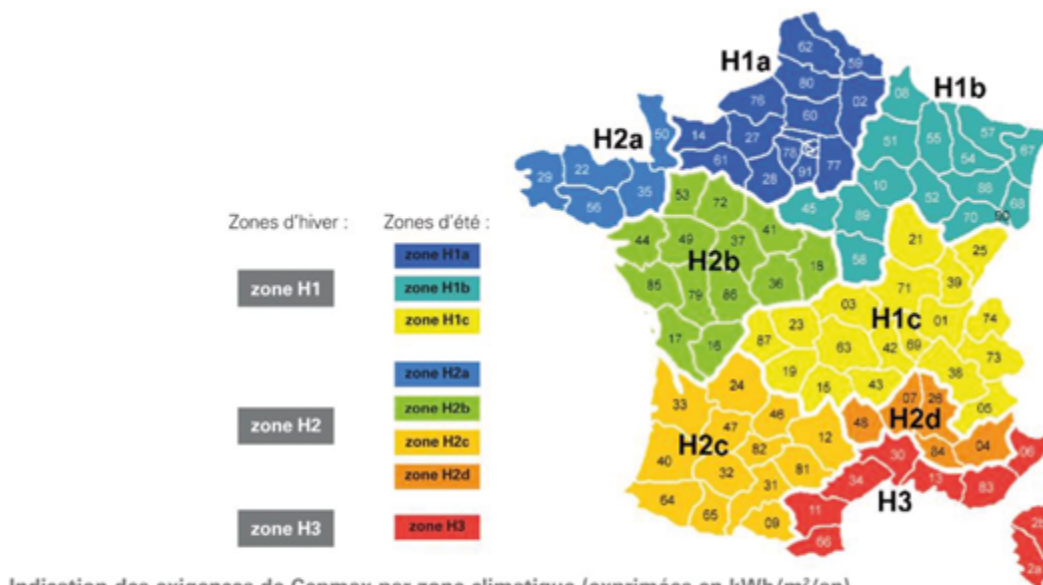
La Réglementation Thermique (RT) est un dispositif défini par le Grenelle de l'environnement, qui encadre les caractéristiques

thermiques des bâtiments. La RT fixe la quantité maximale d'énergie que peut consommer un bâtiment pour être chauffé, éclairé, produire de l'eau chaude sanitaire, être climatisé et ventilé.

Les objectifs de la RT sont traduits au travers de trois exigences :

- L'efficacité énergétique minimale du bâti (Bbio max) : le coefficient du besoin bioclimatique correspond aux besoins énergétiques pour se chauffer, climatiser les lieux et s'éclairer. Le coefficient Bbio est optimal lorsque les efforts d'énergie sont conjugués à une isolation efficace du bâti,
- L'exigence de consommation maximale (Cepmax) : stipule que la quantité d'énergie primaire consommée ne peut pas dépasser 50 kWh/m²/an. Cette exigence est modulée selon les zones climatiques et le type de bâtiment (cf. illustration),
- Le respect du confort d'été et de la température intérieure conventionnelle : afin d'assurer un confort optimal en été comme en hiver.





Indication des exigences de Cepmax par zone climatique (exprimées en kWh/m²/an)

Zones climatiques	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
Bâtiment résidentiel	60	65	60	55	50	50	45	40
Bâtiment de bureaux	66	72	66	66	60	54	48	48
Bâtiment d'enseignement	61	66	61	55	55	50	50	44
Crèche	94	102	94	94	85	85	77	77

Source : www.rt2012-expert.fr

Quelle réglementation appliquer ?

Les projets doivent respecter, a minima, la réglementation thermique en vigueur, pour les parties neuves ou restructurées.

Pour les parties neuves

La réglementation thermique en vigueur au moment du dépôt du Permis de Construire constitue un minimum requis. Il s'agit de la RT 2012. Néanmoins, la RT est en constante évolution et une RT 2020 est en cours d'élaboration.

Ainsi, cette nouvelle réglementation devra être anticipée dans les futurs projets de construction, puisque les échéances de livraison de bâtiment tendront vers 2020. La Maîtrise d'œuvre devra être force de propositions pour aller plus loin que les objectifs réglementaires de la RT 2012. D'autant plus que depuis septembre 2017²⁶, pour

être exemplaire en matière de performance énergétique, il est fortement conseillé que les bâtiments publics neufs soient à énergie positive. Pour cela, ils devront atteindre le niveau Énergie 3 ou Énergie 4 du label E+C-²⁷.

Pour les parties restructurées

Pour ce qui est des interventions programmées sur les bâtiments existants de plus de 1.000 m² (SDP) et dont la date de construction est postérieure à 1948, le concepteur doit s'assurer du cadre réglementaire dans lequel elles s'inscrivent, en l'occurrence soit :

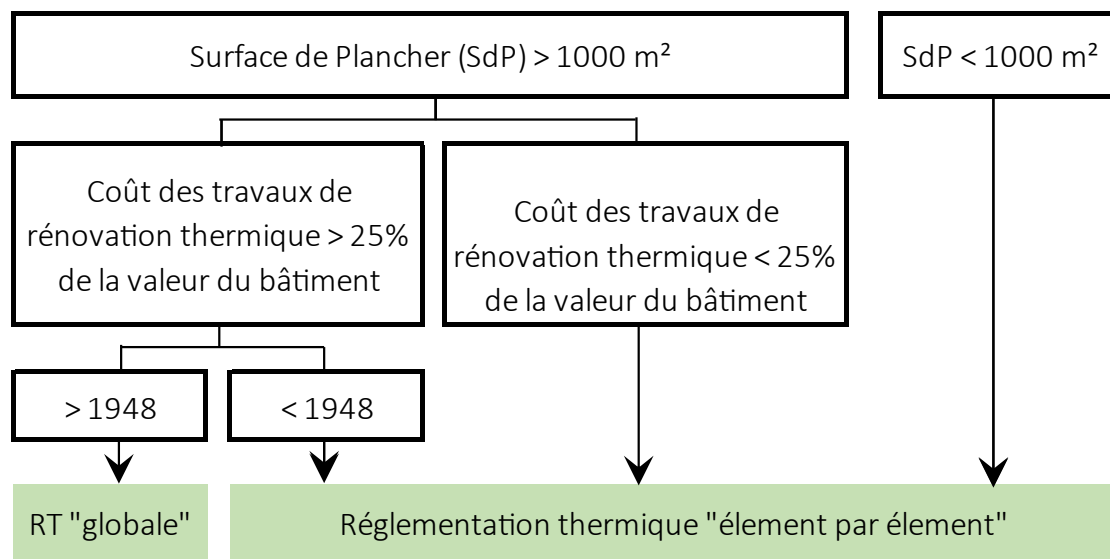
- La réglementation thermique pour les existants dite « élément par élément »²⁸,
- La réglementation thermique pour les existants dite « Globale »²⁹. Cette réglementation impose la réalisation d'une étude thermique.

²⁶ En application de l'arrêté du 10 avril 2017 relatif aux constructions à énergie positive et à haute performance environnementale sous maîtrise d'ouvrage de l'État, de ses établissements publics et des collectivités territoriales

²⁷ Label Énergie positive et bas carbone : Suite à l'accord de Paris à l'occasion de la COP 21, l'État a lancé un label expérimental afin de généraliser les bâtiments à énergie positive et à faible empreinte carbone tout au long de leur cycle de vie.

²⁸ Arrêté modifié du 03 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.

²⁹ Arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants



Texte associé : Guide « Rénover sans se tromper » co-élaboré par le Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables et l'ADEME sur la réglementation thermique par élément.

Remarque : Le climat et le mode de vie des départements d'outre-mer rendent la réglementation métropolitaine inadaptée en matière de caractéristiques thermiques, acoustiques et d'aération des constructions. Ainsi, des textes spécifiques existent et devront être pris en compte (application de l'article L161-1 du Code de la construction et de l'habitation).

Les réglementations en vigueur sont les RTG construction, RTM et RTAA DOM 2016.

Afin de réaliser son objectif ambitieux de rénovation de l'ensemble du parc de bâtiments tertiaires d'ici 2050, la feuille de route rénovation énergétique de l'État met en lumière 4 grands axes afin de guider les acteurs concernés dans la mise en place de leur démarche de rénovation :

- Axe 1 : Faire de la rénovation énergétique des bâtiments une priorité nationale,
- Axe 2 : Massifier la rénovation des logements et lutter contre la précarité énergétique,
- Axe 3 : Accélérer la rénovation et les économies d'énergie des bâtiments tertiaires,
- Axe 4 : Renforcer les compétences et l'innovation.

Au rythme effréné de 500.000 rénovations par an, il est estimé que toutes les passoires thermiques devraient avoir disparu d'ici 2025.

Questions à se poser et bonnes pratiques

En conception, les simulations thermiques dynamiques permettent de comparer objectivement différentes solutions afin d'obtenir la meilleure efficacité. Ces simulations intègrent les données climatiques, les contraintes de conception, les consignes d'utilisation

du bâtiment liées à ses divers usages. C'est un outil d'aide à la conception à utiliser dès l'esquisse. Pour une opération de réhabilitation, une première simulation thermodynamique peut être pratiquée dès la programmation (pose de capteurs dans différentes situations) et qui pourra apporter une réelle plus-value lors des études de maîtrise d'œuvre. À ce titre, il est important de recenser en phase de programmation l'usage des différents locaux, la période d'occupation, les horaires d'ouverture,...

Il conviendra de préciser dans le programme les principales hypothèses en matière d'apports calorifiques notamment liés au process, surtout pour un bâtiment de recherche expérimentale.

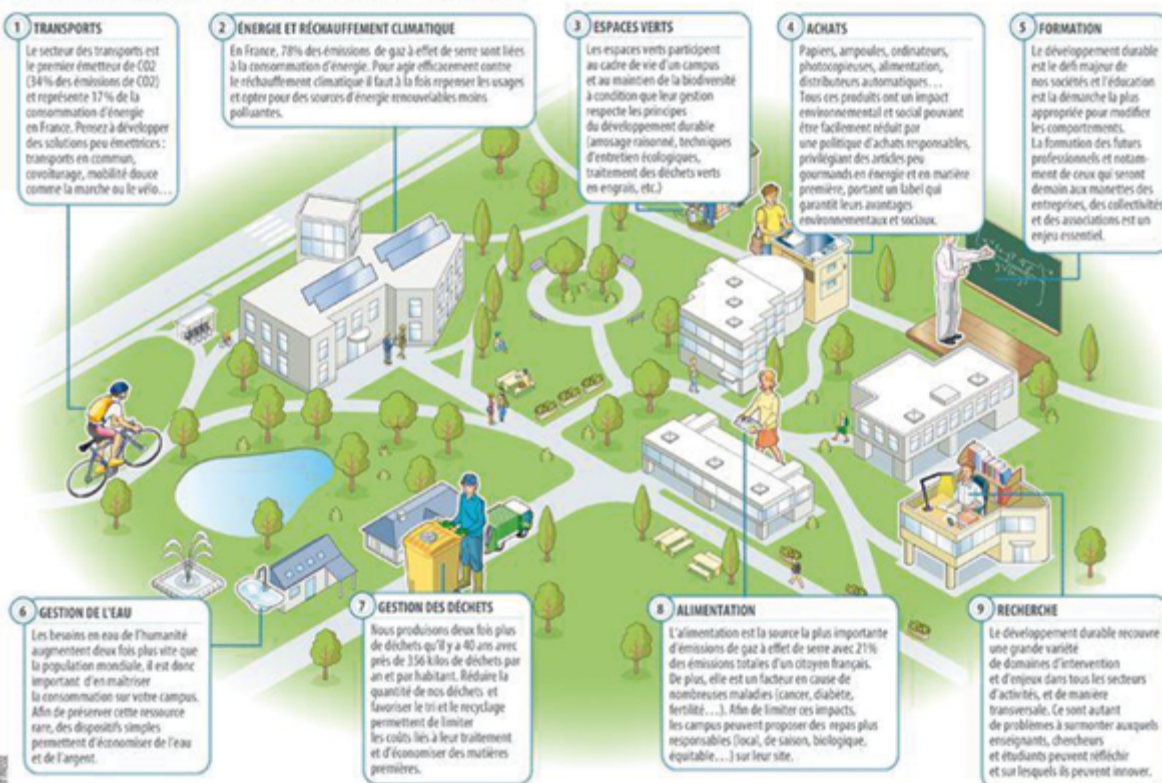
4.1.2 Démarche environnementale globale

Au-delà de la performance thermique et de la réglementation thermique s'appliquant à l'opération, il est conseillé de s'engager dans une démarche environnementale globale et adaptée au contexte.

En matière énergétique et environnementale, il existe plusieurs organismes, labels et certifications. Nous citons dans ce programme générique les principaux utilisés en France :

- NF HQE : certification Haute Qualité Environnementale en quatre niveaux : bon, très bon, excellent, exceptionnel. HQE traduit une approche de l'environnement (énergie, carbone, eau, déchets, biodiversité), qualité de vie et performance économique en 14 critères : environnement, produits et procédés, impact, gestion

LES IMPACTS SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX D'UN CAMPUS



Source : www.unamur.be

de l'énergie, de l'eau, des déchets, de la maintenance, confort hygrothermique, acoustique, visuel, olfactif, qualité des espaces, de l'air, de l'eau.

- Breeam (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) : ce label britannique privé évalue et classe la durabilité et le comportement environnemental des bâtiments tertiaires selon plusieurs cibles, de passable à excellent.
- Leed (Leadership in Energy and Environmental Design) : le label Leed promeut une approche globale et classe les bâtiments en quatre catégories (certifié, argent, or ou platine) pour des projets durables, écologiques et sains.

Certaines régions et autres collectivités locales ont pu mettre en place des démarches spécifiques de type Agenda 21 qui peuvent orienter les objectifs à atteindre.

Une démarche vertueuse n'implique pas obligatoirement une certification, elle doit

fixer à la maîtrise d'œuvre des objectifs énergétiques précis à atteindre.

D'autre-part, il peut être engagé une réflexion à large échelle, en mettant en œuvre des démarches d'éco-campus, tout en étant en adéquation avec les réglementations locales. La démarche éco-campus n'est pas un label mais un processus visant à rendre vertueux un site universitaire dans tous ses aspects : patrimoine immobilier, espaces publics, biodiversité, mobilité, paysage, gestion de l'eau, déchets, éclairage...

À titre d'exemples, certains sites se sont engagés sur ces thématiques et ont fait émerger des projets innovants tels que : création d'une ressourcerie, sensibilisation sur l'utilisation du vélo, sensibilisation à l'agriculture urbaine participative.

Dans cette démarche, il est nécessaire d'intégrer la gestion des usages. Il s'agit de prendre en considération les usagers et leurs comportements. Chaque projet doit être pensé dans un souci permanent de son appropriation concrète par ses



Exemple de campagne de sensibilisation des étudiants

usagers et son potentiel d'ouverture vis-à-vis de l'extérieur.

Enfin, il ne faut pas oublier le volet communication, de manière continue, pour informer les usagers sur les pratiques en œuvre sur le campus et le rôle de chacun. Des campagnes de sensibilisation pourront être mises en œuvre et relayées par des associations étudiantes.

Gestion de l'énergie

Une étude d'approvisionnement en énergie peut être effectuée avant la conception du bâtiment (obligatoire dès 50 m² neuf) afin de savoir quelle sera la source à prendre en compte. Lors de cette étude, il convient d'intégrer à la réflexion le GER³⁰ des installations sur le long terme. Dans le cas d'extension ou de restructuration, le Maître d'Ouvrage doit être vigilant sur la puissance du chauffage actuel et sa capacité ou non à répondre aux besoins futurs.

En termes de consommations énergétiques, les bâtiments de recherche sont les plus énergivores. La création d'une enveloppe performante est nécessaire mais pas suffisante, il faut prendre en compte les process et équipements des équipes de recherche. L'objectif est in fine de trouver le bon compromis, tout en respectant les obliga-

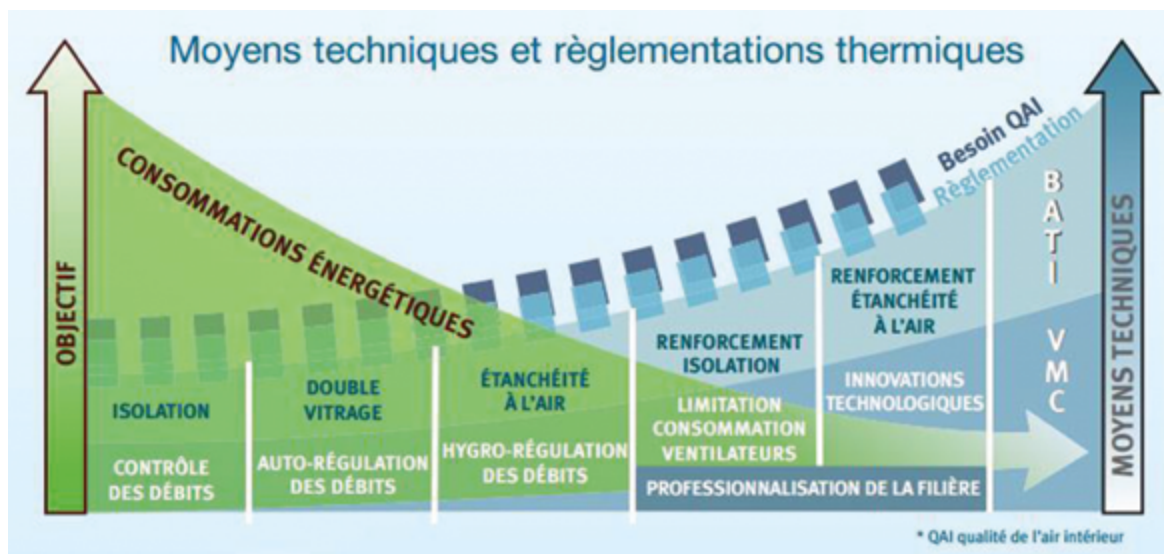
tions de santé et de sécurité et les besoins en confort, entre :

- Installations techniques performantes,
- Consommation,
- Maintenabilité,
- Sobriété technologique (la simplicité des installations qui permet parfois une fiabilité et une maintenabilité plus aisée).

Questions à se poser et bonnes pratiques

Quel est le potentiel en énergie renouvelable du territoire du projet : éolien, solaire thermique, bois, photovoltaïque ? Quels sont les réseaux ou projets à proximité : chaufferie bois, réseau de gaz urbain ? La production de chaleur actuelle du site est-elle suffisante pour le développement du nouveau projet ?

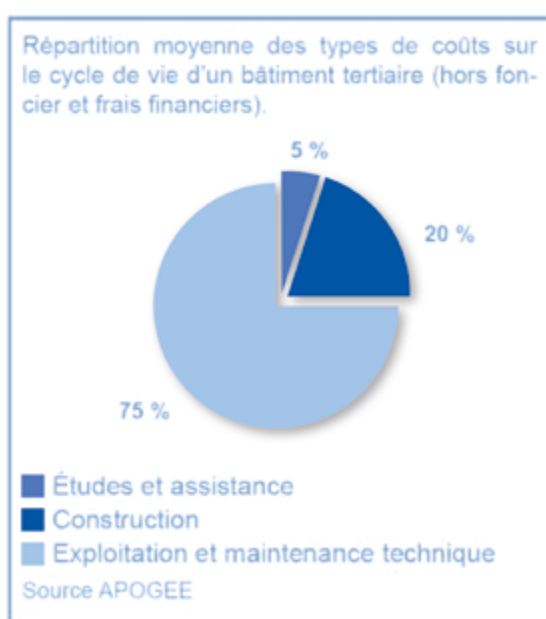
La mise en place d'une communication auprès des usagers sur les bonnes pratiques et les performances du bâtiment construit ou rénové est souhaitable voire nécessaire afin de les « former » sur leur nouvel environnement de travail et son fonctionnement.



Source : www.reglementation-thermique.com

Maîtrise des charges d'exploitation

Pour éviter toute redondance avec le programme d'exploitation-maintenance générique, les thématiques associées à ce volet sont peu développées dans ce tome. Cependant, il est rappelé que les charges d'exploitation représentent 75% du coût de vie d'un bâtiment et que pour limiter les dépenses, il faudra travailler sur :



- Les consommations énergétiques du bâtiment (performance thermique),
- Les consommations en eau, en prévoyant des équipements hydro-économes,
- Le dimensionnement des locaux techniques (à prévoir sous abris en étage ou sous-sol techniques), pour faciliter la maintenance et améliorer la durée de vie des matériels,
- La durabilité et la maintenabilité des matériaux et installations,
- La conception des installations pour en

faciliter le suivi et la gestion : arborescence de comptage adéquat, gestion technique centralisée, outils de suivi...

Confort et santé des usagers

Confort thermique

Le chauffage et la climatisation représentent des postes de dépense importants. Il est donc important de raisonner en coût global, dès la phase de programmation, lors de la mise en œuvre de ces postes (température de consigne, déploiement de la climatisation).

Les locaux sont traités selon l'un des types suivants :

- Local rafraîchi : température imposée l'hiver et l'été prévoir un écart de température par rapport à l'extérieur à partir d'une température maximale donnée,
- Local chauffé – ventilé : ensemble des locaux chauffés en hiver et ventilés en permanence toute l'année,
- Local non chauffé mais ventilé : en général, locaux techniques où il faut surtout évacuer la chaleur émise par les machines. Une programmation temporelle du chauffage est indispensable, via la GTB : mode occupation, mode weekend, mode vacances universitaires, etc.

Le concepteur fait une analyse comparative énergétique du système de chauffage et propose la solution la mieux adaptée à l'activité et la plus économique. Les solutions de chauffage issues d'énergies renouvelables sont prioritairement étudiées : bois-énergie, géothermie sur sol ou sur nappe, réseau de chaleur, etc. Les solutions de chauffage à basse température sont à privilégier.

Les besoins liés aux équipements spécifiques de recherche et plateformes scientifiques doivent être étudiés local par

local. Selon le type et les spécificités de recherche, les aspects de confort et de santé des usagers nécessitent un regard tout particulier afin de ne pas affecter les expérimentations.

Il est prévu la climatisation des locaux serveurs par un système autonome. Ces locaux présentent une température de consigne de 20/23° C tout au long de l'année. Les centrales de traitement d'air sont pourvues de récupérateurs de chaleur à haut rendement. Le taux de renouvellement d'air est asservi à des sondes CO2 dans les locaux où cela s'avère pertinent (locaux à occupation variable) : amphithéâtres, réfectoires, gymnases, etc.

L'objectif est d'éviter autant que possible le recours à la climatisation (sauf contraintes réglementaires), et de privilégier des solutions passives. Si le recours à la climatisation est proposé, ce choix doit être justifié. Il est nécessaire de prendre en compte la soutenabilité de la climatisation, dans sa mise en œuvre, et de réfléchir à l'intégration de dispositifs passifs (ventilation nocturne, forme architecturale, vitrage performant...). Des solutions de « free-cooling » doivent être étudiées : sur-ventilation nocturne mécanique ou par ouvrants automatisés, géocooling, etc. Un autre facteur à prendre dans le choix de la climatisation est la localisation du bâtiment.

Dans le cadre d'une approche prospective, il faudra être particulièrement vigilant vis à vis du confort d'«été» voire de demi-saison (réchauffement climatique) tout en limitant drastiquement le recours à la climatisation «classique».

Questions à se poser et bonnes pratiques

Quel est le climat observé sur le site : température la plus basse, la plus haute durant la période d'occupation des locaux ? Quels locaux devront être prioritairement positionnés au Sud, au Nord ?

Il est important de bien analyser les usages et modes de fonctionnement des usagers pour définir au mieux le confort thermique et leur seuil de tolérance, en fonction du climat observé.

Afin de limiter la climatisation, il est conseillé de localiser au Nord, les locaux producteurs de calories. Il est également conseillé de regrouper et centraliser les équipements générant de la chaleur afin de prévoir des systèmes de récupération de chaleur (par exemple les frigos -80°C).

Est-ce que le recours à la climatisation est pertinent ? Notamment durant les périodes de vacances universitaires ? Seulement peut-être pour les locaux d'expérimentation de recherche ayant des contraintes de températures ou des surchauffes liés au process, à des équipements spécifiques ?

L'attention du lecteur est attirée sur l'équilibre à trouver dans un projet entre éclairage naturel et surchauffe des locaux. L'objectif est d'optimiser les surfaces de baies vitrées de façon à limiter les déperditions tout en favorisant les apports solaires d'hiver et l'éclairage naturel.

Confort acoustique

Outre la réglementation en vigueur concernant les locaux d'enseignement, il est fait état dans les fiches techniques du niveau de confort attendu d'un local au niveau acoustique. Ainsi, il est différencié les caractéristiques suivantes :

- La sensibilité du local : l'activité dans le local nécessite de ne pas être perturbée par des locaux attenants bruyants (hall, équipements techniques, bruits des transports...), le traitement acoustique doit permettre une bonne intelligibilité de la parole.
- La nuisance sonore du local, espace agressif : l'activité du local génère un niveau sonore important pouvant nuire aux locaux attenants. Dans ce cas, une vigilance devra être apportée à l'isolation acoustique des parois du local. Un traitement performant est exigé afin de réduire les nuisances en direction des locaux voisins ou riverains, notamment il faudra veiller à ce que le bruit ne passe pas par :
 - o Le faux plafond,
 - o Le faux plancher,
 - o Les gaines de ventilation,
 - o Des traversées de câbles.

Les espaces sensibles devront être éloignés autant que possible des espaces agressifs, intérieurs ou extérieurs, dans le cas contraire un traitement acoustique adapté devra être mis en œuvre.

Il est souvent considéré que le volet acoustique impacte fortement le coût de construction, mais s'il est intégré en amont ces surcoûts sont limités. Il faut l'intégrer dans la conception des espaces.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Dans le projet, il est préconisé de classer les locaux programmés selon leur niveau de nuisance sonore et de qualité acoustique interne et ainsi influencer sur leur localisation au sein du projet. Par ailleurs, il est important de définir la parcelle dans le but de limiter les nuisances internes mais également extérieures vis-à-vis des riverains.

Faut-il créer un zonage acoustique en regroupant des locaux trop bruyants ou au contraire un regroupement nécessitant une protection acoustique particulière ?

Confort visuel

Lumière naturelle

L'éclairage naturel des locaux et des circulations sera recherché dans la mesure où il est compatible avec l'utilisation de l'espace. Conformément au code du travail, les locaux de travail utilisés en permanence bénéficieront d'un éclairage naturel avec vue sur l'extérieur à hauteur du regard.

Pour les locaux où le confort visuel est un enjeu fort, un calcul de facteurs de lumière du jour pourra valider que l'apport en lumière naturelle est suffisant.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Au-delà de l'éclairage naturel d'un local, quelle est la vue qui sera offerte depuis les baies ? Existe-t-il des échappées visuelles dans l'environnement proche qu'il serait intéressant d'offrir aux usagers ?

Est-il prévu un éclairage naturel des circulations horizontales et verticales, des halls, des paliers ? L'éclairage naturel des escaliers aurait tendance à favoriser leur utilisation.

Certaines fonctions peuvent-elles être logées au sein de locaux aveugles (local ménage, reprographie, stockage, réserve, ...), ou ont-elles l'obligation de l'être (microscopie, RMN, animalerie, laboratoire L2 ou L3, laboratoire optique, serveur, local technique, ...) ?

Occultation

L'occultation est la possibilité offerte dans un local de faire le noir total soit pour les projections dans les salles d'enseignement ou de réunion, soit pour des activités de recherche spécifiques.

Des rideaux occultants ou des systèmes de volets roulants peuvent être prévus dans les salles nécessitant de faire des projections.

Protection solaire

Selon l'orientation des locaux et l'activité s'y déroulant, les façades vitrées sont ou non équipées de protections solaires. Celles-ci peuvent être motorisées ou manuelles.

Les protections solaires des baies sont définies selon une étude précise de l'ensoleillement des façades, prenant en compte les orientations et masques solaires (bâtiments voisins, relief, végétation, etc.).

Les protections solaires extérieures sont préconisées pour les baies les plus ensoleillées, il peut s'agir :

- de protection architecturale : casquette ou lames brise-soleil. Dans une optique de robustesse et d'efficacité, les dispositifs fixes seront à privilégier.

- de stores extérieurs : toile ou brise soleil orientable (BSO). Généralement ces dispositifs ne sont pas maintenus efficacement et disposent d'une faible durée de vie. Pour autant, il s'agit d'une solution efficace en termes d'occultation et de protection thermique. Les dispositifs mobiles sont préférables car ils permettent un ajustement par l'utilisateur selon les saisons, pour les locaux où les utilisateurs sont susceptibles de les utiliser,

- de vitrage respirant avec store intégré ou tout autre store intérieur : ces solutions sont plus faciles à mettre en œuvre, mais moins efficaces. Dans tous les cas, il est conseillé de choisir une solution simple et robuste, compatible avec les types d'ouvrants.

Pour les baies les moins exposées, une protection intérieure type store toile est suffisante pour permettre à l'utilisateur de gérer l'éblouissement et la confidentialité dans le local.

Les systèmes de protection solaire doivent être intégrés dès la phase conception. Le MOA doit rester vigilant sur la conception du bâtiment / parti architectural et son impact vis-à-vis de l'apport en lumière naturelle.

Le choix du système de protection solaire peut être prévu dans le programme détaillé de l'opération. Il est rappelé que le choix d'un système par rapport à un autre peut avoir des conséquences sur le coût, l'exploitation-maintenance et la facilité d'usage. Le MOA doit y être vigilant lors de l'élaboration du programme détaillé et en phase conception.

Éclairage artificiel

Les niveaux d'éclairement minimum doivent suivre a minima les recommandations de l'Association Française de l'Éclairage et être conformes à la loi handicap (niveaux d'éclairage pour les personnes déficientes visuelles).

Ces niveaux sont à obtenir après vieillissement des sources : une majoration de l'ordre de 20% est donc à retenir à l'état initial. Ils sont mesurés à 75 cm du sol.

Le type d'éclairage artificiel doit être choisi en fonction des coûts de consommation générés. Il doit également y être associé un système de gestion de l'éclairage permettant de limiter les surcoûts de fonctionnement. Il peut s'agir :

- d'un système de détection de présence. Ce système peut être combiné à un système d'allumage manuel. Dans ce cas, l'extinction des luminaires s'effectue automatiquement lorsqu'il n'y a plus de mouvement,
- d'un système d'éclairage commandé et asservi aux horaires d'ouverture,
- d'un système d'éclairage par zone, dans les locaux de grandes surfaces,
- d'un système d'éclairage s'adaptant à la luminosité extérieure.

L'éclairage Led est à privilégier (surtout du type « intelligent ») selon un cahier de spécifications intégrant a minima : éligibilité CEE, RG 0, L90B10 à 50 000h, binning <3, UGR<19, connexion rapide. Le montage du luminaire doit être pratiqué sans outil et sans n'avoir rien à assembler.

L'éclairage doit pouvoir être gradable.

Les systèmes de détection de présence répondent à la problématique du temps de présence dans un local. Il peut s'agir d'un système mixte :

- allumage manuel,
- extinction automatique lorsqu'il n'y a plus de mouvement.

Il peut également s'agir d'un éclairage commandé et asservi aux horaires d'ouverture.

Le système d'éclairage artificiel qui s'adapte à la luminosité extérieure est également une solution pour lutter contre les surcoûts tout en apportant un certain confort aux utilisateurs.

La problématique de l'usage des ordinateurs en amphithéâtre, de plus en plus courant, doit être prise en compte dans la conception de l'éclairage artificiel (réflexion de l'éclairage sur les écrans, éblouissements, etc.).

La prise en compte de l'exploitation maintenance doit être au cœur de la réflexion menant aux choix des systèmes d'éclairage artificiel : accessibilité, relamping, robustesse, simplicité, systèmes ouverts et non propriétaires,...

Le changement des luminaires et ampoules doit dans tous les cas être aisé pour faciliter la maintenance. Il est nécessaire de penser au relamping en amont avec par exemple la pose de potence mobile lors de réhabilitation pour éviter le surcoût de l'échafaudage.

Questions à se poser et bonnes pratiques

La MOA devra être attentif durant les études de maîtrise d'œuvre à la qualité de l'éclairage et pourra, selon les objectifs fixés au programme, imposer dans l'équipe de maîtrise d'œuvre cette compétence.

Qualité de l'air intérieur

La qualité de l'air intérieur constitue un sujet important pour certaines typologies d'espace, tels que les amphithéâtres, les laboratoires de recherche, les salles de TP avec sorbonne, les espaces de restauration ou encore les locaux de reprographie. Dans certains cas, il est recommandé de prévoir des sondes de présence ou à CO₂ pour contrôler le renouvellement d'air. La qualité de l'air intérieur est également liée au choix des produits de construction. Il est donc exigé que ceux-ci n'émettent

pas de substances nuisibles pour la santé et que leur entretien ne nécessite pas de produits nocifs. À ce titre, il est nécessaire de privilégier pour les produits en contact avec l'air intérieur, des produits de classe A+ pour l'émission de COV³¹.

La réglementation en vigueur en France est fortement marquée par la préoccupation d'économie d'énergie. Il conviendra donc de s'assurer, que les minimas réglementaires (cf. tableaux ci-après) soient bien respectés lors des études et en phase réception.

Réglement sanitaire départemental type

Destination des locaux	Débit d'air neuf en m ³ /h et par occupant
Locaux d'enseignement universitaire	18
Bureaux et locaux assimilés : tels que locaux d'accueil, bibliothèques...	18
Locaux de réunion : tels que salles de réunion, de spectacle, foyers	18
Locaux de vente	18
Locaux de restauration : cafés, bars, restaurants, salles à manger	22
Locaux à usage sportif	25

Code du travail

Destination des locaux	Débit d'air neuf en m ³ /h et par occupant
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, de vente, de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

4.2 Précautions préalables aux travaux

4.2.1 Démolition / Désamiantage

Démolition / déconstruction

Les principaux types de chantiers dans le domaine de la démolition sont le curage, la démolition intérieure et d'écriteau et l'abattage.

En cas de démolition / déconstruction de tout ou partie de bâtiments et voiries existants, l'équipe de maîtrise d'œuvre a en charge :

- l'audit des matériaux avant démolition pour qualifier et quantifier les différents types de déchets issus de la démolition,

- le respect de la réglementation sur les déchets, afin de proposer le degré de tri le plus adapté,

- l'identification des filières locales d'élimination de ces déchets : recyclage, réemploi, incinération, mise en dépôt...,

- la gestion des déchets de démolition, collecte et évacuation des déchets.

Le MOA a pour obligation de réaliser un diagnostic portant sur les déchets issus des travaux de démolition, pour les bâtiments suivants :

³¹ Au sens du décret n° 2011-321 du 23 mars 2011

- Ayant une surface de plancher supérieure à 1000m²,
- Ayant hébergé une ou plusieurs substances dangereuses.

Ce diagnostic doit être réalisé préalablement au dépôt de la demande de permis de démolir ou à défaut à la passation des marchés de démolition.

Ainsi, il peut être réalisé un « plan de gestion des déchets », soumis au MOA.

Lors des travaux de terrassement, on pourra s'interroger sur la pertinence de recycler les déblais issus du chantier pour réutiliser la terre végétale dans les projets paysagers de l'université.

Lors d'un projet impliquant la démolition de bâtiments, son coût doit être estimé au mieux et inclus au montant des travaux dès la phase de programmation. La présence ou non d'amiante doit être déterminée car source d'augmentation du coût et du délai de démolition.

Dans le cadre d'une opération de démolition, l'entreprise doit être vigilante concernant les émissions de poussières, à la fois pour la protection des opérateurs, et plus généralement dans le but de diminuer les émissions dans l'environnement.

Traitement de l'amiante

La dépose et l'évacuation des produits contenant de l'amiante doit faire l'objet d'une procédure spécifique, décrite dans le plan de retrait de confinement, en accord avec les textes en vigueur. Cette procédure est fonction de l'obligation de protection des salariés exposés à l'amiante décrit en sous-sections :

- sous-section 3 (SS3) : retrait ou encapsulage (étanche, solide et durable) de matériaux ou produits contenant de l'amiante,

- sous-section 4 (SS4) : interventions limitées dans le temps et l'espace, ponctuelles et susceptibles de comprendre un enlèvement partiel de matériaux et produits contenant de l'amiante, lors de travaux sur un équipement ou un matériau non amianté.

Autres diagnostics

Le Maître d'œuvre doit disposer de l'ensemble des diagnostics (plomb, termites, pollution des sols...), lui permettant de mettre en œuvre les dispositifs nécessaires à leur prise en compte.

Questions à se poser et bonnes pratiques
Afin de sécuriser au mieux un projet, il est souhaitable de disposer de l'ensemble des diagnostics au plus tôt du processus de conception.

Pour certaines opérations, une MOE spécialisée en démolition ou désamiantage doit être envisagée.

4.2.2 Terrassement VRD

Les aménagements extérieurs aux bâtiments comprennent :

- les terrassements généraux,
- l'aménagement des espaces extérieurs,
- les voies de desserte dans l'emprise de la parcelle, répondant aux différents usages (piétons, véhicules, pompiers, entretien...), ainsi que leur éclairage,
- l'assainissement et le raccordement aux réseaux existants,
- le dévoiement et l'amenée des réseaux en limite du bâtiment,
- les accès.

Autant que possible, les opérations de déblais et remblais viseront un bilan neutre

à l'échelle de la parcelle, afin d'éviter les apports ou enlèvements de terre végétale. Le choix des revêtements des chemins et voirie devra prendre en compte les

besoins des usagers se déplaçant en mode doux (vélos, trottinettes, rollers...) pour garantir le confort, la sécurité et la durabilité par tous temps (roulage, adhérence, glissance).

4.3 Adaptabilité / évolutivité / modularité

Les systèmes architecturaux et techniques seront conçus pour garantir le maintien des caractéristiques dans le temps, tout en permettant au bâtiment de supporter les évolutions et permettre certaines modifications à court et moyen terme, ou même d'être en capacité de muter pour avoir une deuxième vie.

Le bâtiment doit s'avérer :

- évolutif, afin de permettre l'adaptation aisée aux innovations ou aux performances techniques,
- flexible, afin d'être facilement restructurable.

L'évolution d'un bâtiment peut revêtir deux formes principales :

- L'extension : celle-ci peut être envisagée dès la programmation de la construction du bâtiment. Il faut ainsi évaluer les possibilités de constructibilité de la parcelle et prévoir d'implanter des typologies de locaux adaptables en interface de la future extension (prise en compte des liaisons et articulations entre le bâtiment de base et son extension, prévoir des parties démontables). En cas d'extension verticale (ajout d'un étage), les fondations et la structure du bâtiment devront être dimensionnées en conséquence.
- La transformation interne du fait d'une évolution d'usage : dans ce cas on reste dans l'enveloppe initiale. En phase de programmation et de conception, la possibilité de faire évoluer le cloisonnement intérieur doit être clairement défini afin d'adapter les solutions techniques à

cet enjeu (cloisonnements, passage des réseaux, trame de fenêtres).

Alerte : en cas de changement de classification du bâtiment (code de travail, effectif accueilli), les normes relatives à la sécurité incendie peuvent fortement impacter la restructuration intérieure, par exemple : nombre d'Unité de Passage, d'escaliers, degré Coupe-Feu/Pare-Flammes...

Principes pour permettre une restructuration intérieure ultérieure :

- regroupement des locaux par typologie, afin d'obtenir des ensembles homogènes,
- distribution verticale des différents fluides autour des invariants (poteaux, escaliers, sanitaires, ...),
- irrigation systématique des locaux par un réseau VDI,
- cloisons démontables,
- murs non porteurs en agglomérés,
- uniformisation du traitement des revêtements de sol et de plafonds,
- réserves (ex : chemins de câbles),
- cloisonnements maçonnés limités aux locaux suivants :
 - o locaux techniques,
 - o salle serveurs,
 - o locaux exigeants un degré coupe-feu ou des mesures de sécurités importantes,

o locaux de stockage.

Principes pour une construction neuve ou une extension :

- limitation des murs de refend comme structure porteuse,
- interdiction des dalles alvéolaires précontraintes pour les zones de laboratoires ou d'enseignement pratique,
- hauteur libre judicieusement définie,
- homogénéisation des surcharges d'exploitation,
- dimensionnement des éléments en vue de recevoir une surcharge éventuelle,
- externalisation des blocs sanitaires de l'ensemble de la structure,
- mise en place d'une trame structurelle simple,
- tramage des façades permettant le repositionnement des cloisonnements perpendiculaires,
- surdimensionnement/réserves des organes techniques (chaudière, chemins de câbles, TGBT, ...).

4.4 Clos-couvert / enveloppe

4.4.1 Fondations

Les fondations doivent être conformes aux études géotechniques spécifiques au site. Il est conseillé un vide sanitaire et une galerie technique sous le plancher du niveau bas du rez-de-chaussée pour assurer la maintenance des équipements et préserver la flexibilité des bâtiments. Si cela est envisagé, le vide sanitaire ou la galerie doivent avoir une hauteur minimale de 1,80m.

En cas de surélévation, une étude des fondations existantes du bâtiment, via une étude géotechnique de type G5 et de sa structure devra être menée pour s'assurer de la faisabilité et vérifier le coût de l'extension.

Il conviendra de veiller à prévoir les mesures permettant d'assurer l'étanchéité des locaux situés en infrastructures.

4.4.2 Structure

Structure

Cas de reconstruction / extension / construction neuve

Les principes recherchés pour l'exécution des bâtiments sont les suivants :

- Structure traditionnelle du type poteaux-poutres :
 - o en béton préfabriqué ou non,
 - o en métal ou en bois avec plancher béton, ou mixte,
 - o pour les surélévations des bâtiments existants : métal ou bois à privilégier,
- Trame de structure régulière et adaptée aux usages, tout en étant flexible. La conception du bâtiment devra intégrer la possibilité de restructurations ultérieures, ainsi la trame ne devra pas engendrer de gêne dans les recloisonnements. De même, le Maître d'œuvre veillera à l'absence de poteaux dans les locaux (notamment dans les salles d'enseignement, ce qui peut engendrer une gêne visuelle pour les étudiants suivant un cours), lors de la conception du projet.

Les locaux de grandes surfaces ne doivent pas être contraints par des éléments de structure (poteaux).

Le plancher séparant les infrastructures et

les superstructures doit être pourvu d'une isolation thermique en sous-face, limitant les ponts thermiques.

En phase de programmation, il faudra penser à recenser les éléments ayant une influence sur le dimensionnement de l'ouvrage et sur la structure du bâtiment (ex : appareils scientifiques (dimensionnements, poids, vibrations, stockages, compactus, etc.).

Cas de restructuration

- La restructuration doit limiter la présence de poteaux ou structure porteuse au sein des espaces, et notamment : salles de cours, salles de réunions, amphithéâtres, grands bureaux,...
- Un zonage des charges au sol admissibles du bâtiment doit être réalisé afin de s'assurer de la faisabilité du nouvel aménagement programmé,
- Un recensement des éléments ayant

une influence sur le dimensionnement ou le renforcement de l'ouvrage (appareils scientifiques, stockages, compactus, ...) doit être réalisé.

Charges d'exploitation

Les charges au sol doivent répondre à la norme française NF P 06-001. Il s'agit de valeurs minimales.

Elles s'entendent hors équipements spécifiques non courants.

On cherchera à harmoniser les charges au sol des planchers, pour permettre une reconfiguration ultérieure aisée.

Les surcharges au sol supportées par les circulations seront au moins égales aux surcharges au sol des locaux desservis.

Secteur fonctionnel	Charge daN / m ²	Secteur fonctionnel	Charge daN / m ²
Enseignement théorique	Carrels : 250	Fabrication montage	250 à 800
	Salles d'enseignement et amphi : 350	Collation restauration	400 à 500
Enseignement pratique	400 à 600 *	Accueil	400
		Commodités	250
Documentation	Salle de consultation : 400	Exploitation du bâtiment	Local ménage : 250
Bureaux et locaux administratifs	250		Déchets : 600
			Local technique : 450
Travail en autonomie	250	Soutien technique	250 à 800
			Compatus : 1000 à 1500
Équipements spécifiques de recherche et plateformes	250 à 600 *	Médico-social	250
Rencontres échanges détente	Salle de réunion : 250	Volume brut	Selon projet
	Espace détente et salle de conférence : 400	Circulations et escaliers	En accord avec celui du secteur
Sport	Halle sportive : 600	Toitures et terrasses techniques non accessibles	150 *
	Vestiaires : 250	Stockage lourd, dont compactus	600 à 1200

* Non comprises les charges concentrées, liées à des équipements spécifiques non connus à ce jour, qui sont à ajouter.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Restructuration :

- Réaliser un diagnostic structure,
- Adapter les implantations selon les charges existantes et futures.

Construction neuve / extension :

- Réaliser un diagnostic géotechnique,
- Uniformiser par zones les charges d'exploitation et notamment au rez-de-chaussée,
- Implanter au rez-de-chaussée les locaux ayant des surcharges au sol les plus importantes, notamment en zones sismiques.

Hauteurs libres sous plafond

La hauteur libre sous tout obstacle de génie civil (poutres et dalles) et sous tout

équipement technique (gainés, chemins de câbles, réseaux de fluides) dans les locaux ne devra pas être inférieure à 2,50 m. Les grands locaux devront offrir des hauteurs libres supérieures compte-tenu de leurs surfaces globales.

Des plénums de bonnes dimensions entre les faux plafonds et les dalles devront être réservés pour le passage des installations de ventilation et des autres fluides. La détection incendie des plénums est obligatoire pour les locaux ERP.

La hauteur des portes des locaux banalisés aura une hauteur de 2,04 m minimum sauf contraintes d'accès particulières.

Les hauteurs libres minimales sous plafond sont présentées dans les fiches espaces de manière exhaustive. Les valeurs de références par secteur fonctionnel sont données à titre indicatif dans le tableau ci-après :

Secteur fonctionnel	HSP	Secteur fonctionnel	HSP
Enseignement théorique	Amphi : ≥ 3.50 m	Sport	Halle sportive : ≥ 4.00 m
	Salles banalisées : ≥ 2.80 m		Vestiaires : ≥ 2.50 m
Enseignement pratique	TP : ≥ 2.80 m	Fabrication montage	≥ 2.50 m
	Salle spécifique : ≥ 3.00 m	Collation restauration	Cafétéria : ≥ 3.00 m
Documentation	≥ 2.80 m		Restauration : ≥ 2.80 m
Bureaux et locaux administratifs	≥ 2.80 m	Accueil	≥ 2.80 m
Travail en autonomie	≥ 2.50 m	Commodités	≥ 2.50 m
Équipements spécifiques de recherche et plateformes	≥ 2.80 m	Exploitation du bâtiment	≥ 2.80 m
	Stockage : ≥ 2.50 m	Soutien technique	≥ 2.80 m
	Surface spécialisée : selon projet		Compactus, stockage : ≥ 2.50 m
Rencontres échanges détente	≥ 2.80 m	Médico-social	≥ 2.50 m
	Salle de conférence : ≥ 4.00 m	Volume brut	Selon projet
		Circulations et escalier	En accord avec celui du secteur

4.4.3 Toiture

4.4.3.1 Conception des toitures

Questions à se poser et bonnes pratiques

Prise en compte obligatoire des contraintes dimensionnantes de site.

Le Maître d'œuvre doit prévoir le système d'étanchéité et le principe de couverture le mieux adapté au projet, fiable, facile d'entretien, dont la pérennité ne se limite pas à la durée de la garantie décennale.

Les règles NV 65 (DTU P 06-002) et N 84 (DTU P 06-006) concernent les charges climatiques qui ont une influence sur l'étude des structures du clos et du couvert des constructions. Les règles NV 65 définissent les effets de la neige et du vent sur les constructions. Les règles N 84 portent sur la seule action de la neige. Les charges climatiques doivent être prises en compte lors des calculs des structures et de la définition des composants des bâtiments, couverture, façade ou autres. Les équipements techniques situés en toiture doivent disposer d'une protection contre la pluie, le soleil et le vent. Les chemins d'accès sont réalisés afin de faciliter et sécuriser les interventions de maintenance (dispositif antichute).

La conception des toitures et des étanchéités doit être fiable et dans tous les cas l'accessibilité par le personnel d'entretien doit être possible sans nécessiter de matériel particulier, hormis un équipement individuel de sécurité. L'accès aux toitures et équipements doit être possible par la création d'escaliers de maintenance.

Les couvertures doivent offrir une bonne isolation thermique et acoustique, pour ne pas transmettre, aux niveaux inférieurs, les

nuisances liées à la météorologie et aux équipements techniques. Une résistance thermique supérieure à 8 m²K/W (BBC) et 10 m²K/W (BEPOS) est préconisée pour une construction neuve ou dans le cadre d'une rénovation.

Des isolants biosourcés peuvent être envisagés (par exemple ouate de cellulose soufflée dans le cas de combles, fibre de bois en toiture terrasse, ...).

Les toitures végétalisées, ou à minima de teinte claire (type « cool-roof »), permettent d'éviter la montée en température des matériaux de toiture et donc d'améliorer la pérennité du complexe, d'améliorer le confort thermique dans le bâtiment et de limiter l'effet d'îlot de chaleur.

La faisabilité d'implanter des installations photovoltaïques doit être étudiée, ainsi que les incidences sur le bâtiment (structure, accès). Par ailleurs, il doit être étudié la possibilité d'externaliser (équipement, entretien,...) ce type d'installation et la récupération d'énergie.

Verrières/Serres

La création de verrières entraînant un surcoût d'investissement et de maintenance, elles sont de préférence de taille très limitée.

En cas d'aménagement de verrières, leur localisation doit avoir pour but de souligner éventuellement un espace particulier. Les problèmes de surchauffe sont étudiés et traités dès la conception : protection solaire de la verrière, ouvrabilité du vitrage, etc.

La question de l'entretien et notamment de la nettoyabilité des verrières doit également être anticipée. Cet éventuel surcoût doit être identifié.

La toiture des serres à destination de la recherche ou de l'enseignement doit également faire l'objet d'une attention des concepteurs (entretien, orientation, surchauffe...).

Récupération des eaux pluviales

Les toitures terrasses végétalisées, si elles sont autorisées au PLU, avec plantations robustes ne nécessitent pas ou peu d'entretien et permettent une récupération des eaux pluviales.

Les descentes d'eau pluviale sont extérieures et privilégiées en zinc. Elles disposent de crapaudines.

Il doit être pris en compte les obligations de rétention et contrôle du débit au moment du rejet vers le réseau public.

Les usages autorisés de l'eau de pluie sont définis réglementairement :

- usages extérieurs (arrosage, lavage),
- alimentation des chasses d'eau et lavage des sols,
- usages professionnels et industriels, à l'exception de ceux requérant l'usage d'une eau potable.

Toute connexion entre le réseau d'eau de pluie et le réseau d'eau potable est interdite.

La gestion des eaux pluviales est un enjeu environnemental qui doit être anticipé afin de permettre des solutions adéquates. Le choix du système de récupération peut être coûteux et engendrer une exploitation maintenance spécifique.

4.4.4 Façade

Questions à se poser et bonnes pratiques

Prise en compte obligatoire des contraintes dimensionnantes de site.

La conception des façades sera en accord avec les éléments développés dans la partie Sûreté - sécurité.

Les façades doivent disposer d'une isolation renforcée. Une résistante thermique supérieure à 4 m²K/W (BBC) et 5 m²K/W (BEPOS) est préconisée pour une construction neuve ou dans le cadre d'une rénovation. L'isolation thermique par l'extérieur est recommandée afin de limiter les ponts thermiques et de mobiliser l'inertie de la structure pour améliorer le confort thermique.

Des isolants biosourcés peuvent être envisagés (par exemple fibre de bois).

Les ouvertures sont dimensionnées en adéquation avec l'orientation et l'ensoleillement des façades, ainsi que les besoins en lumière des locaux. Concernant les locaux dans lesquels le confort visuel est un enjeu fort (salles de travail, de lecture), un calcul de facteurs de lumière du jour pourra valider que l'apport en lumière naturelle est suffisant. Les exigences du référentiel HQE Bâtiments Tertiaires (cible 10 : confort visuel, niveau Performant) peuvent être utilisées à ces fins.

La structure des façades doit également permettre une protection, notamment en rez-de-chaussée, contre les intrusions, les agressions et résister au vandalisme (peinture anti-graffiti par exemple).

Les éléments de façades démontables sont proscrits, hormis pour les contraintes de transferts ou de remplacements d'équipements lourds de recherche ayant des gabarits hors norme (murs fusibles, skydome démontable...).

Le traitement soigné des garde-corps doit être privilégié (réflexion quant à leur implantation, création de remontées d'acrotères...).

4.4.5 Menuiseries extérieures

Types de châssis

Questions à se poser et bonnes pratiques

Les menuiseries extérieures doivent être en accord avec les éléments développés dans la partie Sûreté - sécurité, et notamment leur système de protection.

Le Maître d'œuvre veille à homogénéiser les formes et dimensions des menuiseries extérieures.

Les châssis sont pourvus de système évitant les ponts thermiques tels que profils à rupture de pont thermique et doivent présenter des caractéristiques au moins équivalentes aux normes du classement AEV, correspondant aux critères de perméabilité à l'air, d'étanchéité à l'eau et de résistance aux vents, du site sur lequel l'établissement sera implanté.

Un certificat d'essai établi par un organisme agréé est exigé.

Ainsi, les châssis bois ou mixtes bois/aluminium sont privilégiés, car plus performants thermiquement. En cas de châssis aluminium, il est préconisé des châssis à rupture de pont thermique avec un coefficient de transmission thermique $U_f < 2.5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Cependant, le bois peut s'avérer peu adapté à des éléments de grandes dimensions. Une attention devra être portée lors des exigences programmatiques et durant les études de conception.

Quel que soit le matériau choisi, une attention doit être portée sur la solidité des ouvrants (nombre et positionnement des paumelles), notamment lors de pose de menuiseries oscillo-battantes.

Vitrages

Le traitement des vitrages et le type de protection solaire doivent favoriser le confort d'hiver et le confort d'été. Des vitrages peu émissifs sont demandés.

Les caractéristiques acoustiques et mécaniques des vitrages extérieurs sont adaptées à leur positionnement.

Il est recommandé a minima un double vitrage à remplissage argon avec couche de faible émissivité, avec un coefficient de transmission thermique $U_g < 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La transmission lumineuse et le facteur solaire du vitrage sont ajustés en fonction du contexte de l'opération (climat de la région) et de l'exposition des façades.

Le nettoyage des parties vitrées (intérieur et extérieur) doit être aisé. En cas de besoin, les moyens nécessaires à un entretien ne générant pas de surcoût à l'exploitation sont intégrés dès la conception. En cas de nécessité d'utilisation d'une nacelle, l'accès et les possibilités d'évolution, la maintenabilité de celle-ci sont pris en compte dans le projet.

Métallerie

Le Maître d'œuvre veille à standardiser la quincaillerie et les systèmes de serrure. Tous les éléments sont simples, robustes, traités contre la corrosion et adaptés aux usages des ouvrages sur lesquels ils sont installés.

Une attention particulière doit être portée sur les portes fortement sollicitées (ex : portes extérieures).

4.5 Aménagements intérieurs

Dans cette partie, sont présentées les prescriptions générales, en termes d'aménagement intérieur. Les spécificités sont développées par local dans les fiches techniques.

D'une manière générale, les matériaux en contact avec l'air intérieur, en particulier les revêtements ainsi que les peintures, colles, joints et vernis, doivent être sélectionnés pour leur faible teneur en composés nocifs pour la santé des occupants. Ils présentent une classe d'émission dans l'air intérieur B a minima.

4.5.1 Cloisons

Les cloisons intérieures doivent être choisies en fonction des principes suivants :

- Être non-porteuses, avec un tramage facilitant les modifications ultérieures (sans nécessité de reprise au niveau des sols et faux-plafonds),
- Respecter les exigences de sécurité (degré coupe-feu),
- Favoriser une bonne isolation phonique et acoustique entre les locaux,
- Être facilement nettoyables et résistantes, y compris à l'humidité,
- Participer à l'inertie thermique des locaux,
- Protéger les angles saillants,
- Supporter des éléments de protection,
- Supporter les équipements nécessaires à l'affichage et à la pédagogie,
- Absorber d'éventuelles déformations de gros-œuvre : pas de fissures ou fêlures,
- Être indépendantes des commandes

d'éclairage et des fluides : éviter de lier les interrupteurs des commandes d'éclairage aux éventuels éléments amovibles.

La mise en œuvre de cloisons mobiles peut être prévue dans certains locaux (salles d'enseignement ou de réunion). Toutes les dispositions doivent être prises pour que la qualité phonique des cloisons ne soit pas affectée par les éventuelles réservations de passage des canalisations de fluides, courants forts et faibles, et d'eau chaude / chauffage. Le niveau d'isolation acoustique possible dépend fortement de la composition des panneaux muraux, mais aussi des raccords.

D'une manière générale, en cas de mise en œuvre de faux plafonds, il est nécessaire d'assurer, par tout moyen adapté (prolongation des cloisons, ...), la continuité de dalle à dalle de la barrière phonique au droit des cloisons. Des joues phoniques sont notamment prévues dans les plénums.

Il peut être prévu des cloisons spécifiques, notamment fusibles, dans les locaux de recherche, pour l'amenée d'équipements spécifiques.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Afin d'optimiser l'utilisation des grands amphithéâtres (moins occupés), il peut être envisagé de séparer un amphithéâtre existant dans la longueur ou dans la largeur (les deux solutions existent).

Dans ce cas, il faut veiller à garantir la bonne évacuation du public (nombre d'UP et de sorties de secours), et s'assurer du bon fonctionnement des installations techniques, notamment ventilation et renouvellement d'air.

Pour permettre l'organisation des examens, on peut également implanter des cloisons

mobiles entre plusieurs salles d'enseignement permettant de former des volumes adaptés sans pour autant les dédier à ce seul usage.

Les cloisons, qu'elles soient mobiles ou non, doivent participer à offrir un confort acoustique de qualité dans les espaces avec une attention particulière sur les salles d'enseignement.

L'implantation de cloisons mobiles implique la disponibilité de personnel et un coût de maintenance spécifique à inclure au coût global. Ce choix doit donc être motivé et les usages liés clairement identifiés (notamment la fréquence).

4.5.2 Menuiseries intérieures

Sur le sujet des menuiseries intérieures, les fiches techniques du programme, spécifiques à chaque opération devront préciser :

- Les largeurs minimales de passage,
- Les dispositifs de protection de bas de porte : présence ou non, dimension...,
- Les types de portes : vitrée ou non, oculus...
- Les serrures ou autres dispositifs de contrôle d'accès.

Les portes intérieures présentent des dimensions conformes aux normes handicap et doivent répondre aux réglementations incendies et antipaniques, ainsi qu'aux exigences d'isolation acoustique.

Les portes sont toutes faciles à manœuvrer sans effort physique, munies de poignées et dispositifs de condamnation utilisables même par des PMR.

Pour l'ensemble des portes :

- Portes à âme pleine, de type isopho-

niques et robustes,

- Portes équipées de 4 paumelles par vantail ou 3 paumelles renforcées,
- Type huisserie : métalliques, traitées contre la corrosion, ou en bois.

On privilégie les huisseries métalliques en cas de forte sollicitation des portes, ou lorsqu'une exigence spécifique de sécurisation du local est souhaitée.

Le revêtement des portes doit garantir un nettoyage simple.

L'ensemble des portes disposent d'une serrure, y compris les portes munies d'un contrôle d'accès.

Les serrures font l'objet d'un organigramme des clés.

Les quincailleries doivent être robustes, simples et porter un label de qualité SNFQ. Tous les dispositifs de condamnation interne des locaux (douches, sanitaire...) peuvent être décondamnés de l'extérieur rapidement.

Les portes de recoupement des circulations sont maintenues ouvertes et sont équipées de systèmes de ventouses avec contact de positionnement.

4.5.3 Sol / UPEC

Les revêtements de sols des différents espaces répondent aux exigences exprimées par le classement UPEC Usure - Poinçonnement - résistance à l'Eau - résistances aux agents Chimiques (Notice du CSTB sur le classement UPEC des matériaux).

Des plinthes d'une hauteur minimale de 7,5 cm sont prévues dans les locaux. Cette hauteur de base est à adapter en fonction du type de locaux (laboratoire, restauration, chambre froide, ...)

De manière générale, les seuils ou différences de niveaux sont à proscrire pour des raisons d'accessibilité des locaux.

Les revêtements intérieurs sont sélectionnés dans le but de favoriser la diffusion de la lumière naturelle. Les teintes claires sont privilégiées. Le degré de réflexion lumineuse (LRV ou RHO) préconisé pour les sols est le suivant : teinte selon choix du maître d'ouvrage, $LRV > 10 \%$.

4.5.4 Plafonds

De manière générale, les matériaux de revêtement sont choisis en fonction de leurs caractéristiques acoustiques, thermiques, de durabilité et de facilité d'entretien.

Dans les locaux le nécessitant (selon spécificité, traitement acoustique, passage de fluide...), un faux-plafond facilement démontable peut être installé. Les faux-plafonds intègrent des dispositifs d'accès au plénum (chemins de câbles et réseaux divers).

L'absence de faux plafond est à privilégier dans les laboratoires.

Les revêtements intérieurs sont sélectionnés dans le but de favoriser la diffusion de la lumière naturelle. Les teintes claires sont privilégiées. Le degré de réflexion lumineuse (LRV ou RHO) préconisé pour les plafonds est le suivant : couleur blanche, $LRV > 70 \%$. Le concepteur doit rechercher la cohérence entre la modulation des plafonds et le tramage général (structures, cloisons, distribution fluides et énergie, éclairage).

4.5.5 Parois verticales

D'une façon générale, toutes les parois des locaux doivent être résistantes aux chocs et à l'arrachement et facilement nettoyables. Les matériaux utilisés pour l'aménagement intérieur doivent répondre à des critères stricts d'hygiène, de résistance et de pérennité. Comme pour les

sols, le choix des revêtements muraux est adapté à la fréquentation des espaces.

Une attention particulière est accordée aux choix des couleurs qui contribuent à la perception des espaces par les usagers, au confort, au repérage et participent à l'éclairage des locaux.

Les revêtements intérieurs sont sélectionnés dans le but de favoriser la diffusion de la lumière naturelle. Les teintes claires sont privilégiées. Le degré de réflexion lumineuse (LRV ou RHO) préconisé pour les murs est le suivant : couleur claire, $LRV > 50 \%$.

Les peintures satinées sont à privilégier. Les aspects de finitions des peintures seront à préciser, au regard de critère économique et technique selon 3 classes³² :

- A : finition soignée, privilégiée pour les espaces recevant du public extérieur (salles de conférences, amphithéâtre, hall, etc.) ;
- B : finition courant, préconisée pour tous les locaux courants recevant des personnes (salles d'enseignements, bureaux, locaux annexes, circulation, etc.) ;
- C : finition élémentaire pour les locaux sans utilisateurs (Locaux techniques, cages d'escaliers, parkings, etc.)

Dans la partie basse des locaux humides, les cloisons intérieures doivent être résistantes à l'humidité et aux produits d'entretien et être protégées contre les remontées d'eau par capillarité.

4.6 Fluides, réseaux

4.6.1 Préconisations transversales

Il est conseillé aux établissements de s'engager dans une politique de cohérence technique au niveau de l'ensemble des

³² Cf. NFDT 59.1

bâtiments de l'établissement, tant pour la méthodologie des installations techniques, pour l'organisation des réseaux, que pour la politique de comptage et de pilotage des fluides à l'échelle du patrimoine.

Le comptage énergétique est réalisé conformément à la réglementation thermique. Au-delà des exigences réglementaires, l'arborescence de comptage en énergie et en eau est définie de manière à être capable d'identifier la localisation d'éventuelles surconsommations.

Pour cela, les consommations sont relevées par usage (chauffage, climatisation, eau / éclairage PC, ascenseur, ventilation) et par zone ou par étage par exemple, selon typologie du projet.

Dans le cas de bâtiments mixtes d'usage, un sous-comptage par activité doit être prévu. À ce titre, il convient de définir son zonage pour chaque thématique.

Une gestion technique centralisée permet notamment :

- la relève automatique et l'archivage des comptages (énergie, eau),
- le pilotage des équipements CVC et éclairage (consignes de température, horaires de fonctionnement, etc.),
- la détection des défauts d'équipements et la généralisation d'alarmes automatiques.

En tout état de cause, le cheminement des fluides doit être pensé pour être accessible sans perturber l'activité, de préférence dans les circulations.

4.6.2 Chauffage

Les recommandations en termes de chauffage ont été développées précédemment dans la partie Prescriptions environnementales - Confort thermique.

Une étude comparative énergétique, environnementale et économique doit permettre au maître d'ouvrage de choisir le mode de production de chaleur. Il doit être étudié quel que soit le système retenu, la récupération d'énergie sur la ventilation et la récupération de chaleur sur les groupes froids.

Pour garantir un confort d'hiver aux usagers, il est préconisé la redondance du chauffage, notamment en cas de panne ou de maintenance.

Le choix des émetteurs de chauffage doit être adapté à la fonctionnalité et à l'aménagement des locaux.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Il est important au stade de la programmation de réfléchir aux équipements existants et à l'évolution éventuelle des systèmes, notamment dans la perspective d'une maintenance plus efficiente : faut-il envisager une redondance du chauffage, notamment en cas de panne ou de maintenance ? Est-il pertinent d'avoir deux chaudières fonctionnant à 70% de leur capacité ? Ces sujets sont à interroger également pour les CTA ?

Quels types de terminaux sont les plus adaptés selon le projet, l'usage et la fréquentation du bâtiment, le confort souhaité ?

Est-il possible de prévoir la réversibilité du chauffage pour faire du rafraîchissement ? Peut-on mutualiser les organes de chauffage ?

L'ensemble de ces sujets doit être interrogé lors des études de programmation et plus précisément dans la réflexion en coût global.

4.6.3 Plomberie

Le règlement sanitaire départemental est un document de compétence préfectorale qui impose des prescriptions en matière d'hygiène et de salubrité publique qui ne sont pas précisées dans d'autres textes. Le règlement sanitaire départemental en vigueur sur le département doit être appliqué.

Production d'eau chaude sanitaire

Le concepteur doit privilégier la solution la plus pertinente au regard du besoin (production centralisée et bouclée), ou ballons à proximité des points de puisage. À l'échelle universitaire (hors restauration, vestiaires et logement), le besoin en production d'eau chaude est globalement ponctuel (lavabos, points convivialité, etc...). Dans ce cadre, il est proposé de privilégier les ballons électriques de proximité, reliés à un réseau général sur l'ensemble d'un bâtiment. À noter que pour les paillasses des laboratoires et salles de TP, le besoin en eau chaude peut être questionné.

La distribution est fixée sur les supports avec l'utilisation de collier isophonique et des lyres de dilatation sont prévues en nombre suffisant suivant la configuration de la distribution.

L'ensemble des appareils (pompe, adoucisseur, ...) est monté en by-pass isolable permettant de remplacer l'appareil sans arrêter l'installation.

Une distribution mitigée, conforme aux règles en vigueur (aspects sanitaires notamment), est mise en œuvre.

Une précaution particulière est prise en matière de traitement des réseaux d'eau chaude sanitaire contre les légionnelles (absence de point mort).

Une réflexion sur les circuits d'eau potable doit être engagée, la création de deux

réseaux (eau industrielle et eau potable) peut être économiquement intéressante pour un établissement.

Par ailleurs, l'utilisation d'énergies renouvelables doit être interrogée. Ainsi, si la nature du sous-sol et les configurations locales le permettent, le recours à la géothermie de surface (nappe phréatique) pour les systèmes de refroidissement doit être privilégié.

Équipements

Tous les appareils sanitaires sont caractérisés par leur robustesse, leur simplicité d'utilisation et la facilité de leur entretien. Les équipements terminaux sont de bonne qualité et ont un marquage NF ou CE.

L'ensemble des appareils est équipé de limiteurs de température non accessibles, de limiteurs de débit (système de butée fictive) et de mousseurs ou de brise-jets.

Le réglage des limiteurs de température est fonction du lieu d'installation du robinet suivant les réglementations en vigueur.

Les mitigeurs sont de type thermostatique avec réglage de température sur la robinetterie des douches ; ils doivent pouvoir être bloqués à une température donnée.

Afin de limiter les consommations en eau du site, des équipements hydro-économes sont préconisés. À cette fin, il est déconseillé d'installer des dispositifs de chasse d'eau à détecteur de présence.

Les distributeurs de boissons chaudes implantés dans les halls, circulations, cafétérias, seront alimentés en eau et, selon le modèle, raccordés aux réseaux d'évacuation.

Les réseaux d'évacuation des eaux sont prévus indépendants (système séparatif) :

- réseaux EU pour les eaux usées des

appareils sanitaires, pour les eaux usées de cuisine,

- réseaux EV pour les eaux vannes des appareils sanitaires,
- réseaux EP pour les eaux pluviales.

Un ensemble de vannes et de clapets anti-retour sur chacun des circuits EF et ECS permettent les interventions aisées pour le remplacement des terminaux, mais aussi pour éviter les transferts de fluides par différentiel de pression.

4.6.4 Courants

Courants forts

L'installation doit être conforme à la réglementation de sécurité, aux normes françaises et aux instructions ministérielles en vigueur. Les matériaux et matériels mis en œuvre doivent répondre aux normes françaises et être agréés par un organisme compétent.

Les utilités électriques sont conçues de façon à respecter les lignes directrices suivantes :

- la création d'un bâtiment économe en énergie,
- la conception des réseaux devra tenir compte d'une exigence de perte de tension maximale de 3% entre la source et l'utilisateur final,
- les gaines et chemins de câbles pour le 230 V et l'éclairage sont conçus pour faciliter la souplesse d'exploitation et de modifications ultérieures mineures des réseaux.

À cet effet, les distributions principales et secondaires sont facilement accessibles (cheminements). L'alimentation de chaque local sera directement issue du réseau placé dans la circulation.

Une réserve de capacité de l'ordre de 30% est à prévoir dès la conception sur les tableaux et les réseaux.

- la conception doit prévoir l'ensemble des prises attendues par local aux fiches espaces, ainsi qu'une réserve de 30% de puissance. Concernant les équipements de production et le local logistique commun, une vigilance particulière est accordée concernant la mise en place de circuits adaptés (monophasés, triphasés ...),
- les tableaux électriques doivent permettre des interventions en matière d'exploitation, de maintenance et d'évolution avec un impact limité sur la continuité de service,
- pour rappel, les armoires électriques ou coffrets d'alimentation ne doivent en aucun cas faire saillie dans les circulations,
- l'ensemble du matériel est estampillé CE ou NF USE et l'appareillage respecte les préconisations minimales pour la résistance au fil incandescent nécessaire suivant le lieu de son installation.

S'agissant des réserves, il convient de distinguer les réserves équipables et les réserves équipées.

Dans les locaux où il y a risque de projection d'eau, la hauteur minimale des prises par rapport au sol est de 120 cm.

Au sein des fiches espaces, les besoins en matière de courant ondulé et/ou secouru doivent être identifiés.

Des protections différentielles doivent être adaptées aux appareils électroniques en place.

Les gaines et chemins de câbles sont généreusement dimensionnés, avec une réserve de 30%, pour pouvoir aisément réaliser des distributions électriques complémentaires. Tous ces câbles et chemins de câbles sont repérés par un dispositif inaltérable dans le temps.

Selon la criticité du besoin en électricité des

activités logées (chambre froide, serveur, expérimentations en cours...), un groupe électrogène peut être mis en place pour pallier une coupure d'alimentation électrique.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Dans un objectif de coût global et de suivi des consommations, il est fortement conseillé de mettre en place un système de comptage à l'échelle du site. La répartition des charges pourra être mise en place soit par l'implantation de sous-compteurs par bâtiment, par usage et par service, soit au ratio en fonction des surfaces occupées.

Il peut être nécessaire de réaliser un bilan de puissance en phase de programmation.

La couverture wifi des bâtiments d'enseignement supérieur est une nécessité afin de permettre un accès continu aux services numériques et aux contenus pédagogiques à tout moment et en tout lieu. La présence de prises électriques dans les espaces d'enseignement, les espaces de travail et les espaces informels (couloirs, halls, cafétérias, mobilier urbain...) doit être appréhendée au plus tôt dans le projet (phase programmation) afin de permettre le rechargement des équipements numériques des étudiants. Néanmoins, le besoin actuellement recensé pose question sur les points suivants :

- L'énergie consommée pour recharger ces équipements qui se généralisent (PC portables, téléphone mais aussi batteries de vélos, trottinettes...),
- La véracité du besoin dans le temps au regard des équipements de plus en plus performants d'un point de vue autonomie.

Courants faibles

L'innervation VDI doit constituer l'infrastructure câblée nécessaire aux systèmes pour la voix, les données et les images :

- les postes informatiques,
- la distribution des images,
- la téléphonie traditionnelle ou IP,
- l'interphonie.

Cette innervation ne doit pas être utilisée pour :

- la signalétique dynamique,
- la sûreté (anti-intrusion, contrôle d'accès, vidéoprotection),
- la sécurité incendie (détection et protection),
- les bus de terrain de la GTC,
- le raccordement des terminaux de sonorisation générale.

L'organisation du câblage d'un bâtiment doit reprendre le principe de l'étoile hiérarchisée où chaque branche est (ou peut devenir) un centre d'étoile tout en tentant de minimiser les points de coupure entre les ressources et les prises terminales. La topologie de l'architecture de type étoile est basée sur une répartition de locaux techniques assurant différentes fonctions. Une couverture wifi complète des locaux ainsi que des extérieurs aménagés est préconisée.

La localisation des bornes wifi doit être privilégiée dans les circulations à une hauteur non accessible directement par le public. À cet égard, une étude de couverture doit être faite par la MOE en phase APS/APD.

4.6.5 Fluides spéciaux

L'étude de programmation doit mettre en évidence le besoin en fluides spéciaux pour certains laboratoires de recherche ou salles d'enseignement pratique.

Les besoins en fluides spéciaux, habituellement nécessaires aux laboratoires de recherche, sont les suivants :

- air comprimé,
- eau osmosée, eau distillée,
- vide,
- azote liquide,
- gaz spéciaux (Oxygène, Dioxyde de carbone, Azote, Hydrogène, Hélium, Argon, Acétylène, ...).

Les fiches espaces doivent être adaptées en conséquence, pour indiquer notamment le nombre de points d'accès et les caractéristiques (typologie, pureté...). Elles préciseront également les besoins en matière de détection explosimétrique ou d'anoxie.

Dans le cas de réseaux centralisés, il sera prévu des dispositifs de comptage et de détection de fuites.

Les bouteilles de gaz sont implantées à l'extérieur, à l'abri des intempéries, par deux avec inverseur ou en rack. Elles sont accessibles de manière simple et sécurisée (pas de marche à franchir) pour remplacement des bouteilles vides.

Les locaux utilisant à la fois de l'Azote/Argon et de l'Hélium, doivent être équipés de détecteur d'O₂ bas et haut.

Les locaux alimentés en CO₂ doivent être équipés de détecteur de gaz.

Concernant le gaz, dans certains cas, le SDIS exige des circulations extérieures pouvant avoir une influence sur l'architecture.

Concernant les réseaux d'eau, il est à prévoir un circuit d'eau de base (démén-

ralisée) pour les laboratoires le nécessitant. Les besoins spécifiques (réduction du volume mort) pour l'eau ultra pure ou autres doivent être gérés directement par les équipes de recherche.

Dans tous les cas, les dispositifs sont réalisés dans le plus strict respect des obligations réglementaires et des normes de sécurité.

4.6.6 Sorbonnes

Les sorbonnes sont des équipements de protection collective destinés à protéger les personnes des risques d'inhalation de produits chimiques dangereux en les aspirant à l'extérieur du local. Le conduit d'extraction des sorbonnes débouche en toiture.

Les sorbonnes sont des équipements de sécurité. Il est important de viser l'efficacité, la simplicité et la robustesse au niveau des systèmes de régulation et de compensation.



Sorbonnes - ENS Lyon - © ComUE Université de Lyon

Les sorbonnes sont raccordées à un système d'extraction piloté en fonction de leur ouverture. L'air extrait est compensé par le système de ventilation du laboratoire.

Pour réduire les dépenses énergétiques (de chauffage ou de refroidissement) causées par le rejet à l'extérieur de l'air aspiré dans le laboratoire, deux techniques peuvent s'appliquer :

- La variation du débit extrait en fonction de la surface de l'ouverture,
- L'alimentation partielle des sorbonnes en air auxiliaire (alimentation par de l'air extrait directement de l'extérieur).

Lors de l'étude de programmation, le besoin en sorbonnes doit être évalué avec précision. Le besoin prioritaire avéré concerne principalement la synthèse chimique. Ainsi, dans certains cas, les sorbonnes peuvent être remplacées par des hottes chimiques à charbon actif (si utilisation de solvant) ou des boas (dégagement ponctuel de vapeurs). Des alternatives existent donc à l'implantation de sorbonnes et doivent être analysées au regard de l'usage des locaux.

Ces choix ont une incidence sur les coûts d'investissement et sur l'exploitation.

Techniquement, il est conseillé de privilégier le regroupement des sorbonnes dans des pièces dédiées de manière à mieux gérer la compensation d'air. Les sorbonnes doivent être reliées à la GTB.

4.7 Sûreté et sécurité

La réflexion sur la sûreté d'un bâtiment est à intégrer le plus en amont possible. Elle doit également faire partie intégrante de l'étude de faisabilité et du positionnement des secteurs fonctionnels.

Dans cette partie, il est présenté les différents niveaux liés à la thématique de la sûreté, comme schématisé dans la pyramide ci-contre.

En termes de sûreté, certains choix sont stratégiques et dépendants du contexte local et de l'orientation que le Maître d'ouvrage souhaite donner au site ou au bâtiment.

Cette partie ne donne donc pas des préconisations spécifiques, mais oriente la réflexion et sensibilise sur ce qu'il est possible de faire.

4.7.1 Sûreté - intrusion

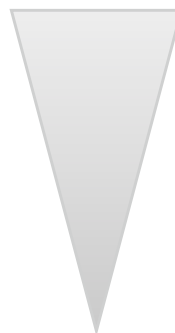
Sécurisation du site

Enceinte extérieure

La clôture ou non d'un site est fonction :

- De la politique de l'établissement et de sa stratégie,
- De l'échelle du site,
- De sa localisation.

Il n'existe pas de généralité concernant ce sujet, chaque université met en place son propre fonctionnement. Cependant, le choix opéré peut avoir des conséquences sur le fonctionnement du site. En dehors de l'obligation de réaliser une étude de sécurité et sûreté publique, les réflexions concernant l'ouverture du campus sur la ville doivent



Site
Bâtiment
Secteurs fonctionnels
Locaux
Équipements
Informations

être menées avec les partenaires locaux.

La sécurisation du site peut passer par :

- La mise en place de grille, dont la hauteur respectera les réglementations locales (PLU),
- La mise en place de solutions passives et paysagères : noues, buissons... Les parkings constituent une zone vulnérable. Les accès véhicules sont sécurisés :
- Par badge ou reconnaissance des plaques d'immatriculation,
- Bornes résistantes et rétractables.

Il convient d'anticiper les modalités d'accès des véhicules visiteurs (interphonie, recueil des plaques minéralogiques en amont...).

Vigipirate

Les sites universitaires sont soumis à la mise en place de la réglementation Vigipirate. En outre, plusieurs circulaires ont été publiées depuis 2015 pour encadrer les consignes de sécurité applicables dans les établissements relevant du MESRI. Le Maître d'ouvrage doit être vigilant à l'évolution de la réglementation et aux moyens à mettre en œuvre pour la mettre en place.

Il apparaît notamment nécessaire d'envi-

sager le fonctionnement du site dans le cas où un filtrage et potentiellement une fouille de l'ensemble des visiteurs est nécessaire (gestion des accès, identification d'une zone permettant la fouille...).

Il est important d'instaurer des moyens de sensibilisation et de formation du personnel et des étudiants concernant la vigilance et la mise en place d'exercices de confinement.

L'INHESJ (L'institut national des hautes études de la sécurité et de la justice) permet de mettre en place des exercices de confinement. Le programme technique de l'opération doit également intégrer les moyens à mettre en œuvre pour avertir les usagers en cas de danger (alarme spécifique, messages vocaux, alerte via application smartphone).

Un espace doit être aménagé en tant que « cellule de crise » et comprend a minima : les plans des bâtiments, une radio à piles et un téléphone filaire. Il ne s'agit pas forcément d'un local spécifique, il peut s'agir d'une salle de réunion avec une armoire sécurisée par exemple.

Filtrage sécuritaire

Sur un campus ouvert, le filtrage sécuritaire est difficile à mettre en place. Il est possible d'engager une société de surveillance qui effectue des rondes ou d'installer des bornes anti intrusions pour les voitures.

Dans tous les cas, on doit trouver sur le site, un poste de sûreté, dans lequel il est prévu :

- Le report de la caméra des entrées (accès logistique),
- Le système de verrouillage et de contrôle des accès.

Occupation des locaux

Une spécificité universitaire pour ce qui concerne la sécurisation des campus est l'occupation des locaux lors de conflits sociaux. Ce point doit faire l'objet d'une analyse de risque spécifique.

Sécurisation des bâtiments

L'étude de programmation et la faisabilité doivent permettre de mettre en évidence les locaux vulnérables. Ces locaux sont de préférence implantés dans les étages. Dans le cas où ça ne sera pas possible, le Maître d'ouvrage doit être vigilant sur leur localisation et le traitement de la façade au niveau de ces espaces (locaux aveugles si l'usage le permet par exemple).

Il est également souhaité la mise en place de dispositifs architecturaux permettant une sécurisation passive des bâtiments.

S'agissant de la vidéo protection, il sera précisé la qualité souhaitée ainsi que, le cas échéant, la durée de stockage des images (ne pas excéder un mois).



Son implantation doit respecter les règles de la CNIL³³ afin de ne pas porter atteinte à la vie privée des personnes filmées.

Au niveau de la protection des ouvrants, il est possible :

- d'utiliser des vitrages anti-effractions. Mais le déploiement de cette solution doit

se faire à bon escient car elle entraîne un surcoût en termes de budget travaux,

- de prévoir des capteurs d'ouverture des fenêtres, reliés à la GTC ou à la GTB.

La mise en place d'un système d'alarme au sein du bâtiment peut être réalisée selon un zonage, permettant de prendre en compte les espaces devant fonctionner en horaires élargis :

- bibliothèque,
- salles de travail,
- laboratoires de recherche : les chercheurs travaillant en horaires décalés sont considérés comme des travailleurs isolés. Ils doivent obligatoirement passer par le PCS pour récupérer un système d'alarme spécifique (DATI / PTI / API).

La mise en place d'une alarme anti intrusion doit être étudiée en termes d'exploitation (société de surveillance, retours au PCS,...). Il faut s'interroger sur la nécessité de l'aménagement d'un logement par nécessité absolue de service (NAS) au sein du bâtiment ou du site.

Il est rappelé que les sorties de secours constituent un point de fragilité majeur du bâtiment. Il faut prévoir un système de contrôle d'ouverture de la porte compatible avec la SSI et / ou une caméra de contrôle. Par ailleurs, le projet peut être soumis, en fonction de sa localisation et de sa nature, à la réalisation d'une étude de sûreté et sécurité publique dans le cadre du permis de construire.

Sécurisation des secteurs fonctionnels et des locaux

Niveaux de sûreté

Afin de faciliter la mise en place du volet

sûreté – sécurité au sein du bâtiment, il est intéressant d'élaborer un tableau de niveaux de sûreté. Ce tableau permettra d'aider le Maître d'ouvrage dans la définition des niveaux de protection et des droits d'accès.

Exemple de hiérarchisation des niveaux de sécurisation :

- Niveau 1 : le site,
- Niveau 2 : les secteurs fonctionnels nécessitant des accès gérés,
- Niveau 3 : les locaux spécifiques nécessitant un accès plus protégé.

Ce même travail peut être élaboré pour les locaux. Les locaux vulnérables, ci-dessous, doivent disposer d'un système de sécurisation :

- Data center,
- Animalerie,
- Stockage des produits chimiques,
- Poste Central de Sécurité.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Le listing des zones sensibles, liées au projet, doit être réalisé en amont, afin de pouvoir identifier leur mode de sécurité associé et d'anticiper leur positionnement dans le site.

Cette réflexion doit être associée à la mise en place de PCA / PRA et de PCI / PRI. Il est nécessaire d'identifier les locaux sensibles et les activités primordiales qui ne doivent pas s'arrêter et être préservées.

Cette réflexion a une incidence sur le

dimensionnement des équipements techniques et donc sur le coût et doit être menée au regard de ces impacts.

Zone à régime restrictif ZRR

Une ZRR est une zone dont l'accès est réglementé et soumis à autorisation dans le cadre d'un potentiel scientifique ou technique national et doit ainsi être protégée.

Ainsi, tout espace concerné, qu'il s'agisse d'un local sensible, d'un étage, d'un laboratoire ou même d'un bâtiment fait l'objet de préconisations particulières, en terme de protection et d'accès. Les zones ZRR sont créées dès lors qu'un risque lié à la captation d'informations ou de savoirs susceptibles d'affaiblir le potentiel scientifique et technique de l'établissement est identifié.

Elles sont créées par arrêté ministériel, s'imposent à l'université et nécessitent des dispositions et équipements de protections spécifiques (formalités d'accès, amplitude horaire, mesure de contrôle interne (badge, caméra,...),...).

Au sein d'une ZRR, seules les personnes autorisées ont le droit d'accéder aux espaces délimités, sous peine de sanction pénale.

Il n'existe pas de normes techniques obligatoires pour protéger une zone à régime restrictive (ZRR). Le dispositif impose seulement que la ZRR soit un espace clos doté, à chacun de ses accès extérieurs, d'une signalétique informant du statut de ZRR et des conséquences pénales auxquelles s'exposent les contrevenants.

Le Maître d'ouvrage devra être vigilant sur les espaces sensibles et susceptibles d'être ou de devenir des zones à régime restrictif, notamment au regard des

programmes de recherche. Le programme devra préciser les exigences techniques liées aux restrictions de ces zones et anticiper les évolutivités éventuelles.

Contrôle d'accès

Les systèmes de contrôles sont les suivants :

- contrôle par zone à privilégier,
- contrôle par clavier à code,
- cartes multi-services : permettant de réunir plusieurs fonctions. Possibilité de créer des cartes provisoires et de paramétrer la carte pour répondre exactement aux besoins des utilisateurs. Ces cartes provisoires peuvent également être attribuées à des visiteurs,
- dans certaines zones spécifiques, il peut être prévu un contrôle d'accès biométrique (iris ou empreinte palmaire),
- contrôle classique par serrure.

Quel que soit le système retenu (badge online, badge offline, clés), il est nécessaire d'anticiper les modalités de gestion des droits.

4.7.2 Sûreté des personnes, des biens et des recherches en cours

Sûreté des personnes

La sûreté des personnes est associée aux thématiques suivantes :

- travailleurs isolés (chercheurs, agents de la DPI) : qui accèdent au bâtiment de jour comme de nuit, un plan de prévention doit être rédigé intégrant une analyse de risques et permettant de prendre les mesures nécessaires à la protection des personnes,

- agressions : il sera prévu un système d'alerte dans la loge du bâtiment. Ce système pourra fermer automatiquement certaines zones du bâtiment (à définir en amont),
- alertes terroristes : mise en place de moyens d'alertes et réalisation d'exercices.

Sûreté des biens

Les équipements en libre-service doivent être protégés par des cadenas ou tout autre système évitant les vols.

Dans les espaces de bibliothèque, un système RFID³⁴ est mis en place pour les ouvrages. Il doit être couplé à des barrières antivol. En conception, le Maître d'œuvre doit être vigilant quant au positionnement de ces barrières par rapport aux ascenseurs et aux sanitaires et ce dès la phase Esquisse.

Sûreté des recherches en cours

Des systèmes d'alarmes spécifiques peuvent être mis en place pour la sécurisation des recherches. Dans ce cas, un report d'alarme est prévu à la fois vers le PCS et vers un portable d'un responsable de laboratoire.

Il peut s'agir des cas suivants :

- surveillance des congélateurs -80°C conservant des échantillons,
- surveillance des animaleries,
- surveillance technique : coupure de courant, installations sur courant secouru limité dans le temps...

4.7.3 Sûreté des informations

En termes de sûreté des informations, il faut également prévoir un tableau de niveau de protection.

D'une manière générale, il est prévu a minima deux réseaux :

- un réseau filaire : pour l'administration,
- un réseau wifi : pour le tout public.

Le réseau wifi doit être performant pour permettre la réalisation d'un nombre de connexions simultanées cohérent avec la fréquentation du site.

Au niveau de la recherche, il peut être prévu un second réseau à destination des entreprises et chercheurs hébergés.

Cette configuration doit être anticipée et le programme adapté pour prévoir :

- un nombre suffisant en prises courant faible,
- un dimensionnement adéquat pour le passage de gaine (fibre),
- un dimensionnement adéquat des locaux techniques.

Une connexion au réseau RENATER (réseau reliant les universités et centre de recherches français) doit être prévue.

Pour une plus grande sécurisation des données, il est également possible de prévoir une double adduction de la fibre optique.

4.7.4 Réseaux GSM et INPT

Il convient de recevoir un signal GSM de la dernière norme en vigueur à tout point du bâtiment.

Par ailleurs, conformément à la réglementation (article MS 71 de sécurité), il convient de garantir la continuité des communica-

³⁴ RFID : Radio Frequency Identification. C'est un système qui assure la traçabilité des ouvrages et facilite la gestion des prêts.

tions radioélectriques des services publics qui concourent aux missions de sécurité civile dans toutes les parties situées en

infrastructure, des établissements du 1^{er} groupe (ERP de 1^{ère} à 4^{ème} catégorie) et des parcs de stationnement couverts.

4.8 Circulations

4.8.1 Circulations horizontales

Le dimensionnement des circulations doit être conforme aux effectifs accueillis et aux exigences de sécurité incendie.

Pour les circuits logistiques, il faut s'assurer que la largeur des circulations permette le croisement des chariots de livraisons (d'une largeur de 90 cm hors tout). Les circulations doivent être protégées en partie basse.

Pour les zones de laboratoires, il pourra être défini un colis type (dimensions et poids) devant pouvoir circuler dans toutes les zones.

Pour des raisons fonctionnelles, il est préconisé que :

- les largeurs des circulations courantes des espaces de bureaux sont de 1.40 mètres,
- les circulations empruntées par les étudiants doivent avoir une largeur minimale de 2 mètres (passage de 3 personnes de front).

La durabilité et la robustesse des sols et portes (en fonction de la fréquentation) seront recherchées.

Les niches pour extincteurs doivent être prévues.

Spécificités - portes de recoupement :

- portes tiercées, avec un vantail de service de 0.90 m mini,
- présence d'un oculus,
- portes asservies (ventouse électroma-

gnétique) à la détection incendie.

- l'éclairage des circulations, y compris paliers et escaliers, fera l'objet d'un circuit autonome. Deux niveaux d'éclairement sont attendus :

o une ambiance générale (200 lux),

o un balisage de sécurité sur circuit indépendant.

Lorsque certaines circulations ouvertes au public présentent des largeurs de passage très importantes, il est conseillé de se saisir de cette opportunité pour aménager des recoins permettant aux étudiants de se regrouper, de travailler, de déjeuner, d'échanger... De nombreuses typologies d'espaces sont envisageables avec un mobilier adapté aux besoins identifiés (cas par cas, définition des usages).

Il faut privilégier au maximum les apports de lumière naturelle dans les circulations, favorisant leur usage, améliorant leur qualité générale et participant aux économies d'énergie.

4.8.2 Circulations verticales

Escaliers

Les escaliers doivent être attractifs, tant sur leur positionnement et leur décoration, afin d'inciter les utilisateurs du bâtiment à les emprunter. Ainsi, le Maître d'œuvre doit travailler leur conception : lumière naturelle, acoustique, signalétique, esthétique, durabilité et maintenance.

Le dimensionnement et le nombre sont

prévus selon le calcul réglementaire code du travail et / ou ERP, selon les entités et en fonction des effectifs prévus.

Ascenseurs

Le MOA définit les conditions d'accessibilité des personnes (hors personnes en situation de handicap) qui peuvent utiliser les ascenseurs de l'établissement. Selon l'effectif à prendre ne compte, dès les études préalables, une étude de flux peut permettre de définir le nombre d'ascenseurs à prévoir dans un projet.

Le Maître d'œuvre doit prévoir autant d'ascenseurs ou de monte-charges qu'il s'avérera strictement nécessaire afin de répondre aux exigences d'accessibilité de l'ensemble des locaux aux personnes en situation de handicap. Ils sont prévus afin de desservir les niveaux et de permettre l'accès de tous les locaux aux PMR ainsi qu'aux transpalettes (papier pour photocopieuse, équipements de laboratoire et de TP, etc.).

Tous les étages doivent être desservis, les sous-sols compris.

- L'alimentation des appareils doit être électrique,
- La machinerie doit être hors zone inondable ou embarquée,
- L'iso-nivelage doit être automatique.

Dans le cas où le sous-sol est accessible au public (ex : parking), les ascenseurs peuvent constituer un point de faiblesse concernant le filtrage des visiteurs. Il convient dans ce cas d'imposer une rupture de charge entre le RDC et les étages ou, à défaut, d'envisager un accès contrôlé aux ascenseurs.

Le projet doit comprendre une réflexion sur la réduction des consommations énergé-

tiques liées au fonctionnement des monte-charges et ascenseurs :

- éclairage performant : LED,
- récupération d'énergie,
- limitation de la perte d'énergie par ventilation de la gaine,
- mise en veille.

Le nombre d'appareils est calculé de manière à limiter le temps d'attente à 30 secondes pour 90% minimum des utilisateurs en période de pointe de montée.

Toutes les cabines seront conçues pour être accessibles aux personnes en situation de handicap.

Les commandes comportent des indications en braille pour malvoyants. Un « bip sonore » doit leur indiquer le sens de la montée ou de la descente.

L'habillage intérieur doit être particulièrement résistant aux dégradations et facilement nettoyable.

Les appareils sont livrés avec dispositif de télémaintenance et la liaison vers le PC de sécurité de l'ascensoriste. Un report d'alarme doit être prévu.

Monte-charges

Les cabines de monte-charges doivent être suffisamment dimensionnées au regard des activités qu'elles desservent et des équipements à transporter.

Une étude de flux logistiques doit être réalisée afin de déterminer les circuits de passage des équipements (livraison, accès au local, évacuation).

Lorsque l'équipement transporté présente une dangerosité particulière, des contraintes complémentaires peuvent être imposées.

Questions à se poser et bonnes pratiques

En cas de restructuration, la fonction monte-charge peut être assurée par un ascenseur existant et dédié à cette fonction.

4.9 VRD et espaces extérieurs

4.9.1 Cheminements et accès

Les flux sur la parcelle ou sur le campus doivent être séparés et sécurisés par typologie d'usagers.

Le point d'accès des livraisons doit être de préférence centralisé sur site. Les parcours vers les entités desservies (restauration, courrier, bibliothèque, reprographie, laboratoires de recherche...) doivent être optimisés et orientés pour limiter la présence de camions sur site. Il est important d'anticiper la nature des véhicules susceptibles de desservir le site afin de prendre en compte les rayons de giration et les gabarits de ces véhicules.

Sur la majorité des sites universitaires, l'essentiel des livraisons est constitué de petits colis en livraison express. Il peut y avoir des contraintes pour les VRD de poids lourds limités à 17 tonnes (rarement de semi-remorques). La programmation devra interroger le rythme et les moyens de livraisons de l'université.

Les cheminements vélos doivent être séparés des voies véhicules, soit via des pistes distinctes soit par bandes cyclables peintes au sol. Les croisements des voies véhicules et vélos/piétons doivent être signalisés au sol (passages piétons, bandes rugueuses, ralentisseurs, etc.). Les voies cyclables doivent être sécurisées depuis l'entrée du site jusqu'aux locaux vélos et aires d'accroches extérieures. Les parcours piétons et cyclistes les plus

importants doivent être matérialisés par un aménagement urbain et paysager abritant des environnements propices à la déambulation, à la rencontre, à la lecture, à la pratique sportive, tout en maintenant un usage fonctionnel.

Une réflexion spécifique avec les services de secours doit également être menée concernant les flux des engins de secours impactant sur le nombre de façades accessibles et la largeur des voiries.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Est-ce que les cheminements piétons du site sont en adéquation avec les parcours des usagers sur site ? Y'a-t-il une continuité entre les points de desserte des transports en commun et les principaux accès de l'université ?

Il est préconisé une étude de flux sur les espaces extérieurs en phase de programmation afin d'intégrer les usages par rapport aux gestes architecturaux. Un travail de concertation avec la ville doit être mené afin de développer des orientations urbaines en accord avec les usages sur le domaine public en lien avec le territoire universitaire.

4.9.2 Aménagements extérieurs

Les espaces de pleine terre doivent être maximisés. Les revêtements perméables doivent être favorisés pour les chemi-

nements et stationnements (stabilisé, parkings végétalisés, etc.).

Il est important de concevoir les espaces extérieurs comme un prolongement des lieux d'enseignement et des lieux de vie.

Les aménagements proposés doivent prendre en considération les éléments suivants :

- L'adaptation à l'environnement végétal et bâti,
- La préservation des grands végétaux et arbres dont l'état phytosanitaire est satisfaisant,
- La préservation du sol existant lorsque celui-ci est de bonne qualité,
- La création de vues remarquables en toutes saisons,
- Une simplification et une lisibilité de jour comme de nuit des cheminements.

Les essences utilisées doivent être locales, adaptées au climat et ne nécessiter que peu ou pas d'arrosage. Elles doivent présenter un potentiel allergène faible.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Comment améliorer la qualité d'usage des espaces extérieurs ? Quels nouveaux usages proposer pour une meilleure appropriation des espaces extérieurs ?

Quelles activités l'université veut-elle développer sur les espaces extérieurs ? Y-a-t-il une volonté de rassembler ces activités entre elles ou bien au contraire de les répartir sur le campus ? Quels aménagements prévoir pour favoriser une qualité paysagère ?

4.9.3 Éclairage extérieur

Une attention particulière doit être portée à l'éclairage extérieur. Il doit être pensé pour renforcer le confort nocturne du campus par un traitement fonctionnel des circulations afin de faciliter l'orientation, tout en affirmant une identité.

L'éclairage extérieur permet de créer une sensation de confort et de sécurité pour les usagers. Il concerne, a minima, les entrées, les accès, les cheminements piétons, les voiries, les zones de stationnement (véhicules et vélos), ainsi que la mise en valeur des façades.

Les luminaires doivent être peu énergivores, de type LED ou à énergie renouvelable. La qualité de la lumière émise doit être adaptée à l'espace éclairé.

Selon son implantation et sa fonction, cet éclairage peut être asservi à la détection de présence ainsi qu'à l'ambiance lumineuse extérieure (cellule crépusculaire), en lien avec la GTC. Celle-ci doit permettre l'extinction complète des bâtiments (sauf éclairage indispensable de sécurité) a minima après 1h du matin.

L'éclairage extérieur doit pouvoir être modulé selon les périodes, par exemple il doit pouvoir être réduit de 20h à 22h, voire éteint sur certaines plages horaires ou périodes de l'année (vacances).

Les luminaires extérieurs sont de préférence directifs vers le bas, pour éviter toute pollution lumineuse. Les éventuels espaces à intérêt écologique du site (espaces végétalisés denses, noues ou bassins, haies arbustives, etc.) ne sont pas éclairés afin de ne pas perturber la biodiversité. La bande spectrale des sources de lumière est adaptée afin de ne pas perturber la biodiversité : privilégier les lumières « jaunes », environ 575 – 585 nm (température de couleur proche de 5000K).

Questions à se poser et bonnes pratiques
Sécurisation du campus : comment est éclairé le campus de nuit, est-ce que les cheminements vers les bâtiments, vers le stationnement sont suffisamment éclairés, larges, visibles ?

Quel est le design de l'éclairage urbain existant ? Quel choix faire pour l'établissement, faut-il se rapprocher de la collectivité si le projet s'inscrit dans un paysage urbain plus large pour garantir une cohérence de site ? L'éclairage public est un des marqueurs de l'identité d'un espace public.

4.9.4 Stationnement

Le dimensionnement du parking doit répondre aux exigences du PLU ou toute autre réglementation urbaine liée au site. Le dimensionnement des places respectera la norme NF-P 91-100.

Dans la mesure du possible, il est préférable de différencier le parking personnel du parking visiteur. Il est également important de penser à la mutualisation des espaces de stationnement, lorsque le site est composé de plusieurs bâtiments.

En outre, afin de faciliter la circulation dans le parking, la signalétique revêt une importance primordiale. Il peut notamment être prévu des dispositifs permettant l'identification des places disponibles.

Une réflexion peut être menée sur les nouveaux types de déplacement et leur intégration dans les projets (covoiturage instantané, bornes électriques).

Il est nécessaire, à l'échelle d'un campus, de faire une étude de flux (transports en communs, pistes cyclables, livraisons,...) afin de dimensionner au mieux le nombre de stationnement véhicules, deux roues motorisés, vélos,... dans le programme.

Selon le nombre de places à prévoir dans le PLU, un pourcentage de places de stationnement doit être conçu de manière à pouvoir accueillir ultérieurement un point

de recharge pour véhicules électriques ou hybrides, disposant d'un système de mesure permettant une facturation individuelle des consommations. Le programme devra anticiper ces nouveaux types de stationnement et prévoir des fourreaux, chemins de câble ou des conduits à installer à partir du tableau général basse tension. Ce tableau est dimensionné de façon à pouvoir alimenter au moins 20% de la totalité des places de stationnement. Cette alimentation doit être prévue dans le bilan de puissance.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Quelle est la contrainte du PLU en termes de stationnement ? Comment limiter le nombre de places de stationnement sur site ? Quelles améliorations pourraient être apportées aux transports en commun existants (implantation des arrêts à moins de 500 mètres, fréquence des passages, tarifs étudiants et personnels...) ? Se rapprocher de la collectivité en charge des déplacements.

Le campus est-il accessible en vélo, quels sont les dénivelés observés ? Y'a-t-il assez d'arceaux à vélo sur le site ? Notamment près des bâtiments les plus utilisés (bibliothèques, amphithéâtres par exemple). Prévoir une relation visuelle entre des locaux occupés (loge, hall) et les espaces de stationnement vélos pour limiter les vols. Existe-t-il des bornes à vélos en libre-service en nombre suffisant ?

Comment sécuriser les vélos sur site ? Faut-il créer des espaces de stationnement fermés et sécurisés ?

Est-il envisageable de valoriser certains espaces de stationnement ? Peut-on louer des places de parking comprenant des installations photovoltaïques générant de l'électricité pour alimenter des bornes électriques ?

4.10 Mobilier

4.10.1 Mobilier intérieur

Le mobilier doit satisfaire aux prescriptions des normes françaises homologuées en vigueur, applicables en Europe et en France et en particulier à celles relatives à la sécurité des personnes (Office Excellence Certifié, classement au feu...), à l'hygiène et à la santé et à la conformité technique.

Le mobilier doit répondre aux spécifications essentielles suivantes :

- **Sécurité** : sécurité physique (stabilité d'un meuble), sécurité électrique (bonne isolation des câbles), sécurité par le choix des matériaux et des produits (comportement au feu par exemple),
- **Durabilité** : durée de vie en rapport avec une utilisation normale,
- **Qualité** : valeur d'usage (appréciation objective de son utilité : pratique, facile

à entretenir, réparable, bien adapté à sa fonction), valeur d'estime (appréciation subjective de la satisfaction qu'il procure : esthétique...), valeur d'intérêt collectif (hygiène, santé, environnement, protection contre le bruit...),

- **Ergonomie** : recherche d'une meilleure harmonie entre la personne, l'environnement et l'outil de travail.

Le mobilier doit répondre aux spécifications d'utilisation suivantes :

- **Confort** : position, acoustique, thermique, visuel,
- **Commodité** : intégration dans l'environnement rendant aisés les déplacements et les aménagements d'installation,
- **Adaptation aux contraintes du milieu ambiant** : température, humidité, pollution.

Le choix du mobilier d'un projet est lié à l'usage des espaces, à l'ambiance et à l'image des lieux. Au-delà des aspects pratiques et sécuritaires, le mobilier est



Mobilier du hall du pôle numérique de Rennes - Université de Bretagne-Loire © EPAURIF

pour un établissement, l'opportunité de communiquer sur son image à travers différents modes d'expression :

- la charte graphique, la mise en valeur du logo, l'image,
- le design des espaces d'accueil,
- l'éclairage, la couleur, les matières,
- les éléments naturels (plantes, arbustes, bois, galets, fontaine...),
- le design des espaces de travail ou de support,
- la signalétique d'information, directionnelle ou d'affectation des locaux...

Dès la phase dossier d'expertise, il est fortement conseillé d'évaluer le coût du premier équipement lié au projet : mobilier, équipement informatique et audiovisuel, signalétique.

Le budget mobilier dépend principalement :

- du renouvellement partiel ou total du parc mobilier,
- de l'ergonomie souhaitée, de la qualité des

matériaux et des mécanismes, du confort et de la pérennité,

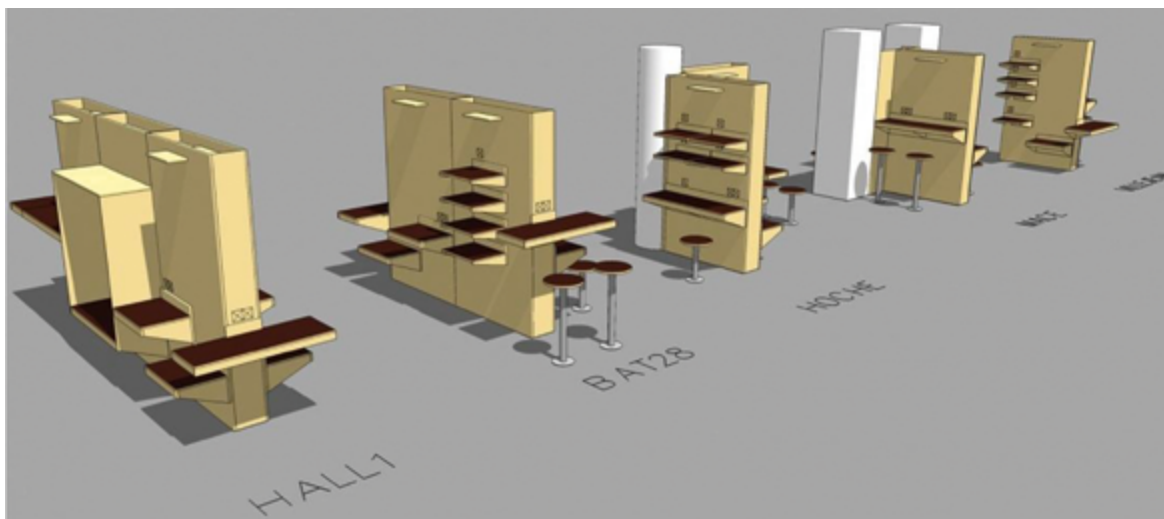
- du niveau de flexibilité des mobiliers pour une reconfiguration aisée selon les modes de travail
- de la gamme de mobilier en termes d'image, de développement durable, de tendance.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Est-il possible de récupérer du mobilier dans le cadre du projet ? Si oui, prévoir de faire un inventaire détaillé de l'existant.

Dans le cas de mobilier neuf, il est nécessaire de s'assurer la pérennité des gammes de mobilier retenues et de constituer un stock de réserve.

Le maître d'œuvre a-t-il une mission spécifique (conception, préconisation) concernant l'assistance au choix du mobilier ? Cette compétence peut être spécifiquement demandée et la mission devra être intégrée dans l'estimation de l'opération le cas échéant.



Agence Elomax - modèles de mobilier créés pour l'Université Rennes 1



Quartier des facultés – Université d'Aix-Marseille © Christophe Bienvenu

4.10.2 Mobilier extérieur

Tout comme le choix du mobilier intérieur, le mobilier extérieur doit répondre à différents usages et s'adapter à la typologie des lieux. Sa particularité est de ne pas être mobile, mais fixé au sol.

Le mobilier extérieur accompagne le projet urbain et paysager mais également de manière plus ciblée un projet de bâtiment. Il participe à l'image et à l'identité d'un quartier, d'un campus et peut donc également concourir au parti architectural d'un édifice.

Il peut être envisageable de créer une charte de mobilier urbain, notamment lorsqu'on se situe à l'échelle d'un campus : réalisation d'un état des lieux de l'existant, recensement des différentes lignes et modèles, repérage des points forts et des points faibles de chaque mobilier.

La rédaction d'une charte de mobilier urbain permet ainsi de formaliser une vision à long terme, de mettre en œuvre un paysage urbain identitaire et cohérent, de mettre en cohérence l'agencement des espaces publics et de leurs usages.

Les principaux usages du mobilier extérieur d'un campus sont les suivants :

- s'asseoir, échanger, travailler seul, en petit groupe : bancs, sièges côte à côte, tables ...,
- attendre, s'adosser : mobilier « assis debout »,
- se reposer, dormir : bancs inclinables, transats,
- s'orienter : signalétique de site,
- gérer les déchets : corbeille, cendrier,

- faire du sport,
- se connecter (extension à l'extérieur du réseau wifi),
- éclairer et sécuriser,
- stationner.

Il est fréquent d'observer un détournement des usages du mobilier extérieur (assise sur dossier, skate, stationnement de vélo, déplacement des mobiliers,...).

Le mobilier extérieur doit être robuste, anti tag, dans la mesure du possible fixe et doit être aménagé de manière à éviter le « squat ».

Questions à se poser et bonnes pratiques

Une recherche de cohérence doit être réalisée entre le mobilier extérieur universitaire et le mobilier urbain de la collectivité. Un rapprochement avec les services de la collectivité peut être envisagé dans ce but.

Il peut être envisagé, selon les sites, un travail avec des étudiants plasticiens ou des artistes en résidence sur du mobilier éphémère.

Le 1% artistique³⁵ d'un projet pourra être destiné à la conception d'une partie du mobilier urbain pour ainsi associer art et usage.

4.11 Signalétique

La signalétique doit faire l'objet d'une étude spécifique, en cohérence globale avec le projet architectural et la signalétique existante (charte graphique de l'université, signalétique de campus...). Pour un repérage optimal par tous, la signalétique doit notamment permettre à une personne non francophone de se repérer, entre autres dans les espaces non bâtis, et doit faciliter leur compréhension et leur orientation.

L'ensemble de la signalétique de sécurité ainsi que celle nécessaire à l'identification des locaux et à l'orientation à l'intérieur des bâtiments est de préférence à intégrer au coût d'opération. En particulier :

- au niveau de l'accueil ou des entrées des bâtiments, la localisation des différentes fonctions doit être clairement affichée,
- à chaque niveau et à chaque palier, des

informations permettant de s'orienter par rapport à l'espace recherché doivent être indiquées,

- la numérotation de toutes les portes des locaux (N° site / N° bâtiment / N° étage / N° de local).

La signalétique doit s'intégrer au projet d'ensemble, par son esthétique. Elle doit être bien perceptible et facilement lisible avec une hiérarchisation adaptée des différents types d'informations.

Il est préférable de prévoir un dispositif démontable et modifiable suivant des principes simples et économiques afin de permettre d'adapter la signalétique aux modifications qui pourraient intervenir ultérieurement dans la localisation des fonctions et l'affectation des locaux. Le choix du dispositif devra être résistant et pérenne.

35 1% du budget des travaux HT permet de financer une œuvre d'art contemporaine intégrée au projet architectural. (Décret n°2002-677 du 29 avril 2002 relatif à l'obligation de décoration des constructions publiques et précisant les conditions de passation des marchés ayant pour objet de satisfaire à cette obligation)

La signalétique doit être partagée avec le service de l'université (Service du Patrimoine, Responsable Unique de Sécurité,...) afin de faciliter notamment la gestion informatique des données patrimoniales. Elle devra en tout état de cause s'adresser à tous les publics dont les personnes en situation de handicap. (cf. paragraphe

Accessibilité).

Questions à se poser et bonnes pratiques
Le maître d'œuvre aura-t-il une mission spécifique (conception, préconisation) concernant l'assistance au choix de la signalétique ? Selon le niveau attendu de la mission, celle-ci devra apparaître clairement dans l'estimation de l'opération.

4.12 Démarche BIM

Le maître d'ouvrage doit s'interroger au plus tôt sur la mise en place d'une démarche BIM³⁶.

Dès lors qu'aura été identifiée la volonté de mener l'opération en BIM, le MOA devra fournir avec le programme technique détaillé de l'opération :

- Un cahier des charges BIM qui formalisera les exigences du maître d'ouvrage et le protocole BIM mis en place,
- La nomenclature BIM précisant les caractéristiques de la maquette numérique.

4.12.1 Définition

Le BIM (Building Information Modeling / Management) est un processus de travail collaboratif autour d'une maquette numérique d'un bâtiment.

La maquette numérique est un modèle 3D constitué d'un ensemble de composants (murs, portes, gaines, installations techniques...) auquel peuvent être associées des informations techniques. Chaque acteur du projet, renseigne et utilise cette maquette, et en tire les informations dont il a besoin pour son métier. En retour, il alimente la maquette de nouvelles informations pour aboutir au final à un objet virtuel renseigné (Building Information Model), représentatif de la construction, de ses caractéristiques géométriques et des propriétés de comportement.

4.12.2 Objectifs du BIM

Le développement du BIM est une tendance lourde du secteur du bâtiment impulsée politiquement par l'Etat et par les majors du bâtiment. Par une meilleure maîtrise de l'ouvrage, l'essor du BIM laisse entrevoir des gains potentiels significatifs, tant en matière de productivité (réduction des délais, des coûts, maîtrise des aléas) que d'amélioration de la qualité des projets.

En phase de conception et de travaux, l'usage d'une maquette numérique partagée vise à améliorer l'interface entre les différents intervenants (MOE, bureaux d'études, entreprises travaux,...). Il s'agit notamment de mieux intégrer et simuler en amont l'ensemble des contraintes techniques permettant ainsi de réduire les aléas et les risques en phase chantier et également d'anticiper les contraintes liées à la maintenance future.

En phase d'exploitation du bâtiment, la maquette numérique facilite l'accès aux informations nécessaires à la maintenance et les outils de représentation 3D permettent de mieux visualiser les contraintes d'intervention.

Cet outil numérique 3D permet de faciliter la compréhension et rend la communication plus aisée auprès des acteurs extérieurs notamment. Il peut ainsi contribuer à améliorer le pilotage d'un projet et

³⁶ Cf. annexes : cahier des bonnes pratiques et charte BIM pour les projets de l'ESR

en favoriser les prises de décisions.

4.12.3 Enjeux spécifiques à la démarche BIM

L'usage du BIM implique une révision des façons de travailler durant le cycle de vie d'un ouvrage. L'élaboration, la visualisation, l'annotation et l'évaluation des maquettes numériques sont désormais des étapes à considérer dans ce processus collaboratif multi-acteurs. Ces nouvelles méthodes de travail qu'implique la maquette numérique invitent à adapter le processus général extrait de la loi MOP, que ce soit en termes de livrables que de relations professionnelles entre les acteurs de la construction.

Le maître d'ouvrage doit ainsi formaliser ses exigences tant sur le contenu de la maquette que sur les modalités d'organisation. Ce document cadre appelé « cahier des charges BIM » constitue le document de référence à partir duquel le processus BIM sera amorcé.

Les enjeux en matière d'organisation portent notamment sur :

- la gestion des droits et des responsabilités à formaliser dans le contenu des cahiers des charges des différents intervenants. La donnée doit appartenir au propriétaire de l'immeuble et être accessible quel que soit le créateur de la donnée ;
- la création d'une fonction de gestionnaire de base de données et de contrôle des données (BIM manager) ;

Le second enjeu repose sur les informations contenues dans la maquette (charte BIM) :

- organisation, structuration des données et choix technologiques permettant de garantir l'inter-opérationnalité du modèle entre les intervenants ;

- nature et précision des informations en fonction de l'usage attendu de la maquette par le MOA à chacune des phases du projet. Ces informations ont vocation à s'affiner progressivement au fur et à mesure du projet.

4.12.4 Mise en place du BIM dès la phase de programmation

Le BIM nécessite l'utilisation de moyens et de compétences spécifiques au sein de la maîtrise d'ouvrage et des équipes de conception. Les exigences sur l'équipe de conception doivent pouvoir être fixées au préalable et au plus tard dans le dossier de consultation des concepteurs.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Ces sujets doivent donc avoir été pensés par le maître d'ouvrage en amont. Il est recommandé de formaliser ces objectifs dans le cadre d'un « cahier des charges BIM » dès le stade de la programmation.

A noter qu'en l'absence de demande explicite de la maîtrise d'ouvrage, il est possible que la MOE ou l'entreprise en charge des travaux produise une maquette BIM pour leur propre besoin. La récupération de cette maquette à posteriori par la MOA devra alors faire l'objet de négociations financières. Cette maquette étant conçue pour le suivi des travaux, son organisation et son contenu ne seront pas forcément adaptés aux usages futurs de l'université.

Quel impact sur le coût d'une opération ?

La démarche BIM peut entraîner une plus-value liée à l'investissement nécessaire pour développer et travailler selon

ces modalités. Toutefois ces coûts tendent à se réduire avec la généralisation de ce processus. De plus, les premiers retours d'expérience démontrent que le BIM permet une réelle amélioration dans la maîtrise du projet, notamment en ce qui concerne les budgets prévisionnels et les délais. Le BIM apporte également une très forte valeur ajoutée sur la qualité des informations et leur appropriation, notamment en phase d'exploitation, ce qui a un impact positif sur le cycle de vie du bâtiment. In fine, les gains et les bénéfices sont à terme supérieurs au surcoût initial.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Au stade de calibrage, il n'est pas nécessaire de prévoir de surcoût lié au passage d'une opération en BIM.

Par contre, il est important de porter une attention sur le niveau de détail et la qualité des informations exigés à chaque phase du projet en ciblant par exemple les espaces ou les sujets techniques les plus sensibles. Des exigences trop importantes peuvent au contraire induire des surcoûts.

4.12.5 Développement d'une stratégie BIM à l'échelle de l'établissement

Les gains du BIM sont notamment attendus en phase d'exploitation-maintenance. Le développement d'une stratégie BIM au sein d'un établissement doit s'inscrire dans une réflexion sur l'organisation du pilotage et du suivi de sa politique patrimoniale en cohérence avec son système d'information patrimoniale.

Questions à se poser et bonnes pratiques
L'élaboration « d'une charte BIM » doit permettre de formaliser alors ses attentes

à la fois pour le pilotage d'un projet en BIM et ses besoins en phase d'exploitation-maintenance. Cette charte a vocation à homogénéiser l'usage du BIM à l'occasion de futures opérations immobilières et également à guider la numérisation et la modélisation de maquettes BIM sur du patrimoine existant.

La réflexion devra également être portée sur l'usage du BIM pour les équipes internes de l'université à la fois en termes de formation et d'organisation (choix technologique, usage du BIM, impact sur les contrats de maintenance...).

4.12.6 Pour aller plus loin

Un guide des bonnes pratiques BIM, établi conjointement par le CSTB et l'Etablissement Public d'Aménagement Universitaire de la Région Ile-de-France (EPAURIF) pour ses projets, est joint en annexe. Il apporte un éclairage face aux questionnements opérationnels du BIM, présente les utilisations possibles et définit l'organisation à envisager au cours des différentes phases.

Questions à se poser et bonnes pratiques

Une charte BIM type pour les projets de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche est proposée en annexe. Elle peut servir de base à l'élaboration d'une charte BIM spécifique au projet.

5

EXIGENCES QUALITATIVES ET TECHNIQUES DES SECTEURS FONCTIONNELS

5.1	Enseignement théorique	105
5.1.1	Définition	105
5.1.2	Caractéristiques techniques	105
5.1.3	Questions à se poser	106
5.2	Enseignement pratique	106
5.2.1	Définition	106
5.2.2	Caractéristiques techniques	106
5.2.3	Questions à se poser	107
5.3	Documentation	108
5.3.1	Définition	108
5.3.2	Caractéristiques techniques	108
5.3.3	Questions à se poser	109
5.4	Bureaux et locaux administratifs	109
5.4.1	Définition	109
5.4.2	Caractéristiques techniques	109
5.4.3	Questions à se poser	110
5.5	Travail en autonomie	111
5.5.1	Définition	111
5.5.2	Caractéristiques techniques	111
5.5.3	Questions à se poser	111
5.6	Équipements spécifiques de recherche et plateformes	112
5.6.1	Définition	112
5.6.1	Caractéristiques techniques	112
5.6.3	Questions à se poser	114

5

EXIGENCES QUALITATIVES ET TECHNIQUES DES SECTEURS FONCTIONNELS

5.7	Rencontres échanges détente	114
5.7.1	Définition	114
5.7.2	Caractéristiques techniques	114
5.7.3	Questions à se poser	114
5.8	Sport	115
5.8.1	Définition	115
5.8.2	Caractéristiques techniques	115
5.8.3	Questions à se poser	115
5.9	Fabrication montage	116
5.9.1	Définition	116
5.9.2	Caractéristiques techniques	116
5.9.3	Questions à se poser	116
5.10	Collation restauration	116
5.10.1	Définition	116
5.10.2	Caractéristiques techniques	116
5.10.3	Questions à se poser	117
5.11	Accueil	118
5.11.1	Définition	118
5.11.2	Caractéristiques techniques	118
5.11.3	Questions à se poser	118
5.12	Commodités	119
5.12.1	Définition	119
5.12.2	Caractéristiques techniques	119
5.12.3	Questions à se poser	119

5

EXIGENCES QUALITATIVES ET TECHNIQUES DES SECTEURS FONCTIONNELS

5.13	Exploitation du bâtiment	120
5.13.1	Définition	120
5.13.2	Caractéristiques techniques	120
5.13.3	Questions à se poser	120
5.14	Soutien technique	121
5.14.1	Définition	121
5.14.2	Caractéristiques techniques	121
5.14.2	Questions à se poser	121
5.15	Médico-social	121
5.15.1	Définition	121
5.15.2	Caractéristiques techniques	121
5.15.3	Questions à se poser	122
5.16	Volume brut	122
5.16.1	Définition	122
5.16.2	Caractéristiques techniques	122
5.16.3	Questions à se poser	122

5

EXIGENCES QUALITATIVES ET TECHNIQUES DES SECTEURS FONCTIONNELS

Dans cette partie, les grandes exigences techniques sont présentées par secteurs fonctionnels. Il s'agit ici de formaliser les éléments techniques propres à chaque

secteur puis d'alerter le lecteur sur les questions à se poser et les bonnes pratiques selon les spécificités du secteur et des locaux qui le composent.

5.1 Enseignement théorique

5.1.1 Définition

Tout espace de transmission de connaissances théoriques d'un enseignant aux étudiants, quelle que soit la pédagogie, traditionnelle ou innovante.

5.1.2 Caractéristiques techniques

Tout poteau de structure implanté à l'intérieur des locaux est proscrit (gêne visuelle pour les étudiants suivant un cours).

Les salles d'enseignement sont à considérer comme des locaux à forte sensibilité acoustique. L'attention des concepteurs doit être portée sur le traitement acoustique de ces espaces et en particulier pour les grands volumes.

L'enjeu acoustique dans une salle d'enseignement est la clarté de la parole aussi

bien de l'enseignant que des étudiants. Certains matériaux absorbants, panneaux acoustiques peuvent être implantés au plafond, sur les murs.

Le choix du contrôle d'accès doit être pensé en accord avec la possibilité d'utiliser les salles en dehors des cours.

Les principaux équipements des salles d'enseignement sont les suivants :

- équipements en tableaux / écrans connectés,
- écrans et équipements de projection,
- équipements de diffusion de l'information,
- sonorisation des espaces,
- connectiques depuis les sièges des auditeurs.



Salle de télé-présence immersive - Pôle Numérique de Rennes - Université de Bretagne-Loire © EPAURIF

5.1.3 Questions à se poser

Points spécifiques aux amphithéâtres :

- Quel est le type de mobilier à mettre en place : table filante, tablette individuelle (utilisable par les droitiers et les gauchers), niveau de confort de l'assise. Est-ce que l'amphithéâtre accueillera d'autres types de manifestations (conférence, congrès, représentations, ...) ou servira uniquement à des cours ? Faut-il prévoir l'intégration de prises électriques et dans quelle proportion (fréquence d'implantation selon usages : 1 par place pour les conférences, 1 pour 3 places sinon) ? Faut-il prévoir un quota de places pour les personnes de plus forte corpulence ?
- En cas de modularité, de cloisonnement mobile : il faut garantir l'indépendance des

sous-espaces, les évacuations et la duplication du mobilier du conférencier.

- Faut-il implanter une régie ? Si oui, est-elle susceptible d'accueillir une cabine de traduction ?

Points spécifiques aux enseignements innovants :

- Les revêtements de sol doivent être résistants aux déplacements fréquents,
- Le mobilier doit être adapté aux reconfigurations d'espaces : mobilier pliant, mobile ou roulant,
- Quels sont les équipements prévus ? Il faut prévoir les besoins en prises électriques et réseau adaptés en adéquation avec l'usage et la fréquentation prévus.

5.2 Enseignement pratique

5.2.1 Définition

Tout espace de transmission et approfondissement de connaissances par un enseignant par le biais de travaux pratiques nécessitant des équipements spéciaux mais également des organisations de l'espace modulables

5.2.2 Caractéristiques techniques

Les typologies d'espace du secteur enseignement pratique dépendent directement du type d'enseignement qui y sera dispensé. Ainsi, le porteur de projet doit identifier avec précisions les usages futurs du local afin de pouvoir rédiger les spécificités techniques des lots :

- second-œuvre (sol et plafond),
- fluides et réseaux,
- structure en fonction des charges

d'exploitation,

- mobiliers (paillasse ou non).

En fonction de l'organisation du service de Travaux Pratiques (sciences expérimentales) ou du service d'enseignement (langues, informatique, audiovisuel, artistique), les salles de TP sont plus ou moins dédiées à un usage unique. Si les salles sont destinées à accueillir plusieurs usages de façon à mutualiser les fonctions et les espaces, elles doivent être modulaires (surfaces de projection sur plusieurs pans de mur, mobilier escamotable, roulant, 1 poste maître à chaque extrémité de la salle, par ex.).

En sciences expérimentales, les manipulations menées en salles de TP dépendent d'activités, réalisées dans des salles annexes, indispensables au fonctionnement de l'activité : stockage (des appareils de mesure, réactifs, matériel à observer...),

préparation (des solutions, du matériel à observer), laverie ou autre pièce technique (salle de pesée ou de manipulation de produits dangereux). Aux deux extrêmes, les salles de TP banalisées peuvent être « vides » : ne comprenant que des paillasses, des sièges de laboratoire adaptés à l'activité et à la prévention de ses risques ou « pleines » d'appareils, de matériel, de consommables et de produits.

En enseignement arts plastiques, les locaux doivent rester bruts. Les sols et les murs doivent être de couleur neutre. En effet, l'objet est pour les étudiants de faire abstraction de l'environnement pour se centrer sur leur production. Le local doit comprendre au minimum deux murs aveugles.

Des points d'eau avec paillasses dotés de larges bacs doivent être prévus.

La hauteur sous plafonds doit être de 3 mètres minimum. Ceci doit permettre de suspendre en différents points des travaux de grandes dimensions ou en volume. La salle doit être équipée de panneaux permettant de fixer des supports sur le mur et de systèmes d'accrochage pour des travaux en volume.

La salle dispose d'un éclairage artificiel de qualité permettant le travail, quelles que soient les conditions extérieures. L'occlusion totale et partielle est prévue pour permettre la projection de documents.

Si l'on prévoit des cours de dessin avec modèles, le confort thermique du local devra pouvoir être contrôlable et modulable par les utilisateurs.

5.2.3 Questions à se poser

La salle de TP doit-elle être munie de paillasses? Dans ce cas, les paillasses sont-elles centrales ou périphériques dans la salle ? Selon la configuration, les choix

techniques pour la distribution des réseaux ont un impact fort sur la conception.

La salle de TP doit-elle être munie de sorbonnes, d'autres équipements de sécurité ? Doit-elle être climatisée ? Occultable ? Accueille-t-elle des équipements à fort dégagement calorifique ?

S'agissant des sorbonnes, peut-on mutualiser leurs conduits d'extraction ? Quel est le coefficient de foisonnement d'usage à retenir pour les sorbonnes ? Dans un objectif d'économie d'énergie, il est conseillé d'étudier l'asservissement des guillottes à la présence et les modalités de récupération de la chaleur sur l'air extrait.

Quels équipements statiques sont nécessaires aux expérimentations ? Les branchements doivent être prévus en conséquence dans le programme.

Contient-elle des appareils ou mobiliers spécifiques ? Quels espaces de rangement pour ces appareils envisage-t-on ? Peut-on mutualiser avec ceux d'autres TP ? En cas de restructuration,

- les paillasses sont-elles à remplacer ?
- quels sont les fluides existants et quel est l'état des réseaux ?

Dans tous les cas, il faut déterminer ou définir :

- le nombre de mètres linéaires de paillasses nécessaires par étudiant en tenant compte :
 - o des capacités (minimum et maximum) souhaitées des salles de TP (taille du/des groupe/s de TP accueilli/s),
 - o des modes de manipulation des étudiants : seul ou en binôme,
 - o de l'encombrement des paillasses par le matériel et de l'encombrement au sol par

les rangements et équipements (meubles sous-paillasse, armoires de produits chimiques, réfrigérateurs),

o de la manière de travailler : stationnaire ou mobile,

- les accès dédiés ou mutualisés aux fluides nécessaires à un poste de manipu-

lation (eau, électricité, réseau courant faible, fluides spéciaux),

- l'accès dédié ou mutualisé au stockage, aux espaces spécialisés, ...

Une marge pour l'évolution de l'usage dû aux changements de pratiques pédagogiques est souhaitable.

5.3 Documentation

Certains extraits de ce chapitre sont tirés du guide « Bibliothèques universitaires, Learning centres - guide pour un projet de construction » du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche - juin 2012. Sa lecture exhaustive est fortement conseillée dans le cas d'un projet de documentation, de bibliothèque universitaire ou de Learning centre.

5.3.1 Définition

Tout espace de consultation, de mise à disposition, de gestion et d'entretien des ressources documentaires (informatiques et ouvrages).

5.3.2 Caractéristiques techniques

Le confort thermique doit être assuré tant en période hivernale qu'en période estivale (allongement des périodes d'ouverture des espaces universitaires et en particulier des bibliothèques, fonctionnement assuré quasi en continu).

Les objectifs de confort hygrothermique doivent concilier :

- la maîtrise des conditions climatiques, dans des volumes souvent vastes et hauts de plafond, souvent largement vitrés, grâce à une bonne isolation thermique, l'emploi de produits verriers adaptés, l'intégration de dispositifs de protection solaire (résistants au vent et faciles d'entretien),

- l'évacuation de la chaleur fournie, notamment par les postes informatiques et par la forte densité d'occupation,

- le confort acoustique qui impose de contrôler le bruit des systèmes de ventilation,

- les impératifs de communication de certaines collections dans des conditions particulières.

Concernant l'éclairage naturel, il convient d'éviter le rayonnement solaire direct en particulier sur les collections, les plans de travail et les ordinateurs pour éviter la surchauffe, l'éblouissement et les réflexions lumineuses. Selon l'orientation des façades, les vitrages doivent être munis de pare-soleils ou stores.

Concernant le confort acoustique des lieux, une partie de la problématique inhérente à la répartition des locaux les uns par rapport aux autres est directement liée à la programmation fonctionnelle (zonage des activités). Dans ce cadre, les salles de consultation sont à considérer comme des locaux à forte sensibilité acoustique. Sur les aspects techniques, l'attention doit être portée sur :

- la maîtrise des bruits d'équipement par l'adoption de solutions techniques appropriées (choix des appareils de chauffage et ventilation, dimensionnement des

gainages et bouches de soufflage, utilisation de silencieux, mise en place de colliers anti-vibratiles...),

- le positionnement et l'isolation des parois des locaux générateurs de bruits (salles de travail collectif, salles de réunion, local pour photocopieurs, sanitaires, locaux techniques, ascenseurs...),

- le traitement acoustique interne des locaux : mise en place de matériaux absorbants (et/ou diffusants) sur les parois des locaux, en fonction de la durée de réverbération visée,

- la mise en place de revêtements de sols absorbants (bruits de pas, déplacement des chaises, roulement des chariots). Les sols pourront comporter des sous-couches résilientes adaptées aux performances requises, tant de réduction des bruits de choc que de résistance au poinçonnement et aux rayures.

Dans le cadre d'une démarche vertueuse et notamment d'une certification HQE, le confort acoustique, le confort visuel et le confort thermique doivent être classés en cibles performantes.

5.3.3 Questions à se poser

- Comment l'accueil et la circulation du

5.4 Bureaux et locaux administratifs

5.4.1 Définition

Tout espace de travail intellectuel (recherche, administration, gestion, ...) et locaux annexes nécessaires à ce travail.

5.4.2 Caractéristiques techniques

Les espaces de bureaux sans accueil du public relèvent du code du travail.

public dans le bâtiment sont-ils physiquement organisés (points d'accueil et positionnement physique du personnel, axes de circulations principaux des publics) ?

- Quel type de sécurisation des ouvrages est retenu par les bibliothécaires ?

- Quel type de borne de prêt, quelles bornes antivols doivent être installées ?

- Prévoit-on des bornes de prêt, des photocopieurs répartis dans l'espace (branchements à prévoir en fonction) ?

- Comment se fait la distribution électrique des tables de travail ? Y-a-t-il des prises de courant au sol. Y-a-t-il du mobilier fixe ou mobile ?

- Quelles sont les horaires de fonctionnement de cet espace ? Dans le cas d'horaires élargis, il est nécessaire d'en tenir compte pour le positionnement des accès.

- Quelle est la part d'ouvrages devant être en libre accès ? Quelle est la part d'ouvrages pouvant être placés dans des rayonnages denses (type compactus) ?

- Une aire de livraison est-elle nécessaire ? Pour quels types de véhicules ? Pour quels types, poids et dimensions de marchandises ?

Cependant dans certains cas, lorsqu'un bâtiment accueille majoritairement des locaux ERP, l'ensemble immobilier est classé en ERP.

S'il est envisagé l'évolutivité des espaces de travail, plusieurs orientations sont à prendre en compte :

- régularité de la trame de bureau permettant de configurer bureau individuel, partagé et open-space,



Espaces mis à disposition des étudiants - CentraleSupélec © EPAURIF

- implantation de cloisons démontables permettant une bonne isolation phonique,

Pour garantir un confort acoustique à la zone de bureaux, il est préconisé :

- un plafond acoustique absorbant,
- un sol recouvert de moquette antistatique,
- de sortir du local les équipements bruyants et notamment le copieur.

Il est souvent préconisé un module composé 3PC + 2RJ45 par poste de travail permettant la connectique VDI.

5.4.3 Questions à se poser

Quel est l'impact des nouveaux modes de travail sur l'organisation de l'établissement ? Est-ce que le télétravail est pratiqué ? Concernant les enseignants chercheurs, font-ils leur recherche sur leur site d'enseignement ? Est-il envisageable de rationaliser les surfaces de bureaux ? Faut-il créer des espaces de type co-working pour les personnes travaillant occasionnellement sur site ? Comment câbler en conséquence ?

En cas de bureaux collectifs, voire paysagers : comment limiter le bruit et permettre une certaine intimité ?

Une réflexion doit être menée en amont sur le contrôle d'accès des espaces : par secteur ou par bureau ? Quel type ?

5.5 Travail en autonomie

5.5.1 Définition

Surfaces mises à disposition des étudiants pour toute activité d'apprentissage individuel ou en groupe sans la présence d'un enseignant.

5.5.2 Caractéristiques techniques

Les espaces de ce secteur sont libres d'utilisation pour les étudiants. Leurs principales caractéristiques sont les suivantes :

- larges plages d'ouverture,
- libre utilisation, autogestion des étudiants,
- agencement des mobiliers selon les besoins (travail individuel ou de groupe).

Lorsque ces locaux sont inclus dans un ensemble fonctionnel précis (hall, circulation, bibliothèque), leur traitement sera de préférence équivalent à la zone en question (cohérence dans le choix des revêtements de sol, mur, plafonds, charges au sol, contrôle d'accès etc.).

Le traitement acoustique des espaces doit

être pensé selon leur usage : garantir un confort acoustique dans le local et éviter toute nuisance pour les locaux voisins.

Une attention particulière est à apporter à l'alimentation de ces espaces en prises courants forts et faibles. En termes de courants faibles, la couverture wifi est la prestation minimale à prévoir.

Le choix du mobilier est pour ces espaces déterminant : modularité, maniabilité, confort, robustesse, design... Ce choix doit être stabilisé lors des études de conception.

5.5.3 Questions à se poser

Y'a-t-il un besoin de modularité dans les salles de travail ? Mobilité des cloisons, mobilier facilement déplaçable et reconfigurable ?

Quel mode de réservation est prévu pour l'utilisation des salles de travail ? Peuvent-elles être accessibles hors horaires d'ouverture du campus ? Le cas échéant quel système de réservation est mis en place ?

5.6 Équipements spécifiques de recherche et plateformes

5.6.1 Définition

Locaux spécialisés et dédiés à des activités de recherche.

5.6.2 Caractéristiques techniques

Les configurations techniques et aménagements des espaces doivent répondre aux besoins spécifiques des laboratoires de recherche. La diversité des thèmes de recherche et des besoins induits en matière de locaux rend difficile toute approche générale.

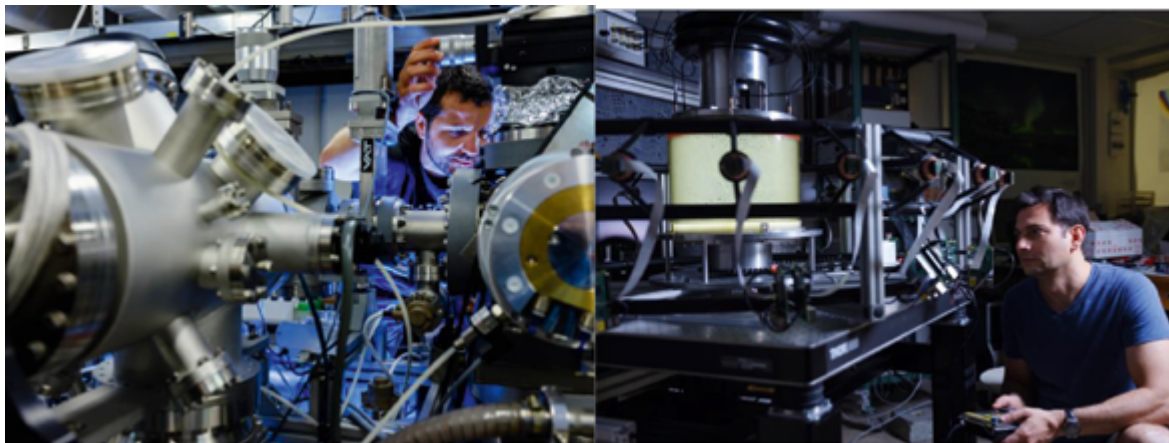
Les typologies d'espaces accueillant des activités de recherche sont très diverses allant d'un bureau simple (SHS, lettres, droit, langues, informatique, mathématiques), en passant par le laboratoire muni de paillasse sèches pour la physique, au laboratoire confiné permettant la manipulation d'agents pathogènes présentant des risques pour l'homme ou pour l'environnement, jusqu'à une animalerie. Chacun de ces espaces présente des caractéristiques architecturales et techniques propres et doit être conforme à la réglementation en cours. Pour tout projet concernant des locaux de recherche, le préalable est la visite de locaux similaires afin d'intégrer l'ensemble des contraintes techniques à

prendre en compte.

En termes de structure, la spécificité des espaces de recherche est la présence possible d'équipements lourds dont la masse peut être supérieure aux prescriptions générales. Ainsi, les charges d'exploitation des dalles doivent être calculées en fonction de ces équipements à la fois pour le local mais également pour les circulations menant à ce local.

Lors de la conception de locaux accueillant de gros équipements, l'attention des concepteurs est donc attirée sur le dimensionnement des accès au local pour installation et remplacement des équipements (largeur des circulations, résistance structurelle des circulations pour installation et remplacement des équipements, gabarit des portes, façades démontables ou amovibles).

La hauteur sous plafond des locaux est pour certains locaux de recherche supérieure aux prescriptions générales. Ainsi selon la topologie de recherche et d'équipement accueilli dans le local, la hauteur sous plafond des espaces d'expérimentation doit être indiquée au programme. Le programme précisera également les dimensions et la hauteur des passages de portes.



Laboratoire de recherche - Université de Lyon © Nicolas Robin

Certaines expérimentations peuvent imposer des dispositifs anti-vibratiles pour éviter des propagations via la structure, des mesures compensatoires neutralisant les ondes électromagnétiques. Certaines expériences ne peuvent être placées les unes à côté des autres (microscope électronique et appareils émetteurs d'ondes magnétiques, par ex.).

Au regard de la nature des laboratoires (notamment dans le cas de Zone à Régime Restrictif), il convient de préciser les modalités d'accès aux laboratoires.

En termes immobiliers, selon l'activité de recherche, les impacts techniques concernant la configuration des locaux sont notamment les suivants :

- couloirs d'accès larges, charges au sol égales à celles des locaux desservis,
- contrôle d'accès du laboratoire voire d'une partie de laboratoire,
- implantation d'un sas d'accès pouvant intégrer un vestiaire, selon le niveau de confinement, permettant de gérer la surpression ou dépression des laboratoires par rapport aux autres locaux,
- type de surfaces de sols et murs (lessivable, décontaminable, résistant aux abrasions),
- réseau de distribution de fluides spéciaux de type eau déminéralisée ou autre, air comprimé, vide, gaz, eau glacée, ...
- réseau de récupération de fluide (hélium),
- implantation de plateforme extérieure de production centralisée ou de stockage de bouteilles de gaz pour dioxyde de carbone (CO₂), Hélium, Azote (N₂) ...
- extraction par des sorbonnes, hottes, boas, passage des gaines d'extraction jusqu'en toiture (et implantation des prises et rejets d'air en tenant compte des vents dominants),

- équipements sanitaires (évier, évier à solvants, commande à pédale, sur détection ou manuelle),

- équipement de sécurité : douches de sécurité, rince œil, seuil de rétention, détecteur d'anoxie, extraction forcée d'urgence, local ATEX, ...

- typologie et revêtement des paillasses adaptés à l'activité de recherche, bandeau de distribution, et des mobiliers de rangement (réhausse, meubles sous-paillasse),

- occultation totale ou local aveugle (exemple : optique),

- installation d'un circuit-mesure,

- système de refroidissement des équipements électriques ou de l'air,

- réseau de collecte et de traitement des effluents des laboratoires,

- déchets générés par les activités de recherche, dont il faut adapter le stockage, le mode et la fréquence d'enlèvement aux besoins,

- selon le niveau de confinement : réflexion sur l'accès aux installations techniques (pour la maintenance) : plancher et/ou plafond technique,

- implantation de monte-charges permettant le transport de lourdes charges.

Dans le cas de laboratoires confinés, le concepteur doit respecter les normes liées au niveau de confinement (de L1 à L4).

Les fascicules édités par les organismes préventeurs comme l'INRS et les services préventeurs des organismes de recherche nationaux sont utiles pour connaître les bonnes pratiques.

5.6.3 Questions à se poser

Quel type de recherche est pratiqué dans le local ? Quels sont les modes de faire des chercheurs ?

Que manipulent les chercheurs ? La prévention et la gestion des risques peuvent être utilement abordées avec le service de l'Établissement chargé de la prévention des risques et l'assistant de prévention concrètement en charge des expériences. La gestion de certains risques par un service préventeur peut être plus contraignante que la réglementation en cours (nanoparticules).

Existe-t-il un process à observer impactant les spécifications techniques des espaces ? Des surfaces ou volumes minimums dits « de sécurité », sont-ils à respecter pour implanter un appareil ou implémenter une manipulation (champs électromagnétiques,

amenée des fluides cryogéniques). Quelle qualité l'espace doit-il posséder pour accueillir cette expérience ? Quels sont les différents postes de travail à positionner dans l'espace dévolu à cette expérience ?

Faut-il prévoir un report d'alarme sur certains équipements (chambres froides, congélateurs -80°C, expérimentation en cours...) ?

Les personnels chercheurs et ingénieurs de recherche sont les plus à même de définir les distances de sécurité et l'ergonomie des postes de travail concernant leurs manipulations. Dans le but de conforter les besoins, un appui peut être recherché chez les constructeurs des appareils scientifiques. Toutefois, il est nécessaire de ne pas trop spécialiser les locaux, de façon à permettre aux expériences d'évoluer dans le temps, une fois les espaces de recherche livrés.

5.7 Rencontres échanges détente

5.7.1 Définition

Tout espace permettant les rencontres, les échanges, formels et informels, la détente et le repos, le développement de projets associatifs et collaboratifs.

5.7.2 Caractéristiques techniques

Les locaux regroupés dans le secteur rencontres échanges détente ont vocation à être fréquentés par un public extérieur à l'établissement. Il s'agit d'espaces de représentativité. À ce titre, il est préconisé de traiter avec attention les éléments suivants :

- acoustique des espaces, intelligibilité de l'orateur dans les espaces de conférence, réunion ...,
- qualité des matériaux de second œuvre (sols, murs, plafonds),

- choix des aménagements et des mobiliers,
- qualité de l'ambiance lumineuse, rendu des couleurs,
- importance d'une qualité de traitement égale des espaces attenants (vestiaire, couloirs d'accès, sanitaires, point office,...).

5.7.3 Questions à se poser

- Quel est le niveau de confort, de prestige, de « technicité » attendu ?
- Pour les salles de conférence ou de conseil, prévoit-on une salle à plat ou en gradins ?
- Quel est le type de mobilier à mettre en place : tablette individuelle, niveau de confort de l'assise ?
- Faut-il prévoir des cabines de traduction

des conférenciers ?

- Y'a-t-il nécessité d'éclairage naturel ?
- Faut-il prévoir une alimentation électrique à chaque place ? Une tablette ?
- Faut-il prévoir une couverture wifi ?

5.8 Sport

5.8.1 Définition

Tout espace fermé destiné à des activités physiques collectives ou individuelles dans le cadre d'un enseignement ou d'une pratique de loisir.

5.8.2 Caractéristiques techniques

La pratique sportive nécessite l'emploi de matériels sportifs spécialisés, qu'il faut choisir, placer, fixer, stocker.

Le Maître d'ouvrage doit en phase de programmation identifier la catégorie de gymnase envisagé en fonction de l'homologation recherchée (accueil de compétitions).

Une attention particulière doit être portée au choix des revêtements de sol en fonction de la pratique sportive ciblée. Celui-ci devra être agréé à l'usage sportif et satisfaire à la norme relative aux sols sportifs intérieurs. Matériau et mode de pose devront satisfaire à la pratique handisport. Le sol sportif choisi devra permettre la pratique dans des conditions régulières de jeu. Le comportement du sol devra être uniforme sur toute l'aire de jeu. Le choix du revêtement de sol aura également des impacts sur l'acoustique (plus ou moins absorbant, plus ou moins bruyant), le confort visuel (reflets).

Le chauffage et la ventilation doivent être conçus de façon à s'adapter à l'occupation intermittente des lieux et à permettre

• Peut-on prévoir certains espaces dans les circulations ? Dans ce cas, quelle est la compatibilité avec la réglementation incendie ?

• Quels espaces de services doit-on prévoir ? Un office ? Une kitchenette ? Un vestiaire ?

plusieurs niveaux de températures adaptés aux diverses activités.

L'éclairage naturel et artificiel doit être homogène et non éblouissant. L'installation électrique doit permettre plusieurs niveaux d'éclairement et, dans certains cas, un éclairage par zones. L'éclairage naturel doit être favorisé. En ce qui concerne l'éclairage artificiel, les sujets d'attention sont le rendu des couleurs, l'uniformité de l'éclairement et l'éblouissement par les sources lumineuses.

La polyvalence est très souvent recherchée de façon à permettre une utilisation optimale. Ceci pose des problèmes de plusieurs ordres :

- la multiplication des tracés de jeu et leur visibilité,
- la localisation des prises par rapport aux axes visuels,
- la compatibilité des qualités sportives du sol pour l'ensemble des activités,
- le stockage et la manutention des matériels.

5.8.3 Questions à se poser

Quelle pratique sportive est prévue dans l'espace à concevoir ? Quelles sont les normes de pratiques liées à ce sport (taille de terrain, stockage du matériel, type de

sol...) ?

Quelles sont les implications de l'homolo-

gation recherchée sur le dimensionnement des locaux annexes ?

5.9 Fabrication montage

5.9.1 Définition

Tout espace permettant la construction, la mise en forme, la réparation de pièces ou d'appareils à vocation pédagogique, de recherche et de maintenance.

5.9.2 Caractéristiques techniques

Sont regroupés dans le secteur fabrication montage des espaces disposant des caractéristiques suivantes :

- accueil d'équipements encombrants,
- puissance électrique importante,
- grande hauteur sous plafonds,
- surcharge importante au sol ou au plafond,
- sol résine ou béton brut,

- locaux bruyants (limiter la nuisance sonore vers les autres locaux, les riverains),

- grands stockages de matières premières. Le préalable pour ce type de local est donc de recenser les équipements nécessaires aux expérimentations et d'en déduire, les surfaces nécessaires et les caractéristiques techniques (HSP, charges au sol, CFO, Cfa, fluides).

5.9.3 Questions à se poser

Quels équipements sont implantés dans les ateliers ? Quelles en sont les dimensions, les contraintes de poids, de hauteurs, de branchements, de fluides ? Quelles sont les règles de sécurité à garantir autour de ces équipements ?

Faut-il prévoir un tableau électrique spécifique avec un arrêt d'urgence dans le local ?

5.10 Collation restauration

5.10.1 Définition

Lieux de restauration collective quel que soit le mode de préparation et de distribution : traditionnel, rapide, à emporter, distributeurs, ...

5.10.2 Caractéristiques techniques

Les principes de l'agencement des locaux en restauration sont la marche en avant des produits et la séparation des secteurs (froid/chaud, propre/souillé) pour limiter le risque de contamination croisée.

Une réflexion précise sur les flux devra être prévue dès la programmation. En effet, les

contraintes de fonctionnement en termes de livraisons des denrées, respect de la marche en avant, accès des personnels vers les vestiaires, lieu de ramassage des déchets, accès du public et circuit depuis l'entrée vers les espaces de distribution puis de restauration... impactent sur la conception architecturale et l'agencement des locaux entre eux.

Globalement, les espaces de collation et de restauration sont techniquement et fonctionnellement séparés en deux typologies de locaux :

- les locaux de préparation, d'office, dont les principales caractéristiques techniques

sont les suivantes :

o revêtement de sol non glissant, facile à nettoyer et à désinfecter, imperméable, imputrescible, non absorbant, étanche, de couleur claire, non inflammable, résistant mécaniquement et physiquement,

o revêtement mural facile à nettoyer et à désinfecter, imperméable, imputrescible, lisse, de couleur claire, résistant aux jets sous pression, les angles saillants verticaux sont protégés par des cornières,

o portes munies d'oculus à hauteur des yeux pour éviter les collisions, de préférence à ouverture automatique,

o éclairage naturel et vue sur l'extérieur à hauteur des yeux obligatoire dans les locaux relevant du code du travail.

- les locaux de restauration, espaces de distribution et de consommation :

o traitement spécifique de l'acoustique des lieux pour garantir l'intelligibilité de la parole et le confort des usagers,

o revêtements de sols, murs et plafonds permettant un nettoyage aisé tout en offrant aux convives un environnement agréable (matériaux, couleurs, textures...),

o prises de courant et couverture wifi suffisantes au regard de l'usage du lieu,

o alimentation en eau pour les fontaines,

o prise en compte du confort visuel.

5.10.3 Questions à se poser

- Quels sont les horaires d'ouverture de cet espace ?
- Cet espace peut-il être utilisé pour

d'autres fonctions : optimisation des usages ?

- Qui va gérer cet espace ? Est-ce le CROUS, un prestataire privé, une association étudiante ? En fonction, faut-il prévoir de livrer un espace brut avec les attentes nécessaires ou le projet inclut-il l'ensemble des équipements de cuisine ?

- Quel type d'offre est proposé (plats chauds, restauration rapide, froid, snacking) ? En fonction, comment les convives vont-ils consommer leur repas ou en-cas ? Y a-t-il une obligation de consommation ? Peuvent-ils amener leur propre repas dans l'espace de restauration et le réchauffer ? Peuvent-ils rester pour travailler en dehors des heures de consommation ? Dans ce cas, comment est conçue la séparation entre zone de distribution et zone de consommation ? Ont-ils besoin d'une connexion internet, de prises de courant ?

- Concernant l'office en cas de plats chauds, doit-on prévoir une préparation sur place des repas ? Les repas sont-ils produits en cuisine centrale et livrés sur site ? Sont-ils livrés chauds ou froids ?

- Comment se fait la distribution ? Self ? Armoires réfrigérées ? Personnels de cuisine ?

- Comment s'effectueront la dépose des plateaux et le tri des déchets ? Quel type de contenant ? Jetable ? Recyclable ? Lavable ?

- Est-ce que le mobilier est inclus (tables, chaises, fauteuils, mange-debout...) ?

- Y aura-t-il une terrasse ? Où sera rangé le mobilier extérieur ? Est-ce que le mobilier extérieur sera fixé au sol ?

- Est-ce que l'espace de restauration produira des nuisances pour le reste de

l'établissement ou les riverains ? Nuisances sonores (bruit lié à l'activité du local mais également lié aux livraisons) pour les espaces de cours, de bibliothèque ? Nuisances olfactives (cohabitation d'acti-

vités, évacuation des odeurs de cuisine en toiture) ?

- Comment se fait la distribution électrique des tables ? Y-a-t-il des prises de courant au sol ? Y-a-t-il du mobilier fixe ou mobile ?

5.11 Accueil

5.11.1 Définition

Lieux d'accueil et de renseignement d'un visiteur, du personnel ou des étudiants dans un établissement, un service, une composante.

5.11.2 Caractéristiques techniques

L'accueil peut être considéré comme un local code du travail ou ERP selon son usage. Pour le déterminer, deux cas de figure sont présentés :

- si l'accueil dessert uniquement une zone de bureaux, que les visiteurs sont accueillis et accompagnés vers les espaces de réunion ou vers le bureau où ils ont rendez-vous : on peut considérer l'accueil tout comme la zone de bureaux relevant du code du travail,
- si l'accueil dessert un ensemble de locaux ERP sans filtrage particulier, qu'il est en accès libre, ouvert à tous : il s'agit d'un local ERP.

Selon la taille de l'accueil et le nombre de locaux et de niveaux qu'il dessert, une signalétique adaptée devra être conçue, en accord avec la charte graphique de l'université ou celle mise en œuvre à l'échelle du campus.

5.11.3 Questions à se poser

- Quelle typologie de public emprunte ces locaux ? Quel flux est attendu (impact sur les charges au sol, sur le choix des revêtements de sol et des portes) ? Quel est le

nombre de personnes présentes en simultané (en moyenne, au maximum) ?

- Y-a-t-il du personnel pour assurer l'accueil ? Quels horaires d'ouverture ?

- Faut-il prévoir une banque d'accueil avec un poste de travail (prises de courant fort et faible, confort thermique, sas) ?

- S'il n'y a pas de poste de travail à l'accueil, comment le public s'oriente-t-il dans le bâtiment ?

- Comment accède-t-on à l'accueil ? Si on accède depuis l'extérieur faut-il prévoir un sas permettant de garantir un meilleur confort thermique des lieux (les solutions basées sur des rideaux d'air chaud sont à éviter) ?

- Faut-il prévoir un accès par badge ? Le badge doit-il comporter une photo ? Est-il limité à certains espaces ? Comment est-il programmé ? Existe-t-il déjà un système au sein de l'université auquel se raccorder ? Quels sont ces droits d'accès ? En cas de besoin, doit-t-on prévoir l'implantation d'un portique de sécurité (Vigipirate renforcé) ?

- L'accueil est-il représentatif du bâtiment, de l'institution ? Doit-il par son traitement architectural influencer sur le comportement des usagers ?

- L'accueil reçoit-il des manifestations occasionnelles (cocktail traiteur, expositions temporaires) ? Quels impacts peuvent avoir ces usages sur les spécifi-

cations techniques du local (HSP, accrochages, éclairage, branchements, choix des revêtements, occultation) ?

- Est-il prévu d'implanter une fontaine à eau, un distributeur de café, de friandises (branchements eau, prises de courant, prise courant faible pour paiement IZLY) ?
- Des visiteurs sont-ils amenés à patienter dans l'espace d'accueil ?

Comment aménage-t-on l'espace pour les accueillir dans de bonnes conditions (hors des flux, mobilier d'attente adapté, possibilité de se connecter et de travailler) ?

- Quels sont les usages prévus dans ce lieu : impact sur les choix de second œuvre et sur les équipements techniques ?

5.12 Commodités

5.12.1 Définition

Tout espace participant à faciliter la vie des usagers sur le campus : vestiaires, sanitaires, bagagerie, consignes, ...

5.12.2 Caractéristiques techniques

Les espaces du secteur commodités peuvent être considérés comme locaux code du travail ou ERP selon leur usage et la zone qu'ils desservent.

Lorsque ces locaux sont inclus dans une zone de bureaux, leur traitement est de préférence équivalent à la zone de bureaux (choix des revêtements de sol, mur, plafonds, charges au sol, contrôle d'accès etc.) -hors vestiaires et sanitaires. Pour ce qui concerne les vestiaires et les sanitaires, les dispositions techniques sont spécifiques :

- revêtement de sol non glissant, facile à nettoyer et à désinfecter (nettoyage à grandes eaux),
- revêtement mural : faïence toute hauteur de préférence, facile à nettoyer et à désinfecter,
- hauteurs de portes et cloisons respectant l'intimité,
- portes ouvrables en cas d'enfermement, avec un dispositif de fermeture décondamnable de l'extérieur, battants ouvrant vers l'extérieur ou dégonnables en place,

- peintures et revêtements résistants et anti-graffitis,

- VMC simple flux, renouvellement d'air performant,

- éclairage naturel non obligatoire,

- équipements sanitaires, lavabos, cuvettes, douches... inclus au marché,

- mobiliers inclus au marché : sèche main, dévidoir papier, barre d'appui PMR, miroir, distributeur de savon, patère.

5.12.3 Questions à se poser

- L'université a-t-elle la volonté de proposer des toilettes unisexes, non-genrées, dans le cadre du projet ?
- Quel type de commande de l'éclairage artificiel doit-il être prévu dans les locaux (interrupteur, détection de mouvements, bouton poussoir) ?
- Les casiers du local courrier sont-ils inclus au marché ?

5.13 Exploitation du bâtiment

5.13.1 Définition

Tout espace de stockage, de logistique et locaux techniques participant à l'entretien des espaces et au fonctionnement du bâtiment.

5.13.2 Caractéristiques techniques

Ces locaux doivent être répartis de manière homogène sur tout le bâtiment et même à l'échelle d'un campus.

L'éclairage des locaux techniques devra permettre le travail des techniciens dans de bonnes conditions.

Les locaux techniques (électriques, CVC, production ECS) seront ventilés pour éviter une température ambiante excessive préjudiciable aux équipements électroniques. Les locaux techniques (CVC, production ECS) comprendront :

- un siphon de sol,
- un robinet de puisage, pour le nettoyage des locaux, des filtres de CTA,
- les points de purge seront raccordés à l'égout (canalisations PVC), sans gêner le cheminement des personnes dans le local.

Les locaux déchets doivent bénéficier de :

- un accès aisé depuis l'extérieur (sans

rampe, ni ressaut),

- un point d'eau, avec robinet antigel,
- un revêtement lessivable,
- un siphon de sol, y compris forme de pente,
- une large porte donnant accès directement sur l'extérieur,
- les dispositifs de ventilation naturelle largement dimensionnés.

Le rafraîchissement de ces locaux est à proscrire, dans la mesure où ils ne contiennent pas de déchets alimentaires ou, en cas de déchets alimentaires, la fréquence de la collecte ne le justifie pas.

5.13.3 Questions à se poser

Comment sont organisés le nettoyage et la collecte des déchets ?

Prévoir des locaux facilement accessibles (sans rupture de charge) aux objets roulants et des dégagements suffisants permettant la manipulation aisée des chariots.

Prévoit-on un local ménage par niveau ? Pour quelle surface ?

Prévoit-on un local VDI à chaque niveau ou < 90 m par rapport au point le plus éloigné à raccorder ?

5.14 Soutien technique

5.14.1 Définition

Tout espace logistique nécessaire aux activités spécifiques de recherche ou d'enseignement et aux installations techniques.

5.14.2 Caractéristiques techniques

Les espaces de stockage sont prioritairement des locaux aveugles.

Une attention est à porter sur les charges au sol en cohérence avec les typologies d'équipements stockés.

Concernant les documents, le métrage des collections ou archives est à prévoir au préalable pour estimer la surface de stockage et selon le type de rayonnage choisi, les charges au sol à prévoir.

Dans les magasins de stockage des collections ou d'archives, un système de climatisation spécifique gère le chauffage ou le refroidissement de l'air, le contrôle de l'humidité relative, la purification et la circulation de l'air.

Dans les magasins d'ouvrages ou d'archives, le choix d'un mobilier de rayonnage fixe ou mobile (type compactus) a une incidence forte sur les charges au sol à prendre en compte impactant sur la structure, les fondations et donc in fine sur les

coûts de construction.

Le moyen le plus efficace de protection contre le feu dans les magasins est de diviser le volume de stockage en compartiments isolés. La fonction du compartiment est d'empêcher, ou du moins de retarder, l'extension du feu aux autres secteurs du bâtiment. Pour mémoire, le compartiment est une salle de 200 m² maximum avec une hauteur sous plafond de 2,20 m.

5.14.3 Questions à se poser

L'accès du local doit-il être sécurisé ?

Le local doit-il être accessible directement depuis l'extérieur ?

Quel est le rythme de livraison ou d'enlèvement ? Y a-t-il un impact sur la localisation du local ?

Pour les espaces de stockage de documentation : Combien de mètres linéaires doivent être stockés dans le local ? Quelle est la fréquence de consultation du fonds stocké ? Peut-on envisager un versement d'une partie du fonds aux archives départementales ? Quel est le type de conditionnement des documents (archivage classique ou compactus) ?

5.15 Médico-social

5.15.1 Définition

Lieux de soins et lieux de prévention et promotion de la santé des étudiants et médecine du travail du personnel.

5.15.2 Caractéristiques techniques

Les espaces du secteur médico-social doivent par les volumes, les couleurs et la lumière participer à rendre le séjour du

patient agréable et limiter ses sources de stress. L'ambiance générale des espaces ouverts au public doit être réconfortante.

Chaque salle de consultation est organisée en deux espaces : un espace d'examen (table d'examen, plan de travail avec point d'eau, plafonnier au-dessus de la table d'examen) et un espace bureau pour l'accueil du patient, son écoute et le diagnostic (poste de travail avec ordinateur et imprimante, deux sièges placés en vis-à-vis du bureau).

L'ensemble des locaux sont accessibles aux PMR.

Pour garantir la confidentialité des entretiens, il faut prévoir une acoustique soignée, protéger des vues de l'extérieur mais bénéficier de lumière naturelle autant que possible.

Les mobiliers et équipements à prévoir sont les suivants : lave-main, lit de consul-

tation, poste de travail, chaises, armoire à pharmacie.

5.15.3 Questions à se poser

L'implantation du service est-il adéquat avec la nécessité d'intimité ?

Le gabarit d'accès au local permet-il l'intervention aisée des services de secours si nécessaire (passage d'un brancard notamment, implantation de plain-pied) ?

5.16 Volume brut

5.16.1 Définition

Surface laissée disponible et mise à disposition d'un prestataire extérieur ou d'associations de l'établissement pour des commerces, des projets de pratiques culturelles, pour des espaces de recherche ou tout autre projet non encore identifié.

5.16.2 Caractéristiques techniques

Le volume brut est un secteur dont les caractéristiques fonctionnelles et techniques sont volontairement laissées à l'appréciation du projet en fonction des activités accueillies. Ainsi il n'est pas préconisé de spécifications techniques précises à ce paragraphe.

5.16.3 Questions à se poser

Quelles activités sont amenées à intégrer ce volume brut ?

Quels sont les impacts sur :

- La charge au sol du local,
- Les distributions de fluides à prévoir,
- Le traitement du second œuvre (sols, murs, plafonds),

- La hauteur sous plafonds nécessaire,
- ... ?

6 FICHES PAR TYPOLOGIE D'ESPACES

6

FICHES PAR TYPOLOGIE D'ESPACES

La liste ci-après présente les espaces les plus couramment rencontrés dans un programme d'Enseignement Supérieur et de Recherche. Elle n'est pas exhaustive et doit être complétée et réinterrogée pour chaque nouveau projet.

Les fiches génériques en annexe 7.4 permettent de présenter les grandes exigences techniques par local et peuvent être modifiées selon le programme.

1	Amphithéâtre	<i>Espace gradiné à destination de cours théoriques, conférences ou spectacles demandant peu de moyens scéniques</i>
2	Atelier général	<i>Atelier d'entretien et de maintenance d'un bâtiment</i>
3	Animalerie	<i>Lieu d'hébergement d'animaux destinés aux expériences de laboratoire</i>
4	Atelier informatique	<i>Atelier d'entretien de matériel informatique</i>
5	Atelier recherche	<i>Atelier de façonnages de pièces ou de prototypes pour la recherche</i>
6	Atelier reprographie	<i>Atelier de reproduction de documents en grande quantité (cours, examens, thèses, ...)</i>
7	Box de traduction	<i>Box isolé en lien visuel et technique avec une salle de conférence, ou un amphithéâtre, équipé pour la traduction simultanée</i>
8	Buanderie	<i>Lavage et entretien du linge</i>
9	Bureau	<i>Espace de travail intellectuel courant</i>
10	Cafétéria espace distributeur	<i>Zone de distribution boissons et petites collations sans personnel de service</i>
11	Cafétéria espace Lounge	<i>Zone de consommation à l'ambiance détente confortable</i>
12	Cafétéria vente à emporter	<i>Préparation et banque de distribution en cafétéria avec personnel de service</i>
13	Carrel	<i>Espace confidentiel pour une ou deux personnes, de travail ou de rencontre</i>
14	Co-working étudiants	<i>Espace de travail collectif et/ou informel mis à disposition des étudiants</i>
15	Déchets courants	<i>Local de stockage des déchets domestiques pouvant être enlevés par les services urbains</i>

16	Déchets polluants	<i>Local de stockage, pour les déchets à risque devant être enlevés par des services spécialisés et nécessitant des protections particulières</i>
17	Espace casiers	<i>Salle équipée de casiers consignes</i>
18	Espace d'accueil	<i>Salon d'accueil, salle d'attente, banque d'accueil</i>
19	Espace d'animation exposition	<i>Lieux d'expositions, d'évènements (salons divers, portes ouvertes)</i>
20	Espace détente rencontre	<i>Lieux de convivialité, de réunions informelles, d'attente entre les cours, ...</i>
21	Espace informel	<i>Surfaces libres aménagées ou non pouvant être investies par les étudiants selon leurs besoins : apprentissage, détente, convivialité,...</i>
22	Espace Livraison	<i>Espace de réception de matériaux, matériels et de stockage temporaire</i>
23	Fab lab	<i>Atelier de fabrication à destination des étudiants, des enseignants, et pouvant être ouvert à un public extérieur</i>
24	Hall	<i>Hall d'entrée, de dégagement et de desserte</i>
25	Hall technologique	<i>Surface d'enseignement ou de recherche de grande dimension dédiée à des équipements encombrants.</i>
26	Halle sportive / gymnase	<i>Tout espace de grand volume destiné à la pratique sportive</i>
27	Magasin de bibliothèque	<i>Local sécurisé de stockage des ouvrages non ouvert au public ou exceptionnellement, équipé de rayonnages fixes ou mobiles</i>
28	Laboratoire confiné	<i>Laboratoire isolé à accès contrôlé, placé en surpression ou en dépression, dans lequel sont manipulés des agents pathogènes ou effectuées des expériences demandant une ambiance totalement pure</i>
29	Laboratoire Humide	<i>Laboratoire de recherche, chimie, biologie ou autre, équipé de paillasse avec distribution d'eau et fluides spéciaux (gaz, AC, vide, ...)</i>
30	Laboratoire Sec	<i>Laboratoire de recherche, physique, mécanique, ou autre sans distribution d'eau</i>
31	Laverie / Autoclave	<i>Salle équipée pour le nettoyage, la décontamination, la stérilisation du matériel de laboratoire</i>
52	Salle de consultation bibliothèque	<i>Espace de consultation des ressources (lignes ou papiers) et de présentation et mise à disposition des ouvrages en libre-accès</i>

53	Salle de consultation médicale	<i>Salle de consultation en cabinet médical toute spécialité</i>
54	Salle d'enseignement innovant	<i>Salle équipée pour un enseignement proactif et collaboratif : pédagogie inversée, télé-présence,...</i>
55	Salle de Préparation TP	<i>Salle de préparation des manipulations et cours pour les enseignants et le personnel technique</i>
56	Salle de projet équipée	<i>Petite salle de travail en groupe équipée de vidéo projection et connexions informatiques</i>
57	Salle de repos	<i>Salle de repos isolée et fermée équipée d'un fauteuil ou d'un lit suivant les besoins</i>
58	Salle de restaurant	<i>Salle de consommation de denrées et boissons issues d'une cuisine, ou d'un poste de vente à emporter ou de distributeurs automatiques</i>
59	Salle de réunion	<i>Salle de réunion et autres activités collectives : salle de presse, soutenance de thèses, accréditations de recherche, ...</i>
60	Salle de soins	<i>Salle de soins infirmiers de première urgence</i>
61	Salle de TP humides	<i>Enseignement TP avec distribution d'eau (biologie, chimie, biochimie, ...)</i>
62	Salle de TP langues	<i>Enseignement TP de langues</i>
63	Salle de TP mise en situation	<i>Salle de TP pour mise en situation professionnelle pouvant nécessiter des aménagements particuliers liés à la spécialité (salle des marchés, salle de simulation,...).</i>
64	Salle de TP secs	<i>Enseignement TP sans distribution d'eau (électricité, électronique, optique, laser,...)</i>
65	Salle de TP spécifiques	<i>Enseignement en arts plastiques, théâtre,...</i>
66	Salle de travail	<i>Espace fermé mis à disposition des étudiants pour le travail en autonomie, en groupe ou individuel</i>
67	Salle de visioconférence	<i>Salle équipée d'un matériel de communication image et voix à distance</i>
68	Salle du Conseil	<i>Salle de prestige équipée d'un matériel de visioconférence</i>
69	Sanitaires	<i>Cabinet d'aisance, lavabos, urinoirs</i>
70	Stockage alimentaire	<i>Espace de stockage de denrées alimentaires de restauration et de provisions diverses</i>

71	Stockage froid	<i>Stockage en chambre froide</i>
72	Stockage léger	<i>Stockage courant de petit matériel ou consommable</i>
73	Stockage lourd	<i>Stockage de matériels lourds et encombrants</i>
74	Stockage produits dangereux	<i>Stockage de produits ou fluides spécifiques nécessitant des protections particulières et/ou des aménagements particuliers</i>
75	Stockage sécurisé	<i>Stockage de documents ou de biens à protéger et accessible par un dispositif de sécurité</i>
76	Surface libre	<i>Surface sans aménagement particulier en attente d'occupation par un tiers</i>
77	Surface spécialisée de recherche	<i>Espace atypique à destination d'une activité de recherche (salle irradiateurs, serres,...)</i>
78	Vestiaires sanitaires	<i>Vestiaires et cabines douches, lavabos, WC, casiers vestiaires</i>

Les documents suivants peuvent être consultés pour la rédaction des fiches espaces :

- e-Cahiers du CSTB, Cahier 3782_V2, juin 2018 - Notice sur le classement UPEC et classement UPEC des locaux (s'agissant des classements UPEC par local)
- Norme NF EN 12464-1 (juillet 2011) : Lumière et éclairage - Éclairage des lieux de travail - Partie 1 : lieux de travail intérieurs (s'agissant des exigences en matière d'éclairage)
- Code du travail notamment son article R4222-6 et règlement sanitaire départemental (s'agissant des exigences en matière de débit d'air neuf)

Amphithéâtre

1

Activité, principes d'aménagement

Espace gradiné à destination de cours théoriques, conférences ou spectacles demandant peu de moyens scéniques

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Hall ou circulation large pour évacuation du public

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie / Sas acoustique / privilégier accès par le haut

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Facilité d'entretien, caractéristiques acoustiques, antiacarien, antistatique et antipoussière

«U4P3E2C0 ; U4P3E2C1 si amphithéâtre donnant sur l'extérieur»

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Revêtement décoratif et acoustique

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

Modulable jusqu'à 500 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

«Hiver : 19°C mini «

Été : Maxi 28 °C

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

0,5 PC / place + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi, sonorisation, Point de connexion sur pupitre

Spécificités

Alimentation au plafond pour le vidéoprojecteur

Équipements mobiliers

Compris

Sièges et tables filantes en gradins (ou tablettes), attente plafond pour vidéoprojection, sonorisation, tableau blanc et/ou tableau noir, écran de projection motorisé

Non compris

Pupitre du conférencier, équipement audio vidéo, vidéoprojecteur

Prescriptions particulières

Limiter les points porteurs / trame de 8 à 10 mètres, détection volumétrique

Atelier général

2

Activité, principes d'aménagement

Atelier de travail de l'équipe chargée de l'entretien et la maintenance du bâtiment. Il peut accueillir l'ensemble des métiers afférents (menuiserie, électricité, peinture...)

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

De préférence en RDC. A proximité de l'accès de service et d'une sortie de secours

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

2,70 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Sol en résine, résistant à l'usure et aux chocs, lavable et avec remon-
tées périphériques en plinthes

U4P3E2C1

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Matériau lavable, anti-poussière, résistants aux chocs, entretien facile.
Revêtement type toile de verre + peinture.

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux, 500 lux au poste de travail

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

«Hiver : 19°C mini, 16°C en période d'innoculation»

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

45m³/h/pers. (si travail physique léger)

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Oui

Courants forts

«Alimentation équipements + 1 PC / 5ml de plan de travail + 1 PC ménage / 8ml «

Courants faibles

Alimentation équipements

Spécificités

«Alimentation équipements, système d'aspiration. Disjoncteur spécifique le cas échéant»

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse avec évier

Non compris

Etabli, racks industriels de rangement, matériel professionnel

Prescriptions particulières

Protections contre les chocs en partie basse, bas de porte

Animalerie

3

Activité, principes d'aménagement

Lieu d'hébergement d'animaux destinés aux expériences de laboratoire

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Espace en zone sécurisé à proximité de laboratoires de recherche / salles de TP

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot prévoir occulus

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés avec remontées en plinthes

U4P3E3C2

Plafonds

«Plafond type «salle propre»»

Parois verticales

Peinture lessivable, décontaminable avec H2O2

Performances techniques

Éclairage naturel

Possible

Éclairage artificiel

300 lux / 500 lux sur les postes de travail

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

Hiver : 23°C

Été : 23°C

Traitement de l'air

8 à 20 vol/h tout air neuf, surpression

Confort acoustique

Local sensible

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon projet + 1 PC ménage / 8 ml + 2 PC / hotte

Courants faibles

2 RJ 45

Spécificités

Décontamination chimique de l'évacuation à la bonde

Équipements mobiliers

Compris

Cages, Hottes

Non compris

Matériel, consommables, Distributeur de gel hydro-alcoolique

Prescriptions particulières

Local en dépression, commande modulable de l'éclairage, décontamination (local par local) par voie aérienne possible, sas de décontamination/stérilisation

Atelier informatique

4

Activité, principes
d'aménagement

Atelier d'entretien de matériel informatique

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Proximité des bureaux des informaticiens (DSI)

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

300daN/m²

Sol / UPEC

Sol en résine avec remontées
périphériques en plinthes

U4P3E2C1

Plafonds

SO

Parois verticales

Résistants aux chocs, entretien facile. Revêtement type toile de verre + peinture.

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux, 500 lux au poste de travail

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

«Hiver : 19°C mini, 16°C en période d'innoculation»

Été : Maxi 28 °C

Traitement de l'air

45m3/h/pers.

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Aliment. équip. + 1 PC / 5ml de plan de travail + 1 PC ménage / 8ml + PC Cour. force

Courants faibles

Alimentation équipements + Wifi

Spécificités

PC ondulée / PC force

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Plans de travail, sièges

Prescriptions particulières

Bandeau de prise à hauteur 1,30 m

Atelier recherche

5

Activité, principes
d'aménagement

Atelier de façonnage de pièces ou de prototypes pour la recherche

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Près des laboratoires de recherche

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

Selon projet

500daN/m²

Sol / UPEC

Sol en résine avec remontées
périphériques en plinthes

U4P3E2C1

Plafonds

SO

Parois verticales

Résistants aux chocs, entretien facile. Revêtement type toile de verre + peinture.

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

500 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Maxi 28 °C

Traitement de l'air

45m³/h/pers.

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

selon projet

Évacuation

selon projet

Équipement sanitaire

selon projet

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Alimentation équipements

Spécificités

1 PC 380 V

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse selon projet

Non compris

Sièges, tables, rangements

Prescriptions particulières

SO

Atelier reprographie

6

Activité, principes
d'aménagement

Atelier de reproduction de documents en grande quantité (cours, examens, thèses, ...)

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

De préférence en RDC

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

800daN/m²

Sol / UPEC

Sol en résine avec remontées
périphériques en plinthes

U4P4E3C2

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Résistants aux chocs, entretien facile. Revêtement type toile de verre + peinture.

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

500 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

«Hiver : 19°C mini, 16°C en période d'innoculation»

Été : Maxi 28 °C

Traitement de l'air

45m³/h/pers.

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Alimentation équipements

Spécificités

1 PC 380 V

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Imprimantes, bureaux, sièges, rayonnages

Prescriptions particulières

Quai de livraison à prévoir

Box de traduction

7

Activité, principes d'aménagement

Box isolé en lien visuel et technique avec une salle de conférence, ou un amphithéâtre, équipé pour la traduction simultanée

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Vitré sur salle de conférence ou amphithéâtre

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antistatique

U2P2E2C0

Plafonds

Faux plafonds acoustiques

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable ou second jour

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8m

Courants faibles

Alimentation équipements + Wifi

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Sièges, bureaux matériel audio, vidéo et Intercom

Prescriptions particulières

Vitre transparente assurant une liaison visuelle sur salle

Buanderie

8

Activité, principes
d'aménagement

Lavage et entretien du linge

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Grès cérame

U4P2E3C2

Plafonds

Peinture lessivable

Parois verticales

Résistants aux chocs, entretien facile. Revêtement type toile de verre + peinture.

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

«Hiver : 19°C mini, 16°C en période d'innoculation»

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

Renouvellement d'air renforcé

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Machine à laver, évier

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse avec évier double bac

Non compris

Machines à laver, sèche linge, tables

Prescriptions particulières

SO

Bureau

9

Activité, principes
d'aménagement

Espace de travail intellectuel courant

usagers

Personnel

Liaisons fonctionnelles

Dans zone administrative

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antistatique lavable

U3P3E1C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux, 500 lux au poste de travail

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

25m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi selon projet

Spécificités

«3PC/2RJ45 par poste de travail + PC ondulée / PC force selon programme de recherche»

Équipements mobiliers

Compris

Rangement intégré toute hauteur

Non compris

Sièges, bureaux, lampe d'appoint, poste informatique, téléphone

Prescriptions particulières

Respect du code du travail

Cafétéria espace distributeur

10

Activité, principes
d'aménagement

Zone de distribution boissons et petites collations sans personnel de service

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Ouvert sur espace lounge, circulations, hall ou lieux de passage

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Identique au sol de l'espace
attendant

U4P3E3C2

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Alimentation distributeur + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Distributeurs à boissons, friandises, mange debout, sièges

Prescriptions particulières

SO

Cafétéria espace lounge

11

Activité, principes
d'aménagement

Zone de consommation à ambiance détente confortable

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

En lien direct avec l'espace de distribution

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antidérapant lavable

U4P3E3C2

Plafonds

Revêtement décoratif et acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

22m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8m

Courants faibles

Wifi

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Sièges, tables, Fontaines à eau, tableau d'affichage

Prescriptions particulières

SO

Cafétéria vente à emporter

12

Activité, principes
d'aménagement

Préparation et banque de distribution en cafétéria avec personnel de service

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accès direct, ouvert sur une circulation principale, ouvert sur lounge

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antidérapant lavable

U4P3E3C2

Plafonds

«Revêtement décoratif et acoustique Hygiéniquement conforme aux normes alimentaires»

Parois verticales

Faïence sur 1,80m, puis peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

22m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Evier

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

Prises à 1,20 m du sol

Équipements mobiliers

Compris

Équipements de restauration, plan de travail

Non compris

Matériel professionnel

Prescriptions particulières

Matériel conforme aux normes alimentaires

Carrel

13

Activité, principes d'aménagement

Espace confidentiel pour 1 ou 2 personnes, de travail ou de rencontre

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Vitré sur salle de consultation, circulation et espaces d'enseignements

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U4P3E2C1

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable ou second jour

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC / place

Courants faibles

Wifi

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Tables, sièges

Prescriptions particulières

SO

Co-working étudiants

14

Activité, principes
d'aménagement

Espace de travail collectif et/ou informel mis à disposition des étudiants

usagers

Etudiants

Liaisons fonctionnelles

Accès direct, ouvert sur une circulation principale

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux, 500 lux au poste de travail

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8ml + 1 bloc de 2 PC/poste de travail

Courants faibles

Wifi

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Tableau blanc ou numérique, tables et sièges

Prescriptions particulières

Paroi vitrée sur circulation

Déchets courants

15

Activité, principes
d'aménagement

Local de stockage des déchets domestiques pouvant être enlevés par les services urbains

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Accès direct avec l'extérieur

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P / Charges d'exploitation

2,50 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Sol industriel, antidérapant

U4P4E3C2

Plafonds

Peinture lessivable

Parois verticales

Béton brut

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

150 lux

Protection solaire

SO

Occultation

SO

Températures

Hiver : Non contrôlée

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

VMC

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC près accès

Courants faibles

Non

Spécificités

Non

Équipements mobiliers

Compris

1 poste mural de lavage et de désinfection

Non compris

Bacs de tri

Prescriptions particulières

Protections chocs en partie basse, bas de porte

Déchets polluants

16

Activité, principes
d'aménagement

Local de stockage pour les déchets à risque devant être enlevés par des services spécialisés et nécessitant des protections particulières

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Accès direct avec l'extérieur

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./ Charges d'exploitation

2,50 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Sol industriel, antidérapant

U4P4E3C2

Plafonds

Peinture lessivable

Parois verticales

Béton brut

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

150 lux

Protection solaire

SO

Occultation

SO

Températures

Hiver : Non contrôlée

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

VMC

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC près accès

Courants faibles

Non

Spécificités

Non

Équipements mobiliers

Compris

1 poste mural de lavage et de désinfection

Non compris

Bacs

Prescriptions particulières

Protections chocs en partie basse, bas de porte

Espace casiers

17

Activité, principes
d'aménagement

Salle équipée de casiers consignes

usagers

Personnel

Liaisons fonctionnelles

Accès aisé depuis la circulation

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U3P3E1C0

Plafonds

Peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Non obligatoire

Éclairage artificiel

200 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Rayonnage de tri avec casiers

Prescriptions particulières

SO

Espace d'accueil

18

Activité, principes
d'aménagement

Salon d'accueil, salle d'attente, banque d'accueil

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accès aisé depuis la circulation

Accès

Nombre / Gabarit

Espace ouvert sur circulation

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Selon parti architectural

U4P3E2C1

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8m

Courants faibles

Wifi

Spécificités

3PC/2RJ45 par poste de travail

Équipements mobiliers

Compris

Banque d'accueil

Non compris

Fauteuils d'attente, table basse

Prescriptions particulières

SO

Espace d'animation exposition

19

Activité, principes
d'aménagement

Lieu d'expositions, d'événements (salons divers, portes ouvertes)

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accès aisé depuis la circulation

Accès

Nombre / Gabarit

Espace ouvert sur circulation

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Selon parti architectural

U4P3E2C1

Plafonds

Selon parti architectural

Parois verticales

Selon parti architectural

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

Modulable jusqu'à 300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi + RJ45 pour les expositions

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Cimaises

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Espace détente rencontre

20

Activité, principes
d'aménagement

Lieu de convivialité, de réunions informelles, d'attente entre les cours

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accès aisé depuis la circulation

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U3P3E1C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Kitchenette

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8m

Courants faibles

Wifi

Spécificités

Selon équipements

Équipements mobiliers

Compris

Kitchenette

Non compris

Distributeurs, machine à café, mange debout, tabourets

Prescriptions particulières

Espace informel

21

Activité, principes d'aménagement

Surfaces libres aménagées ou non pouvant être investies par les étudiants selon leurs besoins : apprentissage, détente, convivialité, ...

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Intégré aux circulations

Accès

Nombre / Gabarit

SO

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Identique au sol de l'espace attenant

U3P3E1C1

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

Ventilation naturelle

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC / 5ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Mobilier spécifique type table filante et assise

Prescriptions particulières

SO

Espace livraison

22

Activité, principes
d'aménagement

Espace de réception de matériaux et matériels et de stockage temporaire

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Lien direct vers l'extérieur

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Sol industriel, antidérapant

U4P3E2C2

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : Non contrôlée

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

Ventilation naturelle

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

SO

Spécificités

3 PC/2RJ45 par poste de travail

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

SO

Prescriptions particulières

Quai de livraison à prévoir

Fablab

23

Activité, principes d'aménagement

Atelier de fabrication à destination des étudiants, des enseignants et pouvant être ouvert à un public extérieur

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

De préférence en RDC

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

600daN/m²

Sol / UPEC

Sol en résine avec remontées périphériques en plinthes

U4P3E2C1

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

450 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Selon projet

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Selon projet

Évacuation

Selon projet

Équipement sanitaire

Selon projet

Courants forts

Selon projet

Courants faibles

Selon projet

Spécificités

Selon projet

Équipements mobiliers

Compris

Selon projet

Non compris

Selon projet

Prescriptions particulières

SO

Hall

24

Activité, principes
d'aménagement

Hall d'entrée, de dégagement et de desserte

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accès du bâtiment, interface avec l'extérieur, le parvis

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie, sas thermique

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

3 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Selon parti architectural

U4P3E2C1

Plafonds

Selon parti architectural

Parois verticales

Revêtement décoratif et acoustique

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

450 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8m

Courants faibles

Wifi + RJ45 pour écrans

Spécificités

3PC/2RJ45 par poste accueil

Équipements mobiliers

Compris

Sas thermique, Banque d'accueil, écran d'affichage

Non compris

Distributeurs, signalétique

Prescriptions particulières

Espace aisément identifiable depuis l'extérieur, conception facilitant l'orientation dans le bâtiment

Hall technologique

25

Activité, principes
d'aménagement

Surface d'enseignement ou de recherche de grande dimension dédiée à des équipements encombrants

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

De préférence en RDC

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

Selon projet

600daN/m²

Sol / UPEC

Sol industriel, antidérapant

U4P3E3C3

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

450 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Selon projet

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Selon projet

Évacuation

Selon projet

Équipement sanitaire

Selon projet

Courants forts

Selon projet

Courants faibles

Selon projet

Spécificités

Selon projet

Équipements mobiliers

Compris

Selon projet

Non compris

Selon projet

Prescriptions particulières

Halle sportive / gymnase

26

Activité, principes d'aménagement

Tout espace de grand volume destiné à la pratique sportive

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Proximité de vestiaires douches

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P / Charges d'exploitation

7 m mini

600daN/m²

Sol / UPEC

Sol sportif, remonté en plinthe

U4P3E2C2

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

1 vol/h

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

Non

Spécificités

Alimentation horloge, panneau des scores

Équipements mobiliers

Compris

Réservations des poteaux sportifs, équipements sportifs solidaires de la structure (paniers de baskets relevables, buts rabattables), horloge et affichage des scores, tribunes

Non compris

Matériel sportif

Prescriptions particulières

Tracé au sol des différents terrains de sport

Magasin de bibliothèque

27

Activité, principes
d'aménagement

Local sécurisé de stockage des ouvrages non ouvert au public ou exceptionnellement, équipé de rayonnages fixes ou mobiles

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

800 à 1 800daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant antistatique
et antipoussière

U4P3E2C0

Plafonds

Traitement antipoussière

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

0,5 vol/h

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml + PC réparties selon surface

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Rayonnages traditionnels toute hauteur ou Compactus

Non compris

Bureau et siège

Prescriptions particulières

SO

Laboratoire confiné

28

Activité, principes
d'aménagement

Laboratoire isolé à accès contrôlé, placé en surpression ou en dépression

usagers

Personnel de recherche, étudiants habilités

Liaisons fonctionnelles

Espace dans zone sécurisée recherche

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès sécurisé dans zone recherche, sas en amont du laboratoire

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés
avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

«Plafond type «salle propre»»

Parois verticales

Peinture lessivable, décontaminable

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

450 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : 25°C

Traitement de l'air

10 vol/h

Confort acoustique

Local sensible

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Lave-mains

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC / ml de pailleuse + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Alimentation équipements informatiques

Spécificités

Alimentation en gaz selon recherche

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse revêtement lisse sans joint, avec point d'eau et bandeau de distribution des fluides, Sorbonnes, armoire ventilée pour les produits chimiques

Non compris

Meubles sous paillasse, tabourets

Prescriptions particulières

Prévoir un sas d'accès

Laboratoire humide

29

Activité, principes d'aménagement

Laboratoire de recherche de chimie, biologie ou autre équipé de paillasse avec distribution d'eau et fluides spéciaux (gaz, AC, vide, ...)

usagers

Personnel de recherche, étudiants habilités

Liaisons fonctionnelles

Espace dans zone sécurisée recherche

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès sécurisé dans zone recherche

Caractéristiques architecturales

H.S.P / Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

Faux plafonds en dalle hygiène

Parois verticales

Peinture lessivable, décontaminable

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

450 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : 25°C

Traitement de l'air

Extractions selon équipements

Confort acoustique

Local sensible

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Lave-mains

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC / ml de paillasse + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Alimentation équipements informatiques

Spécificités

Alimentation en gaz selon recherche

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse revêtement lisse sans joint, avec point d'eau et bandeau de distribution des fluides, Sorbonnes, armoire ventilée pour les produits chimiques

Non compris

Meubles sous paillasse, tabourets

Prescriptions particulières

SO

Laboratoire sec

30

Activité, principes
d'aménagement

Laboratoire de recherche de physique, mécanique ou autre sans distribution d'eau

usagers

Personnel de recherche, étudiants habilités

Liaisons fonctionnelles

Espace dans zone sécurisée recherche

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès sécurisé dans zone recherche

Caractéristiques architecturales

H.S.P./ Charges d'exploitation

2,80 m mini

250 à 600daN/m²

Sol / UPEC

Selon activité de recherche

U4P3E3C3

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

450 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : 25°C

Traitement de l'air

Extractions selon équipements

Confort acoustique

Local sensible

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC / ml de pailleuse + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Alimentation équipements informatiques

Spécificités

Alimentation en gaz selon recherche

Équipements mobiliers

Compris

Pailleuse revêtement lisse sans joint et bandeau de distribution des fluides

Non compris

Meubles sous paillasses, tabourets

Prescriptions particulières

SO

Laverie / autoclave

31

Activité, principes
d'aménagement

Salle équipée pour le nettoyage, la décontamination, la stérilisation du matériel de laboratoire

usagers

Personnel de recherche, étudiants habilités

Liaisons fonctionnelles

En lien avec les laboratoires

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès sécurisé dans zone recherche

Caractéristiques architecturales

H.S.P / Charges d'exploitation

2,80 m mini

600daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés
avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

«Faux plafonds Etanchéité à l'eau, à l'air et aux produits chimiques»

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Non obligatoire

Éclairage artificiel

450 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : 25°C

Traitement de l'air

Extractions selon équipements

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Evier

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC / ml de pailleuse + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse humide et évier

Non compris

Autoclaves

Prescriptions particulières

SO

Local de traitement des ouvrages

32

Activité, principes
d'aménagement

Espace de classement, préparation, numérisation et réparation des ouvrages dans une bibliothèque

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Vers les salles de consultations

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antistatique et antipoussière

U3P3E1C1

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

25m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

SO

Spécificités

3 PC/2RJ45 par poste de travail

Équipements mobiliers

Compris

Plan de travail, rangement toute hauteur intégré

Non compris

Sièges, postes informatiques, chariots

Prescriptions particulières

SO

Local ménage

33

Activité, principes d'aménagement

Stockage des matériels et fournitures de ménage, avec point d'eau

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Locaux répartis

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antidérapant lavable

U1P2E1C2

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable et faïence derrière vide seau

Performances techniques

Éclairage naturel

Non obligatoire

Éclairage artificiel

200 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : Non contrôlée

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

VMC

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Vide eau

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

1 vide seau

Non compris

Chariot de ménage, rayonnage de stockage du matériel et des produits de ménage

Prescriptions particulières

SO

Local sécurité sûreté

34

Activité, principes
d'aménagement

Espace de regroupement des alarmes, de surveillance vidéo, PC sécurité, poste de contrôle

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Positionnement près de l'entrée principale du public d'un bâtiment ou d'un campus

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

2,70 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antistatique lavable

U3P3E1CO

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

25m3/h/pers.

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

SO

Spécificités

«3 PC/2RJ45 par poste de travail Report d'alarmes»

Équipements mobiliers

Compris

Tableau de report des alarmes

Non compris

Tables, sièges, postes informatiques, reports vidéo

Prescriptions particulières

SO

Local technique

35

Activité, principes
d'aménagement

Local accueillant des équipements nécessaires au fonctionnement du bâtiment : TGBT, Télécom, CTA, machinerie d'ascenseur, chaufferie...

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Locaux répartis

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./ Charges d'exploitation

2,80 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Sol industriel, antidérapant

U4P3E2C2

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

150 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

2 vol/h

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon équipement

Courants faibles

Selon équipement

Spécificités

Selon équipement

Équipements mobiliers

Compris

Équipements techniques

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Local technique informatique

36

Activité, principes
d'aménagement

Local sécurisé pour accueillir les équipements informatiques d'un établissement : serveurs, stockage des données ...

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Locaux répartis

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./ Charges d'exploitation

2,80 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Sol industriel, antistatique antidérapant et antipoussière

U4P3E2C2

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

150 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : 19°C

Traitement de l'air

2 vol/h

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon équipement

Courants faibles

Selon équipement

Spécificités

Selon équipement

Équipements mobiliers

Compris

Équipements techniques

Non compris

SO

Prescriptions particulières

Les locaux techniques informatiques (salle serveur) sont climatisés.

Logement de fonction

37

Activité, principes
d'aménagement

Logement de fonction des personnes logées par nécessité de service

usagers

Personnel logé sur site

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

150daN/m²

Sol / UPEC

Sol souple ou parquet, carrelage
dans les salles d'eau

selon les pièces

Plafonds

Peinture lessivable

Parois verticales

Faïence dans les pièces d'eau / toile de verre peinte autres pièces

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire dans les pièces à vivre

Éclairage artificiel

200 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

NC

Traitement de l'air

VMC dans sanitaire et cuisine

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF cuisine, salle d'eau

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Oui

Courants forts

1 PC / 4 ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

Alimentation des équipements de cuisine

Équipements mobiliers

Compris

Équipements sanitaires douche, cuvette WC, baignoire, lavabo, équipements de cuisine : double bac, rangements

Non compris

Mobilier privé du personnel logé

Prescriptions particulières

SO

Office

38

Activité, principes
d'aménagement

Local pour petites préparations culinaires

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Vers espace de réception

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antidérapant lavable

U3P3E3C2

Plafonds

Revêtement lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux, 500 lux au poste de travail

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

0,5 vol/h

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Evier

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

Alimentation des équipements de cuisine

Équipements mobiliers

Compris

Evier avec paillassé sur meuble bas

Non compris

Plans de travail, appareils de réchauffage

Prescriptions particulières

SO

Régie

39

Activité, principes
d'aménagement

Annexe d'amphithéâtre ou de salle de conférence pour la gestion du son, de l'éclairage et de la projection vidéo

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

Espace implanté en fond de salle avec vue sur l'intérieur

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antistatique lavable

U3P3E1C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

SO

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon équipement + 1 PC ménagé / 8 m

Courants faibles

Selon équipement

Spécificités

Connection audio et vidéo avec la salle + 3 PC/2RJ45 par poste de travail

Équipements mobiliers

Compris

Plan de travail

Non compris

Sièges, matériel audio, vidéo et Intercom

Prescriptions particulières

Vitre transparente assurant une liaison visuelle sur salle

Reprographie

40

Activité, principes
d'aménagement

Espace équipé d'un ou plusieurs photocopieurs de proximité

usagers

Personnel

Liaisons fonctionnelles

Dans zone administrative, tertiaire

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local bruyant

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8m

Courants faibles

Alimentation imprimantes

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Rayonnages traditionnels toute hauteur

Non compris

Photocopieur, armoires, table de travail, relieuse

Prescriptions particulières

SO

Restauration préparation / Distribution

41

Activité, principes
d'aménagement

Cuisine, stockage des denrées, banque-self, scramble, vitrine et comptoir de vente

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Espace dans zone cuisine

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antidérapant lavable

U3P3E3C2

Plafonds

Hygiéniquement conforme aux normes alimentaires

Parois verticales

Faïence sur 1,80m, puis peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

400 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : 25°C max

Traitement de l'air

0,5 vol/h

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Evier

Courants forts

Selon équipement

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Equipements de cuisine

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Salle courrier

42

Activité, principes
d'aménagement

Réception et tri du courrier, préparation au départ

usagers

Personnel

Liaisons fonctionnelles

Dans zone administrative

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Casiers courrier, étagères

Prescriptions particulières

SO

Salle d'activités physiques

43

Activité, principes
d'aménagement

Salle de gymnastique, salle d'activités corporelles, yoga, arts martiaux, musculation

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Proximité de vestiaires douches

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

600daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement souple résistant et antistatique

U4P3E1C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

Double flux

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Miroir toute hauteur en fond de salle, rangements intégrés pour les tapis de sol

Non compris

Tapis de sol, matériel sportif

Prescriptions particulières

SO

Salles d'archives mortes

44

Activité, principes
d'aménagement

Stockage d'archives mortes équipé de rayonnages fixes ou mobiles

usagers

Personnel administratif

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès badge

Caractéristiques architecturales

H.S.P / Charges d'exploitation

2,80 m mini

800daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U4P3E2C0

Plafonds

Traitement antipoussière

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

0,5 vol/h

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml + PC réparties selon surface

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Rayonnages traditionnels toute hauteur ou Compactus

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Salles d'archives vivantes

45

Activité, principes
d'aménagement

Stockage d'archives vivantes ou de proximité

usagers

Personnel administratif

Liaisons fonctionnelles

Dans zone administrative

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U4P3E2C0

Plafonds

Traitement antipoussière

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

0,5 vol/h

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml + PC réparties selon surface

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Rayonnages traditionnels toute hauteur

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Salle d'enseignement audiovisuel

46

Activité, principes
d'aménagement

Salle de cours équipée de matériel audiovisuel

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon équipement

Courants faibles

Wifi

Spécificités

3PC/2RJ45 par poste

Équipements mobiliers

Compris

Tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéoprojecteur, écran de projection

Non compris

Tables et sièges / bureau professeur

Prescriptions particulières

SO

Salle d'enseignement banalisé

47

Activité, principes
d'aménagement

Salle de cours théorique en présence d'un enseignant

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

0,5 PC / place + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

3PC/2RJ45 par poste enseignant

Équipements mobiliers

Compris

Tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéopro-
jecteur, écran de projection

Non compris

Tables et sièges / bureau professeur

Prescriptions particulières

SO

Salle d'enseignement informatique

48

Activité, principes
d'aménagement

Salle de cours équipée de matériel informatique

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8m

Courants faibles

Wifi

Spécificités

3PC+2RJ45 par place

Équipements mobiliers

Compris

Tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéopro-
jecteur, écran de projection

Non compris

Tables et sièges / bureau professeur / Postes informatiques

Prescriptions particulières

Détection volumétrique

Salle d'imagerie

49

Activité, principes
d'aménagement

Salle de recherche équipée d'appareils de type microscopes

usagers

Personnel de recherche, étudiants habilités

Liaisons fonctionnelles

Espace dans zone sécurisée recherche

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès sécurisé dans zone recherche

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés
avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

Faux plafond lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

5 vol/h

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon équipement

Courants faibles

Selon équipement

Spécificités

Selon équipement

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse

Non compris

Equipements de recherche, tabourets, meubles sous paillasse

Prescriptions particulières

SO

Salle de caractérisation

50

Activité, principes
d'aménagement

Salle de recherche équipée d'appareils de type spectroscope, pesée...

usagers

Personnel de recherche, étudiants habilités

Liaisons fonctionnelles

Espace dans zone sécurisée recherche

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès sécurisé dans zone recherche

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés
avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

Faux plafond lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

5 vol/h

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon équipement

Courants faibles

Selon équipement

Spécificités

Selon équipement

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse

Non compris

Equipements de recherche, tabourets, meubles sous paillasse

Prescriptions particulières

SO

Salle de conférences

51

Activité, principes
d'aménagement

Espace gradiné à destination de cours théoriques ou conférences

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accessible depuis les circulations principales

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Facilité d'entretien, caractéristiques acoustiques, antiacarien, antistatique et antipoussière

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Facilité d'entretien, caractéristiques acoustiques

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

Modulable jusqu'à 500 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

«Hiver : 19°C mini, 16°C en période d'innoculation»

Eté : Maxi 28 °C

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

0,5 PC / place + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi, sonorisation, Point de connexion sur pupitre

Spécificités

Alimentation vidéoprojection

Équipements mobiliers

Compris

Attente plafond pour vidéoprojection, sonorisation, tableau blanc, écran de projection motorisé

Non compris

Équipement audio vidéo, vidéoprojecteur, sièges équipés de tablettes amovibles

Prescriptions particulières

Limiter les points porteurs / trame de 8 à 10 mètres, détection volumétrique

Salle de consultation bibliothèque

52

Activité, principes
d'aménagement

Espace de consultation des ressources (en ligne ou papiers) et de présentation et mise à disposition des ouvrages en libre-service

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accessible depuis les circulations principales

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Selon parti architectural

U4P3E1C1

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux, 500 lux au poste de travail

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC/ 5 ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Banque d'accueil

Non compris

Rayonnages ouverts, tables filantes et sièges

Prescriptions particulières

SO

Salle de consultation médicale

53

Activité, principes
d'aménagement

Salle de consultation en cabinet médical toute spécialité

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

2,70 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U3P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable et faïence derrière pailasse

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Lave-main

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Lave-main, pailasse humide

Non compris

Lit de consultation, rangement, armoire à pharmacie

Prescriptions particulières

SO

Salle d'enseignement innovant

54

Activité, principes
d'aménagement

Salle équipée pour un enseignement proactif et collaboratif : pédagogie inversée, télé-présence, ...

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Accès aisé depuis la circulation

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Alimentation équipements + 1 PC ménage / 8m

Courants faibles

Wifi

Spécificités

Selon équipements

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

Tables, sièges, équipements numériques

Prescriptions particulières

SO

Salle de Préparation TP

55

Activité, principes
d'aménagement

Salle de préparation des manipulations et cours pour les enseignants et le personnel technique

usagers

Enseignants et préparateurs

Liaisons fonctionnelles

Liaison directe avec salle de TP

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie, passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés
avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

Faux plafond lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux, appoint sur paillasse 600 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

VMC double flux

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

1 cuve par paillasse

Courants forts

6 PC / paillasse + 1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

1 RJ 45 / paillasse

Spécificités

Selon équipements

Équipements mobiliers

Compris

Paillasse revêtement lisse sans joint, avec point d'eau et bandeau de distribution des fluides, armoire ventilée pour les produits chimiques

Non compris

Tabourets hauts, étuve, meuble de rangement

Prescriptions particulières

Détection volumétrique

Salle de projet

56

Activité, principes
d'aménagement

Petite salle de travail en groupe équipée de vidéoprojection et connexions informatiques

usagers

Etudiants

Liaisons fonctionnelles

Accessible depuis les circulations principales

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

SO

Spécificités

«3PC/1RJ45 par poste de travail Alimentation vidéoprojection»

Équipements mobiliers

Compris

Tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéopro-
jecteur, écran de projection

Non compris

Tables, sièges

Prescriptions particulières

SO

Salle de repos

57

Activité, principes d'aménagement

Salle de repos isolée et fermée équipée d'un fauteuil ou d'un lit suivant les besoins

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Eloignement des zones de passage, de bruit

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U3P3E1C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

2 vol/h

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

SO

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

1 ou 2 lits de repos, 1 fauteuil

Prescriptions particulières

SO

Salle de restaurant

58

Activité, principes
d'aménagement

Salle de consommation de denrées et boissons issues d'une cuisine ou d'un poste de vente à emporter ou de distributeurs automatiques

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

En liaison directe avec la distribution, ligne de self, espace de distributeurs automatiques

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Selon parti architectural

U4P3E3C2

Plafonds

Revêtement décoratif et acoustique

Parois verticales

Revêtement décoratif et acoustique

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

3 vol/h

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Fontaine à eau

Courants forts

Alimentation micro-ondes + 1 PC ménage /8ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Point d'eau avec fontaine

Non compris

Tables, sièges, micro-ondes

Prescriptions particulières

Détection volumétrique

Salle de réunion

59

Activité, principes
d'aménagement

Salle de réunion et autres activités collectives : salle de presse, soutenance de thèses, accréditation de recherche, ...)

usagers

Personnel

Liaisons fonctionnelles

Dans zone administrative

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

250 à 400daN/m²

Sol / UPEC

Facilité d'entretien, caractéristiques acoustiques, résistant antiacarien, antistatique et antipoussière

U4P3E2C0

Plafonds

Revêtement décoratif et acoustique

Parois verticales

Revêtement décoratif et acoustique

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

500 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Maxi 28 °C

Traitement de l'air

30m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

0,5 PC / place + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi + RJ 45 à répartir

Spécificités

Alimentation vidéoprojection

Équipements mobiliers

Compris

Tableau blanc avec éclairage, écran, support vidéoprojection

Non compris

Tables, sièges

Prescriptions particulières

SO

Salle de soins

60

Activité, principes
d'aménagement

Salle de soins infirmiers de première urgence

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

A proximité de la salle de consultations

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,70 m mini

250 hors équipements spécifiques daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U3P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable et faïence derrière paillasse

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

Lave-main

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

SO

Spécificités

Alimentation équipements

Équipements mobiliers

Compris

Lave-main, paillasse humide

Non compris

Lit de consultation, rangement, armoire à pharmacie

Prescriptions particulières

SO

Salle de TP humides

61

Activité, principes d'aménagement

Enseignement TP avec distribution d'eau (biologie, chimie, biochimie, ...)

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement, à proximité de la salle de préparation

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

Faux plafond lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

VMC double flux et sorbonne

Confort acoustique

Local sensible

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

1 cuve par paillasse

Courants forts

6 PC / paillasse + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

1 RJ45/paillasse

Spécificités

Alimentation vidéoprojection, 1 PC 380 V

Équipements mobiliers

Compris

Paillasses doubles lisses sans joint, avec point d'eau et bandeau de distribution des fluides, tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéoprojecteur, écran de projection

Non compris

Tabourets hauts, étuve, vidéoprojecteur

Prescriptions particulières

Détection volumétrique

Salle de TP langues

62

Activité, principes
d'aménagement

Enseignement TP de langues

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8m

Courants faibles

SO

Spécificités

«3 PC/1RJ45 par poste de travail Alimentation vidéoprojection»

Équipements mobiliers

Compris

Tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéopro-
jecteur, écran de projection

Non compris

Tables, sièges, pupitre professeur, postes multimédia, vidéoprojecteur

Prescriptions particulières

Détection volumétrique, armoire électrique avec disjoncteur différentiel

Salle de TP mise en situation

63

Activité, principes d'aménagement

Salle de TP pour mise en situation professionnelle pouvant nécessiter des aménagements particuliers liés à la spécialité (salle des marchés, salle de simulation, ...)

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m³/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Selon formation

Évacuation

Selon formation

Équipement sanitaire

Selon formation

Courants forts

Selon formation

Courants faibles

Selon formation

Spécificités

Alimentation vidéoprojection

Équipements mobiliers

Compris

Tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéoprojecteur, écran de projection

Non compris

Tables, sièges, vidéoprojecteur et équipements selon formation

Prescriptions particulières

SO

Salle de TP secs

64

Activité, principes
d'aménagement

Enseignement TP sans distribution d'eau (électricité, électronique, optique, laser, ...)

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement, à proximité de la salle de préparation

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés
avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

VMC double flux

Confort acoustique

Local sensible

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC/EF

Évacuation

Oui

Équipement sanitaire

1 point d'eau dans la salle

Courants forts

6 PC / paillasse + 1 PC ménage/8ml

Courants faibles

1 RJ45/paillasse

Spécificités

Alimentation vidéoprojection, 1 PC 380 V

Équipements mobiliers

Compris

Paillasses doubles revêtement lisse avec bandeau de distribution
électrique, tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de
vidéoprojecteur, écran de projection

Non compris

Tabourets hauts, vidéoprojecteur

Prescriptions particulières

Détection volumétrique

Salle de TP spécifiques

65

Activité, principes
d'aménagement

Enseignement en arts plastiques, théâtre ...

usagers

Etudiants et enseignants

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon TP

Courants faibles

Selon TP

Spécificités

Selon TP

Équipements mobiliers

Compris

Tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéopro-
jecteur, écran de projection

Non compris

Tables, sièges, vidéoprojecteur

Prescriptions particulières

SO

Salle de travail

66

Activité, principes
d'aménagement

Espace fermé mis à disposition des étudiants pour le travail en autonomie, en groupe ou individuel

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Dans zone enseignement

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

2,70 m mini

350daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antistatique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux dans la salle, 600 lux sur le tableau

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

18m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

0,5 PC / place + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

Alimentation vidéoprojection

Équipements mobiliers

Compris

Tableau (noir, blanc ou numérique) avec éclairage, support de vidéoprojecteur, écran de projection

Non compris

Tables, sièges, vidéoprojecteur

Prescriptions particulières

SO

Salle de visioconférence

67

Activité, principes
d'aménagement

Salle équipée d'un matériel de communication image et voix à distance

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Dans zone administrative

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,80 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Selon acoustique

Parois verticales

Facilité d'entretien, caractéristiques acoustiques

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : rafraîchissement

Traitement de l'air

30m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

0,5 PC / place + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

Alimentation des équipements, micros sur table

Équipements mobiliers

Compris

Support de visioconférence, système de sonorisation

Non compris

«Ecrans plats de grande dimension et caméra centrale, Tables, sièges»

Prescriptions particulières

Traitement acoustique spécifique

Salle du Conseil

68

Activité, principes
d'aménagement

Salle de prestige équipée d'un matériel de visioconférence

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accessible depuis les circulations principales

Accès

Nombre / Gabarit

UP selon jauge accueillie

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P/ Charges d'exploitation

3 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Selon parti architectural

U4P3E2C0

Plafonds

Revêtement décoratif et acoustique

Parois verticales

Revêtement décoratif et acoustique

Performances techniques

Éclairage naturel

Obligatoire

Éclairage artificiel

400 lux

Protection solaire

Selon orientation

Occultation

Oui, possibilité de faire le noir

Températures

«Hiver : 19°C mini, 16°C en période d'innoculation»

Eté : rafraîchissement

Traitement de l'air

30m3/h/pers.

Confort acoustique

Local sensible traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

0,5 PC / place + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Wifi

Spécificités

Alimentation vidéoprojection, sonorisation, micros sur table

Équipements mobiliers

Compris

Ecran, support vidéoprojection, système de sonorisation, pupitres avec retour vidéo sur estrade

Non compris

Tables filantes, sièges

Prescriptions particulières

Traitement acoustique spécifique

Sanitaires

69

Activité, principes
d'aménagement

Cabinet d'aisance, lavabos, urinoirs

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Accès aisé depuis la circulation

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antidérapant lessivable

U3P2E2C2

Plafonds

Peinture lessivable

Parois verticales

Faïence toute hauteur

Performances techniques

Éclairage naturel

Non obligatoire

Éclairage artificiel

200 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

VMC

Confort acoustique

Traitement acoustique particulier

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC / EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Appareils sanitaires, lavabos

Courants forts

1 PC / sèche main + 1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Équipements sanitaires, barres d'appui PMR, miroirs, distributeurs de savon liquide, sèche main électrique, patères, dévidoirs papier

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Stockage alimentaire

70

Activité, principes
d'aménagement

Espace de stockage de denrées alimentaires et de matériel de restauration (neutre et froid) et de provisions diverses

usagers

Personnel de restauration

Liaisons fonctionnelles

Espace zone cuisine

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antidérapant lavable

U3P3E3C3

Plafonds

Hygiéniquement conforme aux normes alimentaires

Parois verticales

Faïence sur 1,80m, puis peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 16°C mini

Été : 25°C

Traitement de l'air

0,5 vol/h

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon équipement

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Rayonnages traditionnels toute hauteur

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Stockage froid

71

Activité, principes
d'aménagement

Stockage en chambre froide

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

500daN/m²

Sol / UPEC

Isotherme

Isotherme

Plafonds

Isotherme

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

250 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 4°C

Été : 4°C

Traitement de l'air

SO

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

Selon équipement + 1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Rayonnages, alarme température

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Stockage léger

72

Activité, principes
d'aménagement

Stockage courant de petit matériel et consommable

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Sol en résine avec remontées
périphériques en plinthes

U4P3E2C1

Plafonds

SO

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

250 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 16°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

1 vol.air/jour

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Rayonnages traditionnels toute hauteur

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Stockage lourd

73

Activité, principes
d'aménagement

Stockage de matériels lourds et encombrants

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

selon stockdaN/m²

Sol / UPEC

Sol en résine avec remontées
périphériques en plinthes

U4P3E2C1

Plafonds

SO

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

250 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 16°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

1 vol.air/jour

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Peut contenir des compactus

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Stockage produits dangereux

74

Activité, principes
d'aménagement

Stockage de produits ou fluides spécifiques nécessitant des protections particulières et/ou des aménagements particuliers

usagers

Personnel habilité

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

Faux plafond lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

300 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 16°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

VMC

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Rayonnages traditionnels toute hauteur

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Stockage sécurisé

75

Activité, principes
d'aménagement

Stockage de documents ou de biens à protéger et accessible par un dispositif de sécurité

usagers

Personnel administratif

Liaisons fonctionnelles

A part des circulations tout public

Accès

Nombre / Gabarit

Passage chariot

Niveau de sécurité

Contrôle d'accès

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

400daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement résistant et antista-
tique

U4P3E2C0

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Local aveugle

Éclairage artificiel

250 lux

Protection solaire

SO

Occultation

Non

Températures

Hiver : 16°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

1 vol.air/jour

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Non

Évacuation

Non

Équipement sanitaire

Non

Courants forts

1 PC ménage / 8 ml

Courants faibles

Non

Spécificités

SO

Équipements mobiliers

Compris

Dalle pour coffre fort, rayonnages toute hauteur

Non compris

Coffre fort

Prescriptions particulières

SO

Surface libre

76

Activité, principes
d'aménagement

Surface sans aménagement particulier en attente d'occupation par un tiers

usagers

Selon projet

Liaisons fonctionnelles

Selon projet

Accès

Nombre / Gabarit

Selon projet

Niveau de sécurité

Selon projet

Caractéristiques
architecturales

H.S.P / Charges d'exploitation

Selon projet

Selon projetdaN/m²

Sol / UPEC

Sol dur

Selon projet

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances
techniques

Éclairage naturel

Selon projet

Éclairage artificiel

Selon projet

Protection solaire

Selon projet

Occultation

Selon projet

Températures

Hiver : 19°C mini

Selon projet

Traitement de l'air

Selon projet

Confort acoustique

Selon projet

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Selon projet

Évacuation

Selon projet

Équipement sanitaire

Selon projet

Courants forts

Selon projet

Courants faibles

Selon projet

Spécificités

Selon projet

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Surface spécialisée de recherche

77

Activité, principes
d'aménagement

Espace atypique réalisé pour une activité de recherche (salle irradiateurs, serres, ...)

usagers

Personnel de recherche, étudiants habilités

Liaisons fonctionnelles

Espace dans zone sécurisée recherche

Accès

Nombre / Gabarit

Selon projet

Niveau de sécurité

Accès sécurisé dans zone recherche

Caractéristiques architecturales

H.S.P / Charges d'exploitation

Selon projet

Selon projet daN/m²

Sol / UPEC

Thermoplastique en lés soudés
avec remontées en plinthes

U4P3E3C3

Plafonds

Brut avec peinture lessivable

Parois verticales

Peinture lessivable sans solvant / faible teneur en COV

Performances techniques

Éclairage naturel

Selon projet

Éclairage artificiel

Selon projet

Protection solaire

Selon projet

Occultation

Selon projet

Températures

Hiver : 19°C mini

Selon projet

Traitement de l'air

Selon projet

Confort acoustique

Selon projet

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

Selon projet

Évacuation

Selon projet

Équipement sanitaire

Selon projet

Courants forts

Selon projet

Courants faibles

Selon projet

Spécificités

Selon projet

Équipements mobiliers

Compris

SO

Non compris

SO

Prescriptions particulières

SO

Vestiaires sanitaires

78

Activité, principes
d'aménagement

Vestiaires et cabines de douches, sanitaires, casiers vestiaires

usagers

Tout public

Liaisons fonctionnelles

Lien direct vers les espaces sportifs

Accès

Nombre / Gabarit

0,90 m

Niveau de sécurité

Accès libre aux heures d'ouverture

Caractéristiques architecturales

H.S.P./Charges d'exploitation

2,50 m mini

250daN/m²

Sol / UPEC

Revêtement antidérapant lessivable

U3P2E2C2

Plafonds

Peinture lessivable

Parois verticales

Faïence toute hauteur

Performances techniques

Éclairage naturel

Souhaitable

Éclairage artificiel

250 lux

Protection solaire

SO

Occultation

SO

Températures

Hiver : 19°C mini

Été : Non contrôlée

Traitement de l'air

25m³/h/m²

Confort acoustique

SO

Fluides Réseaux

Alimentation EC-EF

EC / EF

Évacuation

Siphon de sol

Équipement sanitaire

Douches, lavabos, sanitaires

Courants forts

1 PC ménage / 8ml

Courants faibles

Non

Spécificités

Prises à 1,20 m du sol

Équipements mobiliers

Compris

Équipements sanitaires, barres d'appui PMR, miroirs, distributeurs de savon liquide, sèche main électrique, patères, dévidoirs papier

Non compris

Bancs, armoires vestiaires patères

Prescriptions particulières

SO

7 ANNEXES

7.1	Lexique des acronymes utilisés	209
7.2	Guides des bonnes pratiques BIM pour les projets de l'ESR	210
7.3	Charte BIM	252



ANNEXES

7.1 Lexique des acronymes utilisés

ABF : Architecte des Bâtiments de France
ACMH : Architecte en Chef des Monuments Historiques
AMO : Assistance à Maîtrise d'Ouvrage
API : Alarme Portative Individuelle
BBC : Bâtiment de Basse Consommation
BU : Bibliothèque Universitaire
Cfa : courants faibles
CFO : Courants Forts
COV : Composé Organique Volatile
CROUS : Centre Régional des Œuvres Universitaires et Scolaires
CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DATI : Dispositif d'Alarme pour Travailleur Isolé
dB : décibel
DPE : Diagnostic de Performance Énergétique
DPI : Direction du Patrimoine Immobilier
ECS : Eau Chaude Sanitaire
ERP : Établissement recevant du public
HSP : Hauteur sous plafond
ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IGH : Immeuble de Grande Hauteur
ITGH : Immeuble de Très Grande Hauteur
IRE : Ingénieur Régional de l'Équipement
ml : mètre linéaire
MOA : Maître (ou maîtrise) d'Ouvrage
MOE : Maître (ou maîtrise) d'Œuvre
PC : Prise de courant
PCA/PRA : Plan de Continuité d'Activité / Plan de Reprise d'Activité
PCI/PRI : Plan de Continuité d'activité Informatique / Plan de Reprise d'activité Informatique
PCS : Poste Central de Sécurité
PLU : Plan Local d'Urbanisme
PMR : Personne à mobilité réduite
PPRI : Plan de Prévention des Risques d'Inondation
PTI : Protection du Travailleur Isolé

RFID : Radio Frequency IDentification
RIMESR : Référentiel IMmobilier de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
RT : Réglementation Thermique
SDO : Surface dans œuvre
SP : Surface Plancher
SU, SUN, SUB : Surface utile, surface utile nette, surface utile brute
S.O. : Sans objet
TD : Travaux Dirigés
TP : Travaux Pratiques
VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée
VRD : Voiries, Réseaux divers

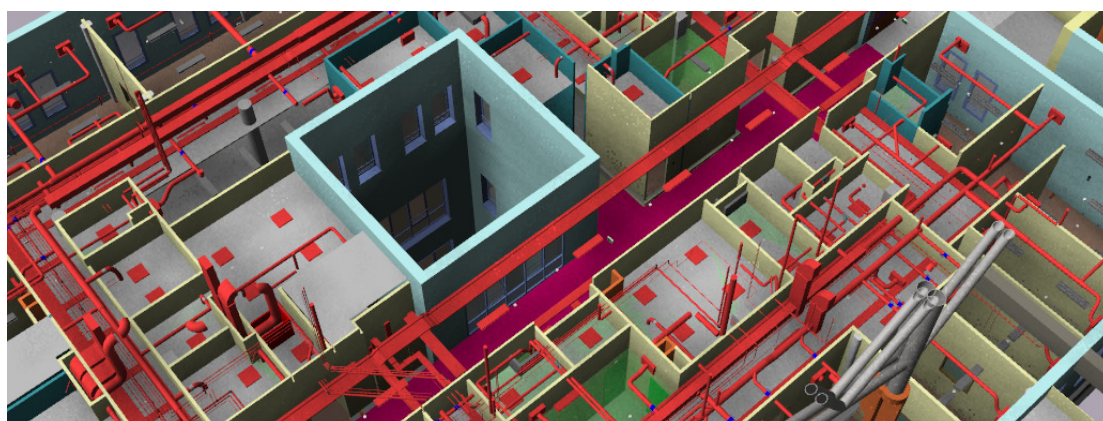
7.2 Guides des bonnes pratiques BIM pour les projets de l'ESR



Guide des bonnes pratiques BIM pour les projets de l'EPAURIF

Protocole MOA

Phase Programmation – Conception - Construction



GLOSSAIRE BIM

APS (Avant-projet sommaire) : elle précise la composition générale du projet, l'organisation générale des ouvrages, leur aspect extérieur, des dispositions techniques particulières ainsi qu'une estimation provisoire du coût prévisionnel des travaux.

APD (Avant-projet détaillé) : elle détermine toutes les surfaces du programme, définissent les dimensions et l'aspect de l'ouvrage par des plans, coupes et dessins de façades. Il détermine également les principes constructifs, les matériaux et les installations techniques ainsi que l'estimation définitive du coût prévisionnel des travaux.

Building Information Modeling ou Building Information Model (BIM) : Méthode de travail basée sur la collaboration autour d'une maquette numérique (BIM information Model). Chaque acteur de la construction crée, renseigne et utilise cette maquette, et en tire les informations dont il a besoin pour son métier. En retour, il alimente la maquette de nouvelles informations pour aboutir au final à un objet virtuel renseigné, représentatif de la construction, de ses caractéristiques géométriques et des propriétés de comportement. BIM pour processus et maquette numérique pour le « modeling ».

BIM Manager : le BIM Manager désigné pour une opération de construction est responsable du contenu de la maquette numérique. En particulier, il a les responsabilités suivantes :

- le respect du niveau de détail de la maquette numérique ;
- la cohérence technique de la maquette au regard des plans publiés ;
- la présence des informations demandées par le présent cahier des charges et leur cohérence avec la conception technique.

BIM Coordinateur : une partie des responsabilités du BIM Manager peuvent être transmises à un BIM Coordinateur. Il peut y avoir un BIM coordinateur par métier technique (BET thermique, BET fluide, ...). La répartition des responsabilités entre le BIM Manager et le BIM Coordinateur est décrite dans le Protocole BIM.

(bSI) Building Smart International : BuildingSmart est une association internationale (ex l'IAI - International Alliance for Interoperability), regroupant des entreprises du secteur de la construction et des éditeurs de logiciels. Cette organisation est divisée en chapitres nationaux dont Mediaconstruct est le représentant français. Elle a pour objectif principal de favoriser l'interopérabilité des logiciels dans le secteur de la construction. bSI gère le format ISO-IFC et d'autres standards comme le BCF, les MVD.

Cahier des charges BIM : Le **Cahier des charges** BIM est le document contractuel permettant de décliner au niveau de chaque marché de l'opération les conditions énoncées dans la charte BIM et l'éventuel protocole BIM MOA. Il doit ainsi décrire de manière très précise l'ensemble des attentes de la maîtrise d'ouvrage vis-à-vis du lauréat du marché en termes d'objectifs et usages BIM, de responsabilité, organisation, moyens humains et matériels, de contraintes de production des maquettes et de contenu. Il peut être annexé à la promesse de vente (dans le cas des marchés privés) ou bien à l'accord cadre (pour les marchés publics).

Charte BIM : La charte BIM est un document générique élaboré par le maître d'ouvrage traduisant sa politique en objectifs de qualité et de performances attendues. Elle recense notamment les exigences et les objectifs à satisfaire pour que le processus BIM des opérations puisse alimenter son processus exploitation maintenance BIM de son patrimoine.

DCE (Dossier de consultation des entreprises) : Le DCE est le dossier transmis au candidat par le maître d'ouvrage. Il comporte les pièces nécessaires à la consultation.

DOE (Dossier des ouvrages exécutés) : Suite à la construction de l'ouvrage, le maître d'œuvre doit transmettre au maître d'ouvrage le dossier des ouvrages exécutés.

ESQ (Etudes d'Esquisse) : elles ont pour objet de proposer des pistes d'aménagement en relation avec les éléments du programme, d'indiquer les délais de réalisation et d'examiner leur compatibilité avec l'enveloppe financière prévisionnelle. Ces études permettent de vérifier la faisabilité de l'opération.

Gestion électronique des documents (GED) : la GED représente l'utilisation de moyens informatisés pour l'ensemble de la gestion d'un document électronique. L'objectif de la GED est de parvenir à constituer un référentiel de l'ensemble des documents d'une entité (entreprise, organisme, ...), qu'ils soient structurés ou non afin d'être en mesure de gérer leur cycle de vie, de leur création à leur destruction.

Gestion Technique de Bâtiment (GTB) ou Gestion Technique du Patrimoine (GTP) : il s'agit d'un système informatique généralement installé dans des grands bâtiments ou dans des installations industrielles afin de superviser l'ensemble des équipements qui y sont installés.

IFC (Industry Foundation Classes) : le format IFC est un format de fichier standardisé ouvert (norme ISO 16739) orienté objet utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels.

Maquette de référence : maquette numérique d'ensemble du projet, incluant la modélisation des différents lots / spécialités, elle permet la revue de maquettes.

Maquette numérique (MN ou MNB : Maquette numérique du bâtiment) : représentation graphique de la base de données numérique, généralement en 3D, contenant des objets BIM (voir Objet BIM) portant l'ensemble des informations et des propriétés du projet. Cette maquette est réalisée à partir d'outils informatique BIM. Cette base de données peut être exploitée de différentes façons : représentation géométrique 3D, tableaux, nomenclatures d'objets.

Maquette numérique urbaine (MNU) : il s'agit d'un modèle de données centralisant et harmonisant des données géographiques (géolocalisées), géométriques (2D/3D), temporelles (4D) et sémantiques, sur plusieurs niveaux de détail. Elle peut être étendue, exploitée, puis enrichie par des moteurs de simulation numérique.

MEDIA@CONSTRUCT : association loi 1901 créée en 1989 pour aider à la diffusion et l'appropriation des NTIC dans toute la filière Bâtiment. Depuis le milieu des années 90, cette association a pour fer de lance l'interopérabilité des logiciels dans le cadre de la maquette numérique « libre » normalisée (openBIM). MEDIA@CONSTRUCT est le chapitre français de Building Smart.

MOA (Maîtrise d'ouvrage) : le Maître d'Ouvrage est la personne physique ou morale client, commanditaire ou donneur d'ordre de l'opération de construction. Son rôle est de définir le programme de construction en fixant ses exigences de prix, de délais et de qualité. Il veille au bon déroulement de l'opération de construction et devra procéder à sa réception. Les maîtres d'ouvrage peuvent être des personnes morales de droit public (pouvoirs publics : état, collectivités territoriales, ...), des personnes privées, physiques ou morales (particuliers qui souhaite construire sa maison), société ou des maîtres d'ouvrage professionnels qui font construire en vue de la revente.

MOE (Maîtrise d'œuvre) : le maître d'œuvre conçoit l'ouvrage, dirige et contrôle l'exécution des travaux. C'est le chef d'orchestre de l'opération de construction. Il en est responsable devant le maître d'ouvrage. Il est en charge des fonctions architecturale, technique et économique. Il s'assure du respect des délais et du budget. Il peut également assister le maître d'ouvrage lors de la réception des travaux.

MNT : Modèle Numérique de Terrain. Il décrit la topographie 3D du terrain naturel.

MOP (loi de la Maîtrise d'Ouvrage Publique) : la loi « MOP », ou loi (85-704 du 12 juillet 1985) est la loi française qui met en place, pour les marchés publics, la relation entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre.

NDD (Niveau de détail ou Level of Detail LOD) : description des granularités de la propriété géométrique des maquettes numériques qui seront attendues aux différents stades du projet de construction.

NDI (Niveau d'information - Level of Information : LOI) : description de la granularité des données et propriétés incluses dans le modèle 3D.

Niveau de développement (NDD) (Level of Development – LOD) : désigne la combinaison du niveau de détail géométrique et du niveau d'information.

NTIC (Nouvelles Technologies de l'Information et le Construction) : ensemble des techniques utilisées pour le traitement et la transmission des informations.

OpenBIM : Désigne l'interopérabilité pour le BIM. C'est la possibilité de pouvoir échanger des données entre logiciels BIM d'éditeurs différents, grâce à un standard d'échanges ouvert. La norme reconnue d'interopérabilité BIM est l'IFC, développées par l'association buildingSMART.

EXE (Phase d'exécution). Cette phase d'une opération de construction comprend principalement deux parties : la préparation du chantier et le déroulement du chantier.

PLM (Product Lifecycle Management) : plateforme collaborative permettant le partage des maquettes, la gestion documentée des maquettes stockées et l'implémentation d'un circuit de validation (VISA) basé sur la maquette numérique.

Processus BIM : un processus est un ensemble d'opérations, d'actions ou d'évènements mis en œuvre pour atteindre un ou plusieurs objectifs et réaliser un usage BIM.

Protocole BIM du titulaire du marché : document contractuel permettant le pilotage de la mise en œuvre des exigences BIM définis par le Maître d’Ouvrage dans le cahier des charges BIM : plateforme logicielle choisie, le circuit de validation, protocole opératoire de conception sous BIM, etc....

Programme Technique Détaillé (PTD) : le PTD comprend les exigences qualitatives (fonctionnalité), quantitatives (surfaces), techniques, environnementales, ...

Système d’information géographique (SIG) : le SIG est un système d’information conçu pour recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de données spatiales et géographiques.

Socle numérique : il s’agit de l’ensemble des données qui constitue la maquette à l’échelle de la ville, comportant le géoréférencement correct du projet, il permet le positionnement des différentes maquettes BIM.

Synthèse sous BIM : il s’agit de la synthèse technique en phase EXE des différents lots. Utile pour la détection de clashes et la visualisation d’une maquette avec tous ces composants.

SOMMAIRE

GLOSSAIRE BIM	2
CONTEXTE	8
L'ETAT DU DROIT SUR LE BIM.....	9
La directive européenne du 26 février 2014.....	9
La transposition de la directive dans le droit français.....	9
La loi MOP	10
IMPLICATION ET ROLE DES ACTEURS	11
La Maîtrise d'ouvrage Directe ou Délégée : l'EPAURIF	11
L'équipe BIM de Maîtrise d'Œuvre.....	12
Le bureau de contrôle – Contrôle Technique (CT)	12
Le Coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (CSPS)	13
L'exploitant / le Facility Manager	13
Le géomètre-expert.....	13
Le programmiste	15
L'AMO BIM / ATMO BIM (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage)	15
L'AMO-HQE (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage – Haute Qualité Environnementale)	16
Synthèse	16
PROCESSUS GENERAL.....	17
Lancement de l'opération	18
Phase Programmation	18
Définition d'un Programme Technique Détaillé (PTD) adapté au BIM	18
Définition du cahier des charges BIM	19
Phase Sélection de la maîtrise d'œuvre	21
Dans le cadre d'un appel d'offre restreint, d'une procédure concurrentielle avec négociation, d'une procédure négociée avec mise en concurrence préalable ou d'un dialogue compétitif....	21
Dans le cadre d'un Concours (articles 88 et 89 du décret n°2016-360).....	21
Phase Avant-Projet (AVP ou APS – APD)	23
Choix des outils BIM	23
Livraison et vérification des maquettes	23
Phase PC	24
Phase PRO-DCE.....	25

Phase EXE Chantier.....	26
Phase AOR	28
INTEGRATION DU BIM DANS LES DOCUMENTS DE CONSULTATION	31
Dans l'AAPC (Avis d'Appel Public à la Concurrence)	31
Dans le CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières)	31
Préambule	31
Les Livrables.....	31
Prestations particulières.....	32
Dans le Cahier des Charges BIM de la MOE	33
Principes généraux	33
Dans le RC (Règlement de la Consultation) de la MOE	33
Dossier de consultation.....	33
Présentation des propositions	33
Jugement des propositions	34
Indemnisation.....	35
Dans le RC (Règlement de la Consultation) d'un AMO/ATMO BIM	35
Critères de sélection des candidatures	35
Critères de jugement des offres	35
Dans le Cahier des Clauses Particulières (Contrôleur Technique)	35
Les pièces constitutives du marché.....	35
Missions du CT.....	36
Phases d'intervention du CT.....	36
Dans le Cahier des Clauses Particulières (CSPS)	37
Les pièces constitutives du marché.....	37
Missions du CSPS.....	38
USAGES DE LA MAQUETTE NUMERIQUE (BIM)	39

CONTEXTE

Le CSTB établit le présent protocole BIM pour l'Etablissement Public d'Aménagement Universitaire de la Région Ile de France (EPAURIF), opérateur immobilier sous tutelle du ministre chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche. Ce protocole s'appuie sur le fonctionnement interne et le contexte juridique dans lequel intervient l'EPAURIF (ordonnance n°2015-899 du 23 juillet 2015 et décret n°2016-360 du 25 mars 2016). Il définit l'ensemble du processus collaboratif qui alimentera la maquette numérique tout au long du cycle de vie de l'ouvrage (programmation, procédure de recrutement du maître d'œuvre ou d'un groupement en charge de la conception-réalisation, conception, réalisation).

Ce protocole vise un triple objectif :

- Apporter des réponses ou dégager des pistes de réflexion face aux questionnements qui émergent de la pratique du BIM (en termes d'accès à la commande publique, de responsabilités, ...).
- Présenter les utilisations possibles de l'outil juridique pour accompagner, mieux encadrer et sécuriser le processus BIM afin de renforcer son efficacité.
- Définir le travail, la collaboration et les interactions entre les différents corps de métiers d'un projet de construction pour les phases de conception et réalisation de la maquette numérique.

Ce présent protocole sera complété par un document relatif à la phase Exploitation et Maintenance.

L'ETAT DU DROIT SUR LE BIM

La réglementation spécifique au BIM est à ce jour quasi inexistant en France. Les seules dispositions normatives sont issues de la transposition dans le droit français de la directive européenne 2014/24/UE du 26 février 2014, par l'ordonnance du 23 juillet 2015 relative aux marchés publics et son décret d'application du 25 mars 2016, lesquelles visent plus largement « les outils de modélisation électronique des données du bâtiment ».

La jurisprudence est inexistante, les tribunaux n'ayant pas eu l'occasion de se prononcer sur une pratique encore trop récente. De ce fait, de nombreuses initiatives ont vu le jour et plusieurs chantiers ont été menés ou sont en cours afin de tenter d'orienter, de préciser, voire de donner un cadre aux projets développés en BIM.

C'est dans ce contexte que la pratique du BIM se développe aujourd'hui ; elle fait émerger une forte demande, venant de nombreux acteurs, de disposer de davantage de repères voire de normes pour les guider. Si l'adaptation de certains textes, en particulier de la loi MOP, semble nécessaire, il n'est en revanche pas certain que l'adoption d'une réglementation spécifique au BIM soit nécessaire ou opportune.

La directive européenne du 26 février 2014

La directive européenne 2014/24/UE sur la passation des marchés publics vise notamment à mettre en avant « *l'achat innovant* ».

Bien qu'elle ne soit pas exclusivement consacrée au BIM, son article 22 offre la possibilité d'exiger, pour les marchés publics de travaux et les concours, l'utilisation « *d'outils électroniques particuliers tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment ou des outils similaires* », sous réserve d'offrir aux candidats « *d'autres moyens d'accès* » si ces outils ne sont pas communément disponibles.

Appliquée au BIM, la directive offre donc la possibilité à un maître d'ouvrage public d'exiger, dans l'AAPC (Avis d'Appel Public à la Concurrence) pour la passation d'un marché de travaux ou dans l'avis de concours, l'utilisation de la maquette numérique BIM, à condition d'offrir aux candidats des moyens permettant effectivement à tous de participer à la consultation et d'y répondre.

La transposition de la directive dans le droit français

L'ordonnance du 23 juillet 2015 relative aux marchés publics et son décret d'application du 25 mars 2016 transposent en droit français les directives européennes 2014/24/UE (directive marchés publics) et 2014/25/UE du 26 février 2014 (directive concessions). Ces textes s'inséreront dans le futur code de la commande publique qui regroupera l'ensemble des règles applicables à la passation

et à l'exécution des marchés publics, concessions, délégations de services public et partenariat public-privé.

Au regard du texte de la directive 2014/24 sur l'utilisation « *d'outils électroniques particuliers tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment ou des outils similaires* », les Etats membres ont eu une certaine marge de liberté dans leur travail de transposition. Tandis que certains pays ont rendu obligatoire l'utilisation du BIM sur certains projets, la France a choisi de se limiter à une transposition simple des dispositions de la directive, se contentant de reprendre son texte et de mentionner la faculté des pouvoirs adjudicateurs de recourir au BIM pour les marchés de travaux et de concours.

En pratique, un maître d'ouvrage désireux de développer son projet en BIM privilégiera la mise en place d'une procédure de mise en concurrence restreinte et exigera, au stade de la candidature, que les candidats justifient non seulement de leurs moyens matériels mais surtout des compétences et références des membres de l'équipe en BIM.

La loi MOP

La loi MOP n'ayant pour l'instant pas intégré le BIM dans son texte, ce « guide de bonnes pratiques » visent à initier des méthodes de travail durant toutes les phases du cycle de vie d'un projet.

En effet, les nouvelles méthodes de travail que suggère la maquette numérique invitent à adapter le processus général extrait de la loi MOP, que ce soit en termes de livrables que de relations professionnelles entre les acteurs de la construction et de l'aménagement.

Si la loi MOP pourrait faire l'objet d'une révision au regard de l'évolution des pratiques, elle devrait en revanche rester inchangée sur les principes fondamentaux qu'elle a mis en place, en particulier l'obligation pour le maître d'ouvrage de définir ses besoins (le programme de l'opération) ou encore la mission de base de maîtrise d'œuvre pour les ouvrages de bâtiment.

IMPLICATION ET ROLE DES ACTEURS

L'essor du BIM sur les projets de construction et d'aménagement implique une révision des façons de travailler durant le cycle de vie d'un ouvrage.

La gestion, la visualisation, l'annotation et l'évaluation des maquettes numériques sont désormais des étapes à considérer dans ce processus collaboratif multi-acteurs.

De ce fait, le CSTB a volontairement dissocié les deux parties suivantes :

- Implication et rôle des acteurs : définition des acteurs en mentionnant leurs contributions générales à l'égard du BIM
- Processus général : définitions des interactions entre les acteurs, des responsabilités, des livrables attendus tout au long des phases de projet

La description du rôle des acteurs ci-dessous présente les modalités d'intervention dans le cadre où chacun feraient usage du BIM dans le cadre de ses responsabilités. A noter que la réglementation ne permet toutefois pas de contraindre l'ensemble des acteurs à travailler exclusivement à partir de la maquette numérique.

La Maîtrise d'ouvrage Directe ou Déléguée : l'EPAURIF

Le maître d'ouvrage est la personne morale pour laquelle le projet mené en BIM est conçu et exécuté. De son rôle de commanditaire, il est l'instigateur du projet. Son rôle sera d'orchestrer l'ensemble des acteurs qui travailleront pour lui et d'insuffler un dynamisme à l'égard de la démarche BIM tout au long du projet. Il passe les contrats avec les différents intervenants de l'opération de construction, exerce son pouvoir général de direction et de contrôle pendant leur exécution et procède à la réception de l'ouvrage, après l'achèvement des travaux.

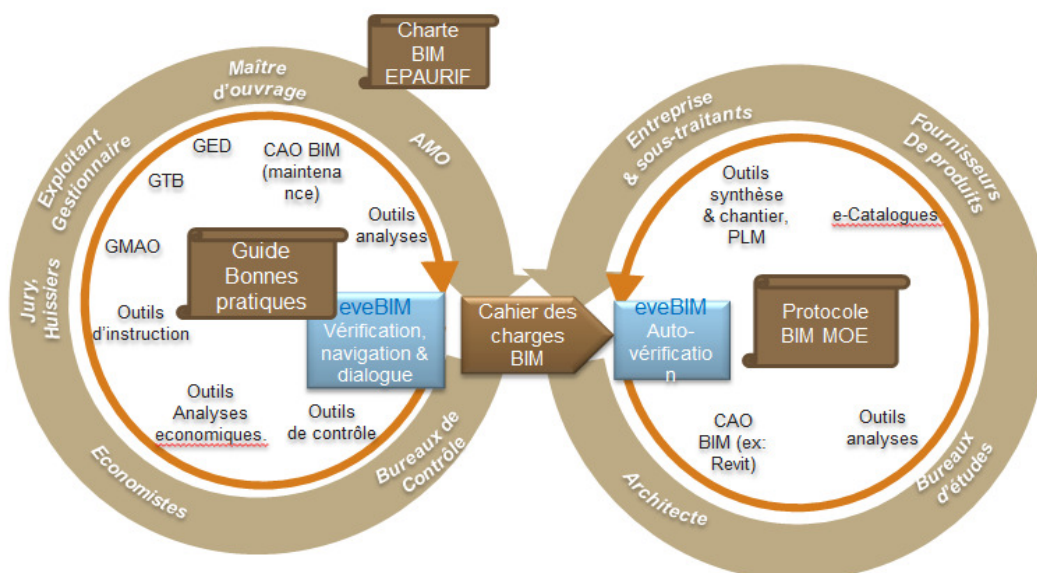


Schéma des acteurs BIM © CSTB

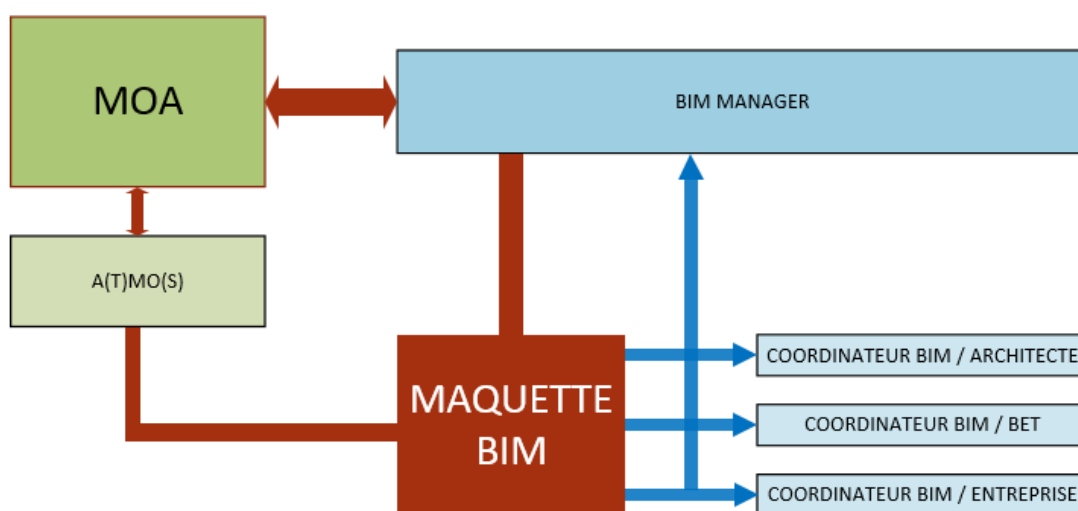
En lien avec la Charte BIM qui décrit les règles générales et les niveaux de développement de ses projets, le présent Protocole¹ de MOA vise à expliciter le processus BIM côté EPAURIF (acteurs/outils/données) pour un projet spécifique.

L'équipe BIM de Maîtrise d'Œuvre

La Maîtrise d'Œuvre mandatée pour la conception devra être impérativement accompagnée d'une équipe de BIM Management, chargée de la maquette numérique. Plusieurs cas de figures sont possibles :

- un BIM Manager externe et des Coordinateurs BIM chez chacun des membres du groupement de MOE : l'avantage d'avoir un BIM Manager externalisé réside dans son impartialité (*diagramme ci-dessous*).
- Une équipe BIM interne à la MOE (Manager, Coordinateur, Dessinateur-Projeteur) : Cette solution peut être privilégiée si le mandataire se présente seul.

L'organisation de l'équipe et ses compétences doivent dans tous les cas figurer dans le Mémoire Technique remis par le Mandataire au moment de la remise des offres.



BIM Manager externe © CSTB

Le bureau de contrôle – Contrôle Technique (CT)

Notifié par la MOA, ses missions peuvent s'étaler du recrutement de la Maîtrise d'oeuvre à la fin des travaux. Le bureau de contrôle est tenu de vérifier la qualité des ouvrages et doit donc, dans le processus BIM, avoir accès à la maquette numérique. Il rédigera ses avis lors des phases suivantes et il pourra émettre des avis au format BCF (BIM Collaboration Format) :

- Conception : établissement du Rapport Initial de Contrôle Technique (RICT) qui synthétise les avis sur ouvrages après examen des documents de conception (maquette numérique, étude thermique, simulation numérique,...)

¹ Guide de bonnes pratiques

- Exécution : avis sur ouvrages après examen in situ de l'efficacité des conditions de maîtrise des risques prévues par les différents acteurs (entreprises, maître d'œuvre)
- Dossier des Ouvrages Exécutés : établissement du Rapport Final de Contrôle Technique (RFCT) qui regroupe tous les avis établis durant les travaux et n'ayant pas été levés à la réception.

Le Coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (CSPS)

Il doit être notifié par la MOA, dès la phase de conception, pour toute opération de bâtiment ou de génie civil où sont appelés à intervenir plusieurs travailleurs indépendants ou entreprises. Sa mission a pour objectif de prévenir les risques résultant des interventions simultanées. Et de fait, dans le processus BIM, il a un droit de regard sur la maquette en phase Avant-Projet Définitif et il pourra émettre des avis au format BCF (BIM Collaboration Format) si la conception engendre des dangers pour les entreprises.

Sa mission concerne plus particulièrement la phase Chantier, durant laquelle il mentionnera dans le Registre Journal, avec la maquette numérique, les points durs relevant de la sécurité ou de la santé. Pour les faits relativement importants pour être signalés, les annotations sur la maquette et la rédaction d'un rapport dans le Registre Journal auront lieu.

Enfin, en parallèle des opérations de réception, le CSPS devra rédiger le DIUO (Dossier d'Intervention Ultime sur l'Ouvrage) sur la base de la maquette numérique. Lors de l'exploitation, ce dossier servira à la prévention des risques par les entreprises et le gérant de l'ouvrage.

L'exploitant / le Facility Manager

L'exploitation et la maintenance d'un bâtiment est une discipline propre à elle-même. L'exploitation et la maintenance du patrimoine relève dans la majorité des cas des établissements pour lesquels l'EPAURIF intervient. Pour autant, dans sa convention de Maîtrise d'Ouvrage Directe ou Déléguée l'EPAURIF est souvent amené à lui porter assistance dans la mise en place de l'exploitation-maintenance des ouvrages livrés. L'EPAURIF peut ainsi procéder à l'assistance dans les consultations des entreprises privées en charge de la gestion technique : le Facility Manager.

Le Facility Manager est généralement consulté par la MOA pour assurer la Gestion Technique du Bâtiment (GTB). Il est notifié dans le cadre d'un marché en amont de la réception des travaux afin d'être intégré au processus des opérations préalables à la livraison. L'EPAURIF assure le suivi et la levée des réserves relatives à la réception et relevant de la Garantie de Parfait Achèvement (GPA). Avec l'essor du numérique et du BIM, l'enjeu pour le Facility Manager est de se doter d'outils de GMAO (gestion et maintenance assistée par ordinateur) compatible avec le standard d'échanges IFC des maquettes numériques BIM – ceci afin d'accroître la réactivité, de maîtriser les coûts d'intervention grâce à la base de données contenue dans la maquette.

Le géomètre-expert

Le géomètre-expert est le seul professionnel habilité par la loi à dresser des plans et documents topographiques ayant une incidence foncière. Il identifie, mesure, évalue la propriété immobilière qu'elle soit publique ou privée, bâtie ou non, tant en surface que sous le sol, et enregistre les relevés ainsi réalisés et celui des droits réels qui y sont attachés.

Dans une démarche BIM, les relevés réalisés par un géomètre expert peuvent être produits en 3D dans une maquette numérique qui sera ensuite mise à disposition des intervenants ultérieurs. La mission du géomètre expert pourra à cet égard ne pas se limiter aux relevés ayant une incidence foncière mais être plus globale et concerner l'ensemble de l'existant.




L'étendue de la mission qui lui est confiée devra être rédigée par l'EPAURIF dans un Cahier des Clauses Techniques Particulières spécifique, s'agissant notamment de la précision attendue par le maître d'ouvrage des relevés numériques commandés.

Le socle de la Maquette Numérique sera élaboré par le géomètre expert. Il devra être géoréférencé en RGF Lambert 93 et comprendre à minima les éléments suivants :

- Le modèle numérique de terrain (MNT)
- Les sols (chaussées, trottoirs, dallages, sol naturels, eau)
- Les bâtiments
- Les voies ferrées
- Les ouvrages d'art
- Les principaux éléments de mobilier urbain
- Les principaux éléments de végétation

S'il est disponible, ce socle sera communiqué aux équipes de Maîtrise d'œuvre dans le cadre des concours. A défaut, elles pourront s'appuyer sur le levé topographique réalisé au format CAO.

Plusieurs techniques d'acquisition de données existent sur le marché. Pour de la modélisation urbaine et architecturale, les solutions « de base » détaillées dans le tableau ci-dessous suffisent :

Scanner-laser statique (type Faro X130 ou équivalent)	Véhicule terrestre + système embarqué (type RIEGL VMX-450 ou équivalent)	Drone multi-rotors avec capteur 38Mpx
		
Tolérance à $\pm 2\text{mm}$	Tolérance $\pm 1\text{cm}$	Tolérance à $\pm 8\text{cm}$
Principal cas d'usage : Scan d'un bâtiment existant ou d'un terrain de moins de 5Ha.	Principal cas d'usage : Scan des infrastructures et des façades orientées vers l'espace public. (échelle d'un quartier ou d'une ville).	Principal cas d'usage : Relevé photogrammétrique des façades d'un bâtiment.
Inconvénient de la solution : Nécessite de faire plusieurs scans (1 pour 10m ² environ) voire plus selon la complexité du site.	Inconvénient de la solution : Ne scanne que les endroits où la circulation des véhicules terrestres est possible (certains nuages de points risquent donc d'être incomplets)	Inconvénient de la solution : Pour reconstituer un objet en 3D, le drone doit pouvoir effectuer une rotation complète autour de l'objet

Les technologies étant nouvelles, les coûts d'acquisition varient entre 1 et 10 euros HT du mètre carré selon les moyens d'acquisition, la tolérance du matériel, les assurances diverses et les coûts de post-traitement. Ces ratios tendent à baisser.

Le programmeur

Le programmeur intervient dans la phase études préalables pour établir le programme fonctionnel et technique du projet et en donner une première estimation financière. Son étude préalable permet au maître d'ouvrage d'exprimer les objectifs et les contraintes du projet. Grâce à des observations précises, des entretiens, une recherche exhaustive des obligations à remplir, la prise en compte des attentes des services utilisateurs et des usagers, etc., le travail du programmeur permet de réduire le coût final de la construction, trop souvent alourdi par des modifications de plans ou des travaux supplémentaires en cours de chantier.

Son travail consistera à livrer un Programme Technique Détaillé compatible à la démarche BIM initiée par la maîtrise d'ouvrage.

Pour faciliter le travail du MOE et la vérification automatique des maquettes produites, le PTD devra être accompagné d'une traduction BIM des principales caractéristiques attendues du bâtiment. La livraison d'un PTD compatible à la démarche BIM servira à initier le montage du marché de maîtrise d'œuvre ou de conception-réalisation.

Le programmeur pourra être associé à l'analyse des maquettes au regard du programme en phase de désignation de l'équipe de MOE et en phase de conception.

L'AMO BIM / ATMO BIM (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage)

Lorsque l'EPAURIF décide de mener son projet, différentes formes d'assistances techniques peuvent lui être proposées : l'AMO BIM et l'ATMO BIM.

Pour l'AMO BIM, il s'agit d'accompagner le maître d'ouvrage dans la phase pré-opérationnelle de son projet. Ses missions doivent consister à rédiger le cahier des charges BIM propre à l'opération. Celui-ci devra être en accord avec :

- la charte BIM de l'EPAURIF
- le présent guide de bonnes pratiques de l'EPAURIF

Il peut accompagner l'EPAURIF dans l'organisation de la consultation des Maîtres d'œuvre ou des bureaux d'études spécialisés, d'analyser les offres et d'animer les commissions de jury.

Pour l'ATMO BIM il s'agit, en plus de la mission d'AMO BIM de faire le relai entre le MOA et le MOE durant les phases de conception et de construction.

Sur la question du BIM, c'est lui qui sera chargé de s'assurer que le MOE respecte les prescriptions fixées par le MOA en matière de BIM. Par exemple, il sera chargé de vérifier la conformité de la maquette numérique par rapport au cahier des charges, à l'issue de chaque phase. Pour ce faire, il pourrait mettre en place des outils de vérification et les partager avec l'EPAURIF.

L'AMO-HQE (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage – Haute Qualité Environnementale)

L'AMO HQE accompagnera l'EPAURIF puis le maître d'œuvre en vue de la concrétisation des objectifs liés à la qualité environnementale.

L'AMO HQE traduira les demandes du maître d'ouvrage en prescriptions claires et précises, prenant en compte le site, les conditions climatiques, les ressources et les savoir-faire locaux. Il fixera les exigences liées à la qualité environnementale, vérifiera leur compatibilité entre elles, avec le site et avec l'enveloppe financière disponible. Il devra concevoir et mettre en place des indicateurs et des outils fiables, permettant de mesurer le degré de réalisation des cibles tout au long du projet (de la conception à l'exploitation).

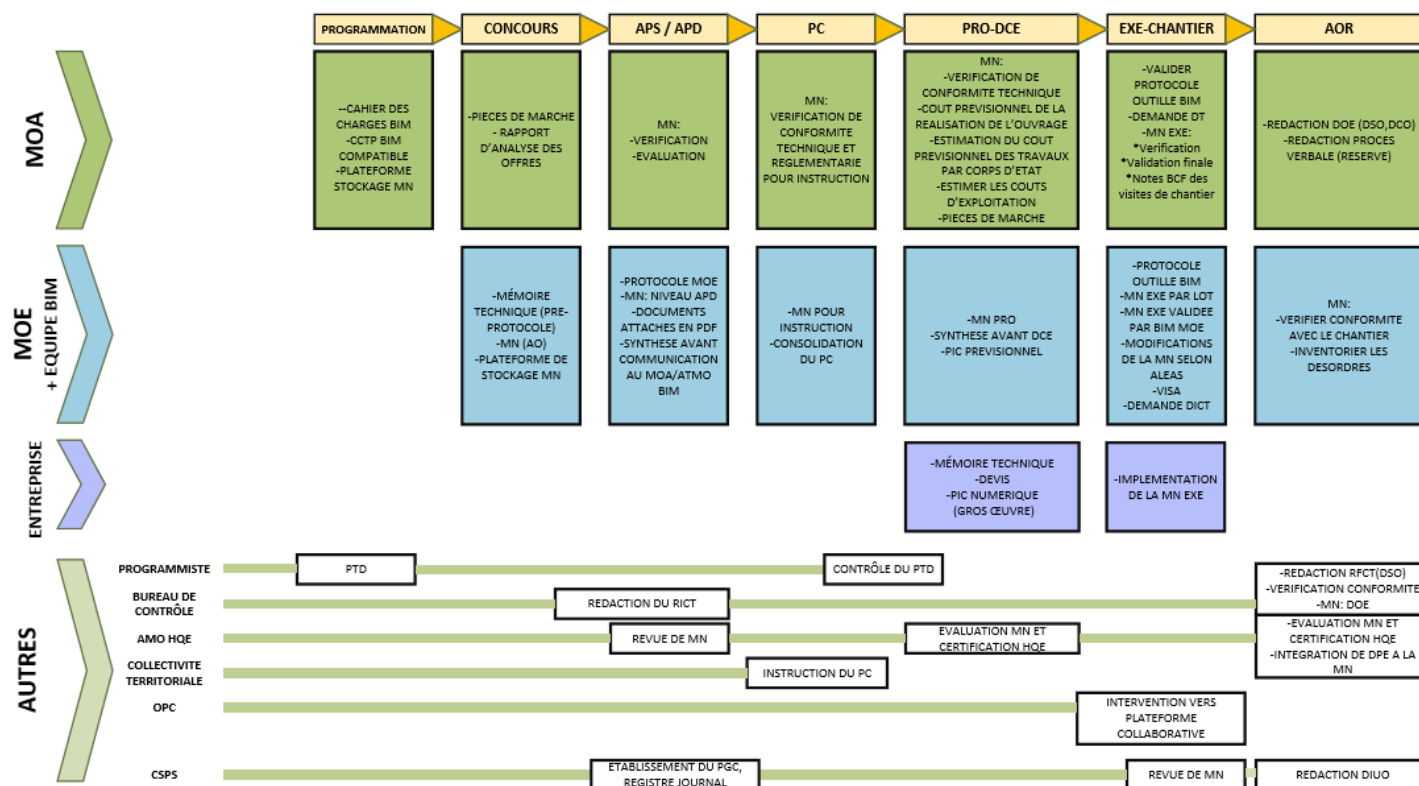
Son rôle devra être compatible à la démarche BIM initiée. Il devra veiller à l'intégration dans la maquette, des propriétés relatives à la performance environnementale définies dans le Cahier des Charges BIM. Cette action permettra *in fine* son évaluation. Ainsi, il est préconisé que l'AMO-HQE participe au contrôle de la maquette BIM à différentes étapes du processus. Il établira également la liste des documents que devront fournir les divers intervenants et soumissionnaires permettant de juger la mise en pratique des cibles. Son rôle sera aussi de sensibiliser chaque acteur du projet.

Synthèse

MOA	- DESIGNATION D'UN REFERENT BIM POUR L'OPERATION
	- APPEL A AMO BIM / ATMO BIM
	- MISE EN PLACE DES Cdc BIM POUR L'ENSEMBLE DES INTERVENANTS
PROGRAMMISTE	- LIVRE LE PTD A LA MOA (PROGRAMME BIM)
	- VEILLE AU RESPECT DU PROGRAMME
AMO BIM / ATMO BIM	- ACCOMPAGNER LA MOA
	- REDIGER CHARTE BIM, PROTOCOLE BIM ET CLAUSSIER BIM
BUREAU DE CONTRÔLE	- ACCES A LA MN
	- VERIFICATION ET RAPPORT
AMO HQE	- CONTRÔLE DE LA MN PAR RAPPORT AUX EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES
EXPLOITANT	- LA MOA OU UN FACILITY MANAGER
	- GTP ET GMAO

PROCESSUS GENERAL

Le schéma ci-dessous décrit le processus BIM pour l'ensemble des acteurs ayant une implication sur la maquette numérique, de la programmation à la réception de l'ouvrage.



Le processus BIM implique trois acteurs principaux : la MOA, la MOE et son équipe BIM, et l'entreprise. Le réseau d'acteurs externes impliqués dans le processus, soit à travers des besoins et obligations des trois acteurs principaux, soit à travers des autorisations administratives obligatoires comme le Permis de Construire est identifié comme « Autres ».

Les livrables du processus sont dans un premier temps (Programmation, Concours), ceux qui préparent la création du Protocole MOE et des maquettes numériques.

A partir de la phase APS, la maquette numérique va s'enrichir à chaque étape et entraîner la production des différents livrables : des documents papier (comme le Permis de Construire), des vérifications réglementaires et des conformités techniques, des estimations des coûts, la planification de l'exploitation, la construction du bâtiment et le témoignage des désordres de cette construction. Une autre série de livrables de nature différente sont le résultat de chaque phase (Protocole outillé, visa, mémoires, certifications, etc.).

Lancement de l'opération

Le lancement d'une opération de construction, de réhabilitation ou d'aménagement suppose pour le maître d'ouvrage d'avoir pu vérifier au préalable un certain nombre de données matérielles. Il en est ainsi notamment du relevé de terrain, ou encore de la vérification des surfaces projetées.

Ces informations, et leur fiabilité, sont essentielles : elles ont une incidence pratique évidente sur la conception du projet de l'opération ; elles ont aussi une incidence juridique : une erreur dans les données de l'existant pourrait avoir des conséquences importantes sur le contenu des études et le déroulement du projet en entraînant des reprises d'études, lesquelles, selon le stade auquel elles interviennent, peuvent non seulement s'avérer coûteuses mais aussi provoquer une interruption de travaux, un décalage dans le calendrier de l'exécution et un dérapage du budget de l'opération.

Lorsque l'opération est menée en BIM, il est pertinent d'intégrer ces informations au process. Ces données pourront en effet être produites en 3D et intégrées au modèle numérique de terrain (MNT) qui sera mis à la disposition des intervenants ultérieurs.

Le géomètre-expert est le seul professionnel habilité par la loi à dresser des plans et documents topographiques ayant une incidence foncière. Dans le cadre d'une démarche BIM, ses missions s'étendront au scanning de l'état existant du terrain (acquisition de données 3D par scan-laser, mobile mapping, drone...).

Phase Programmation

Définition d'un Programme Technique Détaillé (PTD) adapté au BIM

La phase de programmation consiste pour le maître d'ouvrage, après avoir procédé aux études d'opportunité et de faisabilité de l'opération envisagée, à définir ses besoins et les caractéristiques et contraintes de l'ouvrage à réaliser : exigences architecturales, fonctionnelles, techniques, économiques environnementales, etc.

Suite au recrutement d'un programmeur, le titulaire et la MOA vont se réunir pour fixer un cadre au projet, exprimer les objectifs et ses contraintes (techniques, administratives...). Dans une démarche itérative avec l'EPAURIF, le programmeur va alors procéder à diverses études (site, bâtiments, pré-

dimensionnement des besoins et à la faisabilité technique, financière et réglementaire du projet). A la suite de son étude préalable, le prestataire remettra le Programme Technique Détaillé (PTD).

Dans ce PTD, qui pourrait être rebaptisé « BIM Program », devra figurer toutes les exigences qualitatives (fonctionnalités), quantitatives (surfaces), techniques, environnementales que devra respecter le futur MOE.

Pour être « BIM compatible », faciliter le travail du MOE et la vérification automatique des maquettes produites le PTD devra être accompagné d'une traduction BIM des principales caractéristiques attendues du bâtiment sous la forme d'un tableur comme ci-après :

CATEGORIE	NOMENCLATURE DES ESPACES	Caractéristiques dimensionnelles		FINITIONS			Eclairage naturel /	
		Hauteur sous plafond min (m)	Hauteur sous plafond max (m)	Révetement de sol	Finition parois verticale	Finition plafond	Protection solaire	Largeur ouverture
		Pset (SPACE min) Concours	Pset (SPACE max) Concours					Base Quantities
	<i>Pset Identification</i>			<i>PRO</i>	<i>PRO</i>	<i>PRO</i>	<i>APD</i>	<i>PRO</i>
	<i>Vérification BIM de type</i>							
	<i>Phase d'exécution</i>							
01-Enseignement	Amphithéâtre 100 A 200	8	10	U4 P3 E2 CO sol mince résistant	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Amphithéâtre 200 A 300	8	6	U4 P3 E2 CO sol mince résistant	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Amphithéâtre >300	6	6	U4 P3 E2 CO sol mince résistant	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle banalisée <10	6	6	U4 P3 E2 CO sol mince résistant	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle banalisée 10 à 19 per	2,4	6	U4 P3 E2 CO sol mince résistant	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle banalisée 20 à 30	2,4	6	U4 P3 E2 CO sol mince résistant	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle banalisée 31 à 50	2,4	6	U4 P3 E2 CO sol mince résistant	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle banalisée 51 à 99	2,4	6	U4 P3 E2 CO sol mince résistant	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle de travail	2,4	6	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle d'examen	2,4	6	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle de langue	2,4	6	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Salle multimedia	2,4	6	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Circulation	2,4	6	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	Sanitaire	2,4	6	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
01-Enseignement	à compléter selon projet	2,4	6	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
03-Recherche	Salle de TP Laboratoire sec	5	Aucun	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
03-Recherche	Salle de TP Laboratoire humide	5	Aucun	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
03-Recherche	Salle de technologie	5	Aucun	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
03-Recherche	Laboratoire sec	5	Aucun	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
03-Recherche	Laboratoire humide	5	Aucun	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	
03-Recherche	Laboratoire de technologie	5	Aucun	4 P3 E2 CO sol mince résistant antistatique	Peinture satinée ou brillante	Faux plafond Acoustique	O/N (selon orientation)	

Programme BIM

Durant la phase Concours, les propositions architecturales, qui prendront la forme de maquettes numériques IFC, devront respecter ces éléments.

C'est à cette condition qu'il sera possible d'examiner par des outils de vérification, la conformité au BIM Program des maquettes numériques durant toutes les phases de la conception à la réalisation (validation de la présence des propriétés et vérification de leurs valeurs).

Définition du cahier des charges BIM

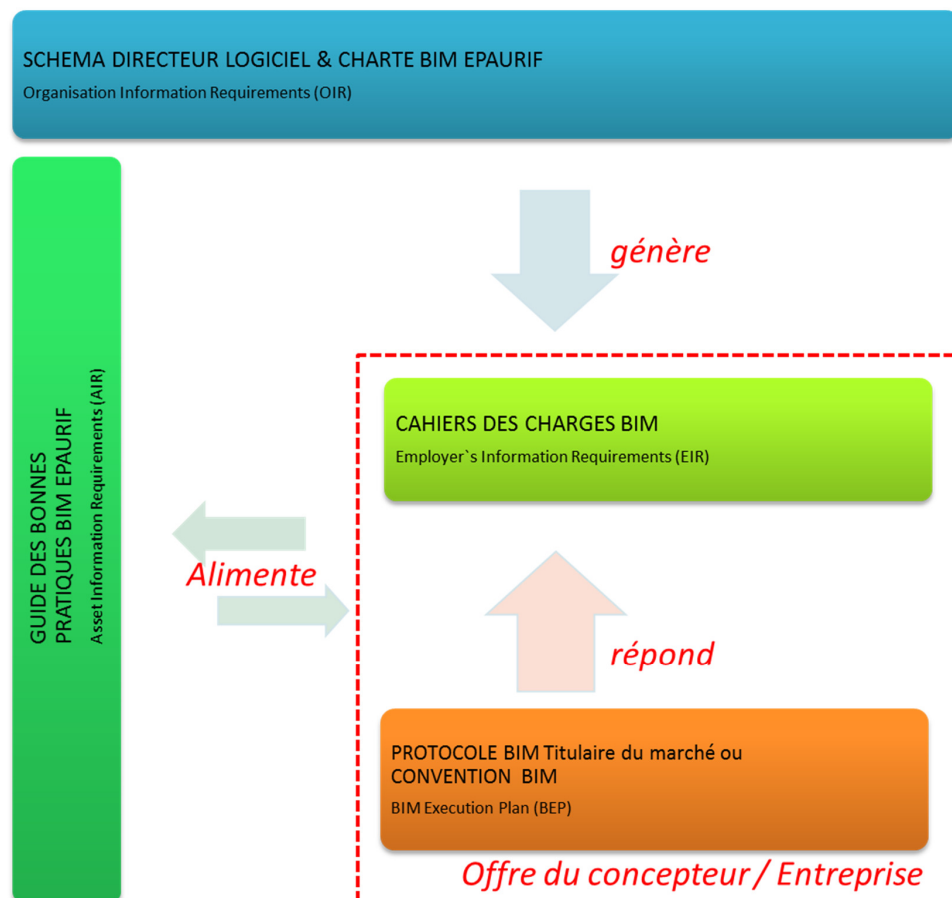
Dès la phase de programmation, il convient pour la maîtrise d'ouvrage de déterminer l'objectif de l'opération. Cet objectif influera directement sur le processus, la méthodologie et le niveau d'information de la maquette (s'agit-il d'un BIM en conception, d'un BIM en conception et construction ou d'un BIM en conception, construction et exploitation). S'il est prévu d'aller jusqu'à l'exploitation, les données auront tout intérêt à être intégrées aussitôt que possible pour que la maquette soit adaptée aux besoins de l'exploitant et compatible à son logiciel de GMAO (Gestion et Maintenance Assistée par Ordinateur).

Ainsi, la définition des caractéristiques de la maquette numérique se traduit par la rédaction, durant la phase de programmation d'un cahier des charges BIM qui formalisera les exigences du maître d'ouvrage. Ce document sert ensuite de passerelle vers la maîtrise d'œuvre et les autres acteurs de l'opération pour connaître les attentes de la MOA. Il sera communiqué aux équipes candidates lors

de la passation du contrat. Enfin, le cahier des charges constitue le document de référence, à partir duquel le processus BIM sera amorcé.

Le Cahier des Charges BIM se doit d’être un document précis, qui expose ce que le MOA attend pour chaque phase du projet. A l’heure actuelle, ils sont le plus souvent élaborés par un spécialiste BIM, auquel le maître d’ouvrage confie une mission d’AMO BIM.

Ce cahier des charges doit préciser les attendus en matière de BIM, pour l’opération. Il est généré à partir de la charte BIM EPAURIF et devra être compatible avec le guide de bonne pratique de l’EPAURIF.



Phase Sélection de la maîtrise d'œuvre

Dans le cadre d'un appel d'offre restreint, d'une procédure concurrentielle avec négociation, d'une procédure négociée avec mise en concurrence préalable ou d'un dialogue compétitif

Le MOA transmet un DCE classique contenant diverses pièces administratives, techniques et financières (AE, CCTP, RC, CCAG,...). En plus de celui-ci, il devra dans le cadre d'un projet en BIM intégrer un cahier des charges BIM.

Dans un point notifié au Règlement de la Consultation, le pouvoir adjudicateur demande les pièces à lui transmettre en retour. Il est coutume de demander un mémoire technique au candidat. Dans celui-ci figure généralement les moyens humains et techniques pour répondre à la mission, les compétences des personnes mobilisées, des références de projets similaires... Dans le cadre d'un projet en BIM, il est recommandé de demander aux candidats dans le règlement de consultation de remettre un pré-protocole², précisant sa description des processus dans le respect du cahier des charges BIM de la MOA. Il est aussi demandé d'autres pièces afin d'apprécier les capacités techniques, professionnelles et financières du candidat.

Au regard des principes encadrant la commande publique, le maître d'ouvrage pourra exiger, au stade de la candidature :

- Au titre des capacités techniques : que le candidat détaille les équipements, les outils et logiciels dont il dispose pour la mise en œuvre du projet en BIM ;
- Au titre des capacités professionnelles : la description des titres d'études, des qualifications professionnelles attestant de la capacité du candidat (de son personnel) à travailler en BIM ainsi que des références de projets ou missions menés en BIM.

Après validation des capacités techniques et professionnelles, les offres des candidats retenus sont analysées par la MOA dans le respect des modalités fixées dans le Règlement de la Consultation. Les offres pourront être transmises à l'AMO BIM qui évaluera leur pertinence. Le pouvoir adjudicateur jugera recevable tous les dossiers répondant aux exigences préétablies par la MOA.

Attention, le pouvoir adjudicateur n'a toutefois pas le droit de rejeter une candidature au seul motif que le candidat ne présenterait aucune référence ou des références insuffisantes de manière générale dans le domaine de la mission.

Dans le cadre d'un Concours (articles 88 et 89 du décret n°2016-360)

Le MOA transmet un DCE contenant diverses pièces administratives, techniques et financières (AE, CCTP, RC, CCAP, CCAG...). En plus de celui-ci, il devra dans le cadre d'un projet en BIM intégrer un cahier des charges BIM. Ce cahier des charges doit préciser les attendus en matière de BIM, dans ce projet. Il se rapporte à la charte BIM et est complété des spécifications incluses dans le programme technique détaillé.

² Ibid.

Après réception des plis, la MOA doit analyser les offres écrites dans le respect des modalités fixées dans le Règlement du Concours. Le pouvoir adjudicateur juge recevable tous les dossiers répondant aux exigences préétablies par la MOA (idem à la procédure d'appel d'offres restreint).

Mais contrairement à l'appel d'offres restreint, ici le pouvoir adjudicateur demande, au stade des offres, la remise d'un projet architectural en BIM qui satisfait ses besoins et ses exigences. Dans le cadre d'un concours, le cahier des charges BIM est à communiquer aux candidats (au même titre que le CCTP).

Sera précisé dans le RC et ou l'AAPC, la remise des maquettes numériques au format IFC de niveau Esquisse suivant les niveaux de détail et d'information précisés dans le cahier des charges. Cette possibilité est identifiée à l'article 42 du décret du 25 mars 2016. L'exigence de spécifications techniques (demande de format IFC) n'est pas discriminatoire et ne fait pas allusion à des marques de logiciels, puisque c'est une norme ISO (16739 :2013). Pour cette raison, le MOA peut imposer son utilisation. Il peut demander, en plus d'une maquette IFC, sa copie au format natif sans spécifier le logiciel.

Il devra en outre rappeler aux candidats l'exigence du respect de l'anonymat et prévoir lui-même les conditions particulières dans lesquelles il s'en assurera. Il pourra à cet égard, préalablement à l'ouverture des plis contenant les offres et avant leur examen, charger un prestataire (informaticien) de vérifier le parfait anonymat des maquettes et, le cas échéant, de le rétablir. Enfin, dans cette hypothèse, le MOA veillera également à préciser, dans le RC, le devenir des maquettes BIM produites par les candidats non-retenus. Il est d'usage qu'elles ne deviennent pas la propriété du maître d'ouvrage et que leurs auteurs restent investis de leurs droits de propriété intellectuelle.

Attention : Il convient de garder à l'esprit que la phase préalable et obligatoire de mise en concurrence est gouvernée par les principes de liberté d'accès, d'égalité de traitement et de transparence des procédures, applicables tout au long de la procédure.

L'exigence par le maître d'ouvrage de la fourniture d'une maquette numérique par les candidats à l'appui du dossier contenant l'offre doit, au vu du travail réalisé, faire l'objet d'une indemnisation versée sous forme de prime (article 90-3 du décret du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics).

Au moment de l'envoi par les équipes de MOE, les maquettes seront transmises à la maîtrise d'ouvrage dans un dossier numérique. Ce dossier BIM sera accompagné d'une description du mode opératoire envisagé par la maîtrise d'œuvre, qui contiendra des informations sur le processus de stockage et de travail collaboratif qu'elle entreprendra pour l'ensemble du projet. Appelée pré-Protocole BIM, cet exemplaire sera une version allégée afin de ne pas pénaliser les équipes de maîtrise d'œuvre dans le temps passé à la préparation de l'offre. Une version définitive sera à élaborer en phase de négociation en vue de la notification du marché.

En phase concours, une plateforme de stockage des maquettes numériques pourra être instaurée par l'EPAURIF pour faciliter l'échange avec la maîtrise d'œuvre. Dans le cas contraire, le BIM Manager devra prévoir l'accès aux maquettes IFC livrées pour la MOA via la plateforme utilisée par la MOE.

Pour préparer ces maquettes numériques, les auto-vérifier et attacher les documents, les candidats pourront utiliser le logiciel EveBIM mis à disposition par le CSTB (ou équivalent).

Phase Avant-Projet (AVP ou APS – APD)

Lors de cette phase, le candidat retenu, suite à la consultation, est invité à remettre une ou plusieurs maquettes numériques BIM IFC (une maquette IFC par bâtiment) de niveau APS, puis APD avec des documents attachés, suivant les niveaux de détail et d'information précisés dans le cahier des charges BIM.

En données d'entrée, il pourra bénéficier du modèle numérique de terrain (MNT) réalisé en amont par le géomètre-expert. Cette maquette de site constituerait son socle pour les études de conception. Il est préconisé, que ce soit au MOA de faire réaliser cette prestation par un tiers (le géomètre-expert), plutôt qu'aux équipes de MOE (fiabilité et responsabilité par rapport à la donnée produite).

Le géomètre-expert est le seul professionnel habilité par la loi à dresser des plans et documents topographiques ayant une incidence foncière. Il identifie, mesure, évalue la propriété immobilière qu'elle soit publique ou privée, bâtie ou non, tant en surface que sous le sol, et enregistre les relevés ainsi réalisés et celui des droits réels qui y sont attachés.

Il convient de définir avec lui les moyens d'acquisition des données topographiques (scanner-laser,...) et leur niveau de précision (à $\pm 2\text{mm}$,...).

Les données provenant de ses relevés seront de sa responsabilité.

Choix des outils BIM

Pour le MOE, le choix des logiciels est libre tant qu'il respecte les objectifs et les livrables attendus par le MOA et qu'il honore les engagements mentionnés dans son protocole. Le maître d'ouvrage et leurs équipes de maîtrise d'œuvre doivent disposer d'outils logiciels capables d'importer et d'exporter des fichiers au format IFC 2x3. Les livrables BIM des opérations lors des études, par compétences, seront réalisés sur ce format.

Le BIM Manager est responsable de l'écosystème de logiciels choisis par l'ensemble de la maîtrise d'œuvre et donc de leur interopérabilité. Les différents processus d'import / export devront être testés et validés avant le début de la modélisation lors d'une période de test à définir. Celle-ci inclut la vérification des paramètres objets propres aux logiciels utilisés (gabarits, fichier texte de paramètres partagés...), mais également la vérification de la structure des fichiers IFC extraits de la maquette. Les réunions de travail concerneront donc les différents validateurs BIM : le BIM Coordinateur (pour l'interface métier), le BIM Manager (pour l'interopérabilité logiciel) et l'ATMO BIM (pour la structuration IFC).

Lorsque des processus d'échanges imposent une modélisation particulière de la maquette, le BIM Manager sera en charge de la rédaction de spécifications BIM de modélisation qui compléteront le protocole. Ce document sera fourni à la MOA et son ATMO pour validation.

Livraison et vérification des maquettes

En phase de conception (APS, APD, PRO), la MOE fournira pour chacune des disciplines Architecture / Structure / MEP une maquette à un niveau de détail correspondant à un LOD 300 / ND3. Elle devra contenir les informations nécessaires à la coordination entre les différentes disciplines et devra

donner une vision exhaustive et précise des différents éléments de conception. Les niveaux de responsabilités entre les membres du groupement sont définis dans le protocole de MOE. Ces informations feront l'objet d'une vérification par le maître d'ouvrage (et de son ATMO, le cas échéant). Des annotations seront effectuées sur la maquette numérique au format BCF (BIM Collaboration Format) par la MOA au BIM Manager. Dans certains cas, un rapport d'analyse de la maquette pourra être transmis.

Le processus a par ailleurs vocation à détecter au cours de la conception les « clashes », incohérences, incompatibilités entre les études et productions des différents prestataires intervenants chacun dans leur champ de compétence respectif sur les données et documents de conception. Ce processus est de la responsabilité du BIM Manager qui a décrit ces modalités dans le Protocole BIM de la MOE.

Les fichiers devront être livrés au format IFC2x3. Le MOA pourra également demander, si besoin, la remise d'une maquette numérique épurée des objets comportant des propriétés intellectuelles dans un format natif.

Le fichier IFC est généré par le producteur de la maquette, en précisant ses quantités de bases normalisées selon les critères IFC.

Tous les documents attachés à la maquette numérique seront au format PDF.

Pour chaque phase, une note de synthèse devra être rédigée afin de clarifier le contenu des maquettes numériques en réponse au cahier des charges BIM.

Il pourra être étudié dans le cadre d'une démarche expérimentale avec le CT désigné, que les maquettes IFC lui soient transmises pour permettre son évaluation dans le cadre du Rapport Initial de Contrôle Technique (RICT) en tant que document de conception. Les remarques sur le projet se feront via la publication de notes au format BCF (BIM Collaboration Format). Ces annotations seront archivées dans la plateforme.

Phase PC

Afin de préparer la mise en œuvre du Dossier de Permis de Construire, la MOA doit s'assurer de la conformité de la maquette numérique non seulement par rapport à ses exigences techniques et aussi au regard de la réglementation (documents d'urbanisme).

S'il y a dérogation aux documents d'urbanisme, il est recommandé d'annoter la maquette en amont dans un format BCF (BIM Collaboration Format) en indiquant le point qui a été dérogé.

Suite à la consolidation du dossier du permis de construire, les maquettes numériques des opérateurs sont transmises au service d'instruction de la collectivité correspondante. Pour l'EPAURIF, la validation du PC est de la compétence du Préfet de la Région Île-de-France.

Même dans un processus BIM, le dossier de permis de construire (PC) est toujours déposé en version papier comme dans un processus classique. En revanche, l'instruction peut se faire en partie avec la maquette numérique du projet. La MOE réalise la maquette numérique du projet en y intégrant les données relatives aux 14 articles du Plan Local d'Urbanisme (accès et voirie, réseaux, implantation des constructions par rapport aux voies et emprises publiques ou aux limites séparatives du terrain, hauteur des constructions, emprise au sol, aspect extérieur, etc.).

La modélisation des contraintes réglementaires d'un PLU, par exemple, pourrait faire l'objet d'une prestation supplémentaire dans les marchés d'élaboration ou de révision de ces documents. Des outils de vérification pourront permettre *in fine* d'analyser la conformité des maquettes au regard du droit des sols. Ce gain de temps pourrait permettre de réduire les temps relatifs à l'instruction des demandes d'urbanisme. Il conviendra, selon les acteurs de l'opération de déterminer si cette modélisation présente un avantage pour la MOA.

La visualisation en 3D, permise par la maquette numérique, assure une compréhension rapide avec un temps de découverte réduit. L'instructeur peut évaluer la conformité du projet au plan local d'urbanisme (PLU), faire des coupes et prendre des cotations.

Le jalon final est la validation du PC par la collectivité ou le préfet.

Phase PRO-DCE

Les études de projet (PRO) est la dernière sous-phase de la conception. Elles visent à préciser avec la maquette numérique, les plans, les coupes et les élévations, les formes des différents éléments de la construction, la nature et les caractéristiques des matériaux et les conditions de leur mise en œuvre.

C'est dans cette phase qu'intervient la « Pré-Synthèse », c'est-à-dire la compilation des différentes maquettes numériques (architecture/structure/MEP) par l'équipe de BIM Management. Ce travail permet de prévenir des clashes entre corps de métier qui pourraient survenir lors du chantier. Dans une démarche itérative, l'équipe de BIM Management va déterminer l'implantation, et l'encombrement de tous les éléments de structure et de tous les équipements techniques et mettre en relation les différents coordinateurs BIM de l'équipe de MOE. Ces échanges permettront aussi de clarifier les tracés des alimentations et des évacuations de tous les fluides.

L'opérateur est invité à remettre la maquette numérique de Synthèse, suivant les niveaux de détail et d'information précisés dans son protocole et dans le Cahier des charges. Les niveaux de détail et d'information sont, à cette phase, d'une grande précision sans toutefois comporter de marques, de modèles ou de numéros de série (qui restent à la charge des entreprises dans les phases ultérieures).

Selon le type d'opération et le choix de dévolution, la MOE pourra décider de livrer un DCE numérique. Dans ce cas elle s'engage sur les quantitatifs extraits de la maquette numérique. La possession de ces quantitatifs par corps d'état faciliteront grandement l'établissement du DCE (Dossier de Consultation des Entreprises) par lots et la passation du BIM Management vers l'entreprise.

Si la MOE ne souhaite pas s'engager sur les quantitatifs extraits de la maquette (souvent le cas dans la construction en France), celle-ci ne pourra servir que de référence : Les entreprises pourront alors visualiser la maquette numérique pour contextualiser leurs interventions et prendre connaissance des lieux. Dans ce cas, il est souhaitable que la responsabilité du BIM Management reste au sein de la MOE, qui devra avoir la mission EXE.

L'établissement à partir de la maquette du PIC (Plan d'installation du Chantier)

Pour la MOE :

En phase DCE, la MOE établit un PIC prévisionnel. Il est donné à titre indicatif et sert de guide aux entreprises remettant leurs offres de prix et permet de mettre l'accent sur certaines spécificités organisationnelles du projet.

Pour l'entreprise du lot Gros Œuvre (uniquement) :

L'entreprise va réfléchir à l'installation de son chantier, matérialiser (si possible à partir de la maquette numérique (en fonction de son outillage)) les informations contenues classiquement dans un PIC. Le PIC numérique va ajouter une donnée "temps" aux trois dimensions géométriques de la maquette numérique, ce qui va permettre aux différents acteurs d'un projet de visualiser dans le temps la durée d'un événement ou la progression d'une phase de construction : c'est le BIM 4D.

Pour le CSPS :

Le PIC à travers la maquette numérique va permettre au CSPS de mesurer et d'évaluer, en prévision, les conditions de sécurité sur le chantier. Le CSPS fera son compte-rendu au MOA, grâce aux possibilités d'annotation des maquettes (au format BCF).

Le chiffrage, quant à l'achat des matières premières, sera simplifié puisque les nomenclatures de la maquette permettront d'extraire à un haut niveau de précision le nombre de mètre linéaire d'une clôture en acier, les dimensions des surfaces vitrées... Leur devis comportera dans les pièces du marché :

- Un Bordereau des Prix Unitaires (BPU) qui référencera l'ensemble des matériaux et des équipements d'après la maquette numérique. La connaissance de quantités précises permettra à la MOE d'écarter, au nom de la MOA, les entreprises qui proposent des offres financières « anormalement basses » pour remporter le marché. Une mauvaise estimation des besoins en termes de quantités était dans un processus classique générateur d'Avenants au marché.
- Une Décomposition des Prix Globaux et Forfaitaires (DPGF) qui contient le coût au forfait de la prestation par phase.

Comme dans un processus classique, c'est au MOE de juger les offres des entreprises et au MOA de notifier les entreprises.

Phase EXE Chantier

Selon le mode de dévolution choisi, deux cas de figures se présentent pour le BIM Management en phase EXE. Si le marché est confié à une entreprise générale, celle-ci devra assurer de fait le rôle de BIM Manager et rédiger son protocole BIM valable de l'Exécution à la Réception de l'ouvrage. Si le marché est confié à des lots séparés, il conviendra de responsabiliser la maîtrise d'œuvre pour définir la stratégie de mise à jour de la maquette numérique en phase chantier. Dans ce cadre, elle pourra soit mettre à jour son propre protocole BIM, soit imposer à un lot de rédiger un nouveau protocole BIM. Il est d'usage que ce soit le lot gros œuvre.

. L'équipe de BIM Management précisera, outre les niveaux d'information et de développement, les interactions entre les différents corps d'état (entreprises) et l'équipe de MOE, plus les autres acteurs du projet (MOA, CT, CSPS, AMO...). Ce protocole sera outillé, c'est-à-dire qu'il renseignera l'infrastructure informatique et surtout les logiciels utilisés par les entreprises et la MOE. Le BIM Manager doit veiller à l'interopérabilité entre les logiciels (capacités d'importer et d'exporter des fichiers au format IFC 2x3).

Attention, il arrive que les entreprises du bâtiment (souvent des TPE/PME) ne soient pas en mesure d'acquérir les outils BIM et de se former à l'utilisation de ces derniers. Afin de compenser cette problématique, c'est à l'équipe de BIM Management (responsable de la maquette) d'y intégrer les informations d'après les dessins et autres rapports écrits de l'entreprise. Les modalités de transmission et d'intégration des données sont à spécifier dans le protocole.

Ce protocole étant contractuel, il doit faire l'objet d'un examen et d'une validation par la MOA après mise au point si besoin avant la notification du marché (et son ATMO, le cas échéant).

Après notification du marché par la MOA, une copie de la maquette PRO est transmise à chacune des entreprises.

Extrait du CCAG Travaux (Art.29) : Sauf stipulation différente du CCAP, l'entrepreneur établit d'après les pièces contractuelles (dont la maquette numérique), les documents nécessaires à la réalisation des ouvrages, tels que les plans d'exécution (notes de calculs, études de détail...).
A cet effet, l'entrepreneur fait sur le chantier tous les relevés nécessaires et demeure responsable des conséquences de toute erreur de mesure. Il doit, suivant le cas, établir, vérifier ou compléter les calculs de stabilité et de résistance.
S'il reconnaît une erreur dans les documents de base fournis par le MOA, il doit le signaler immédiatement par écrit au MOE.

Chaque corps d'état va alors modéliser, renseigner et enrichir la maquette des informations relatives à des ouvrages ou à des équipements préconçus dans les phases précédentes (en respectant les niveaux de détail et d'information spécifiés par la MOE dans son protocole). De nouvelles propriétés relatives à la performance énergétique, aux émissions éventuelles de GES (Gaz à Effet de Serre) [...], ainsi que les marques, modèles, numéros de série et coordonnées du fournisseur sont renseignées.

Une fois modélisé et validé par le responsable de l'entreprise (chargé d'affaires ou entrepreneur), la maquette EXE est transmise au BIM Manager pour vérifier la conformité et détecter les clashes éventuels avec la maquette de Synthèse. En cas de défaillances, les entreprises devront évidemment résoudre les anomalies pour respecter le protocole BIM de la MOE. Lorsque les études d'exécution respectent les dispositions du projet, la MOE leur délivre son VISA. Durant ce processus itératif, le CSPS (Coordonnateur Sécurité Protection et Santé) et la MOA pourront passer en revue les différentes maquettes, avant d'évaluer la maquette EXE finalisée.

Le recours à une GED (Gestion Electronique des Documents) peut être optimum concernant la validation des maquettes numériques issues des entreprises. Elle permettra d'implémenter un système de VISA des maquettes. A ce stade de la réglementation cela ne peut pas être imposé à la MOE.

Vient ensuite la période de préparation du chantier. La MOA et les entreprises retenues rédigent ensemble les DT (Déclarations de Travaux – à la charge de la MOA) et les DICT (Déclarations d'Intentions de Commencer les Travaux – à la charge des entreprises) à destination des concessionnaires réseaux. L'entreprise de Gros Œuvre finalise son PIC (Plan d'Installation de Chantier) avec la maquette numérique et installe son chantier en conséquence (après validation par la MOE et la MOA). La personne en charge de l'OPC (Ordonnancement Pilotage et Coordination du Chantier) établit le planning d'intervention pour l'ensemble des entreprises intervenant sur le chantier. Il est préconisé, pour une meilleure collaboration entre les acteurs du projet, de recourir à une plateforme collaborative. L'avantage de cette infrastructure est la centralisation des documents de projet, l'accès au planning (régulièrement mis à jour par l'OPC) et la transmission sécurisée de fichiers volumineux.

Lorsque les travaux seront lancés, le planning OPC et le PIC (ou maquette PIC) constitueront le support des discussions lors des réunions de chantiers hebdomadaires. La MOA et le CSPS devront pouvoir accéder à la maquette via la plateforme collaborative (les droits et les accès leur auront été signifiés par l'équipe de BIM Management) pour pouvoir éventuellement l'annoter d'observations faites au cours d'une visite du chantier.

En cas d'aléas sur le chantier (considérablement réduits par les échanges et les travaux réalisés en amont sur la maquette), les modifications doivent être synchronisées sur la maquette EXE. Les modifications seront apportées par l'entreprise désignée responsable par la MOE, validées par l'équipe de BIM Management, et intégré à la direction de synthèse du chantier. Ce circuit est généralement intégré dans le protocole BIM EXE soumis à la MOA, et pourra faire l'objet de clarifications.

Le protocole BIM EXE devra définir le circuit de validation des plans et des maquettes. Ce circuit devra veiller à ce que la maquette soit bien à jour par rapport aux plans et aux objets tel qu'exécutés sur le chantier, tout en ne bloquant pas le circuit VISA des plans, qui sont encore aujourd'hui, les seuls éléments contractuels sur le chantier.

Sur le chantier, il est maintenant possible de travailler via un support numérique (tablette numérique) pour pouvoir parcourir la maquette en réalité virtuelle ou augmentée et l'annoter de commentaires. Le logiciel eveBIM du CSTB permet de visualiser la maquette et d'y faire des annotations au format BCF (BIM Collaboration Format) – y compris en mode nomade. L'administration des annotations est de la responsabilité du BIM Manager.

Phase AOR

Lorsque le chantier est en voie de finalisation, débute la phase d'AOR (Assistance apportée au maître de l'ouvrage lors des Opérations de Réception). Le MOE et l'équipe BIM vont organiser les opérations préalables à la réception des travaux par le MOA.

Lors de cette phase, la rédaction du DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) est une étape fondamentale pour assurer l'exploitation et la maintenance du projet et *in fine* sa démolition. Le DOE comprend plusieurs dossiers détaillés ci-après (DSO, DMO, DFO, DCO) à la charge des différents acteurs de l'aménagement et de la construction :

Responsabilités de la Maîtrise d’Ouvrage :

Dans le DSO (Dossier de Suivi de l’Opération), outre une présentation sommaire de l’opération, la maîtrise d’ouvrage doit spécifier qu’il s’agit d’un projet conduit en BIM et par conséquent que des maquettes numériques et des documents associés à cette dernière existent. La MOA doit donc orienter sa rédaction sur le devenir du projet et par conséquent spécifier les informations relatives au stockage de la maquette numérique (*Cloud*, plateforme de stockage...), les conditions d’accès à ces informations et les modalités de révision de ces informations afin de tenir la maquette à jour. Ces prescriptions serviront à préparer la phase Exploitation.

Dans le DCO (Dossier de Construction de l’Ouvrage), la MOA fournira toutes les études réalisées en amont de la phase Conception comme les diagnostics de structure, amiante et plomb, de pollution des sols... Elle fournira aussi les levés topographiques réalisés par le géomètre-expert (relevés par scanner-laser, MNT, nuages de points...) qui ont pu permettre la réalisation du socle territorial 3D de la maquette numérique.

Responsabilités du Contrôleur Technique :

Le Contrôleur Technique, qui a accès à la dernière version implémentée de la maquette numérique fournira à la MOA son RFCT (Rapport Final de Contrôle Technique), qu’elle inclura dans le DSO. Il s’assurera que la maquette DOE et le projet sont conformes aux réglementations et certifications en vigueur.

Responsabilités des entreprises et du BIM Management :

Il est coutume que ce soit les entrepreneurs qui fournissent les plans à jour de leurs ouvrages et de leurs équipements conformément au CCAG Travaux.

Dans un processus BIM, et si l’opération a été parfaitement gérée, le BIM Manager doit pouvoir avec la maquette numérique extraire tous les plans conformes à l’Exécution.

Attention, le gros enjeu ici, est de vérifier la conformité entre les éléments réalisés et ceux présents dans la maquette. Il est donc conseillé au BIM Manager de procéder à une revue complète par une visite de chantier avec chacune des entreprises et de faire l’inventaire des propriétés renseignées pour chacun des ouvrages et des équipements et d’en vérifier la conformité avec la maquette (visualisation de la maquette sur une tablette numérique en mode « nomade »).

Cet inventaire long et difficile peut être facilité suivant le processus organisationnel effectué en cours de chantier. Par exemple, suite à une modification apportée à la maquette d’Exécution par une entreprise, il est préférable qu’au cours d’une réunion de chantier hebdomadaire le BIM Manager et l’entrepreneur aient pu vérifier sa bonne application (y compris dans le renseignement des propriétés).

Dès que la conformité entre le chantier et la maquette numérique aura pu être établie, la dernière version sera considérée comme la maquette DOE. Sera intégré au DCO, les plans DOE et les nomenclatures – tous issus de la maquette numérique.

Responsabilités de la Maîtrise d’œuvre :

Cette visite de chantier préliminaire à celle de la Réception de l’ouvrage avec la MOA peut aussi être l’occasion, pour le MOE, d’inventorier les désordres apparents constatés. L’inventaire de ces désordres sera communiqué au MOA lors de la Réception de l’ouvrage afin qu’il établisse un procès-verbal. Ce dernier sera adressé à chacune des entreprises pour qu’elles réinterviennent durant la période de levée de réserve ou la GPA (Garantie de Parfait Achèvement).

Les avis établis durant les travaux et n’ayant pas été levés à la réception feront l’objet d’une publication de notes au format BCF (BIM Collaboration Format) utilisable avec le logiciel eveBIM ou équivalent. Ces annotations seront archivées dans la plateforme. Le recours à la plateforme permettra d’assurer le suivi des interventions et la mise à jour des informations de la maquette.

Pour accompagner la visite relative à la Réception de l'ouvrage avec le MOA, il est recommandé au MOE d'utiliser une tablette numérique en mode « nomade », afin de parcourir la maquette en réalité virtuelle.

Responsabilités de l'AMO HQE (le cas échéant) :

L'AMO HQE s'attachera à vérifier, que les informations contenues dans la maquette numérique respectent bien les prescriptions d'ordre environnementales prévues au cours de la Conception.

Responsabilité du CSPS :

Le Coordonnateur SPS a obligation d'établir un DIUO (Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage) rassemblant toutes les données de nature à faciliter la prévention des risques lors d'interventions ultérieures sur l'ouvrage. Ce DIUO est utile pour la maintenance future des locaux. Il doit être pratique et utilisable par l'exploitant. Il est remis au MOA, qui est tenu de l'actualiser, contre signature d'un procès-verbal de transmission, à réception du chantier. Dès cet instant, il est joint aux actes notariés établis à chaque mutation du bien. Un exemplaire du DIUO est obligatoirement remis au CSPS lors de toute nouvelle intervention où sa présence est requise (chantier avec plus de deux entreprises travaillant en même temps).

En somme, les DOE et DIUO sont des documents essentiels pour assurer la bonne exploitation et maintenance d'un site. Leurs bonnes tenues permettront de récolter les fruits d'une conduite d'opération en BIM (un retour sur investissement rapide), et offrir au MOA une meilleure gestion des deniers publics.

Le jalon final de cette phase est l'acceptation par la MOA de la Réception de l'Ouvrage et le transfert de propriété entre le MOE et la MOA.

INTEGRATION DU BIM DANS LES DOCUMENTS DE CONSULTATION

Dans l'AAPC (Avis d'Appel Public à la Concurrence)

Appliquée au BIM, la directive 2014/24/UE européenne du 26 février 2014 offre donc la possibilité à un maître d'ouvrage public d'exiger pour la passation d'un marché de travaux ou dans l'avis de concours, l'utilisation de la maquette numérique BIM, à condition d'offrir aux candidats des moyens permettant effectivement à tous de participer à la consultation et d'y répondre.

Sera précisé, la remise des maquettes numériques au format IFC de niveau Esquisse suivant les niveaux de détail et d'information précisés dans le cahier des charges BIM. Cette possibilité est rendue possible par l'article 42 du décret du 25 mars 2016. L'exigence de spécifications techniques (demande de format IFC) n'est pas discriminatoire et ne fait pas allusion à des marques de logiciels, puisque c'est une norme ISO (15926 :2013). Pour cette raison, le MOA peut imposer son utilisation. Il peut demander, en plus d'une maquette IFC, sa copie au format natif sans spécifier le logiciel.

Dans le CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières)

Préambule

Description de l'opération (à définir)

Le Pouvoir Adjudicateur a décidé de promouvoir de nouvelles pratiques et modes de collaboration rendus possibles par la maquette numérique. Afin de formaliser ses attentes, il a rédigé un « cahier des charges BIM » qui constitue l'annexe 1 du présent CCTP.

Les Livrables

Maquettes numériques

Le titulaire livre une maquette numérique pour chaque bâtiment objet du relevé dans un fichier au format IFC et un fichier au format natif.

Cette maquette est conforme aux spécifications contenues dans le cahier des charges BIM annexé au présent CCTP.

Plans de niveaux

A partir de la maquette numérique, le titulaire produit le plan de chaque niveau de chaque bâtiment objet du relevé.

Le plan à l'échelle (à définir) est livré sous la forme d'un fichier au format PDF et DWG version (à définir).

Elévations

A partir de la maquette numérique, le titulaire produit à partir de la maquette numérique les élévations correspondant aux principales orientations de chaque bâtiment objet du relevé.

L'élévation à l'échelle (à définir) est livrée sous la forme d'un fichier au format PDF et DWG version (à définir).

Coupes

A partir de la maquette numérique, le titulaire produit à partir de la maquette numérique les coupes nécessaires à la bonne compréhension du projet.

La coupe à l'échelle (à définir) est livrée sous la forme d'un fichier au format PDF et DWG version (à définir).

Plan Masse

A partir de la maquette numérique, le titulaire produit le plan masse du projet (bâtiment et espaces non bâtis) objet du marché. Le plan masse à l'échelle (à définir). Il est livré sous la forme d'un fichier au format PDF et DWG version (à définir).

Tableaux de surfaces

Toutes les surfaces suivantes sont listées et regroupées, puis livrées dans un tableau récapitulatif type format Excel :

- surfaces parcellaires du site,
- surface de l'emprise des bâtiments,
- surface utile des bâtiments : par local, bâtiment et totale,
- surface de plancher (article R112-2 du code de l'urbanisme) par local, par bâtiment et totale,
- surface dans œuvre (SDO)

Les tableaux des surfaces sont impérativement extraits de la maquette numérique à partir des informations sur les locaux.

Attention : Si sur un site il existe plusieurs types de projets : bâtiment 1, bâtiment 2, routes départementales, jardin public, ... le relevé des surfaces devra faire la distinction des surfaces affectées à chaque type de projet.

Prestations particulières

Travaux de numérisation (si non-inclus dans une prestation externe → Géomètre)

Levé de terrain

Pour les missions de lever, la totalité du matériel utilisé ainsi que les équipements de protection sont à la charge des titulaires du présent marché, ainsi que les débroussaillages éventuels.

A la demande du Pouvoir Adjudicateur, le titulaire réalisera un Modèle Numérique de Terrain (MNT) dans l'emprise définie par la Maîtrise d'Ouvrage pour chaque zone dont l'évaluation des cubatures de terrassement sera à effectuer.

Le titulaire fournira un dossier de calcul comprenant :

- la décomposition triangulée pour chaque zone,
- un plan topographique figurant pour chaque zone la surface et le volume,
- un état récapitulatif par zone des volumes calculés.

Numérisation des plans existants

Le Pouvoir Adjudicateur peut demander au titulaire de numériser par vectorisation un plan existant sur support papier, calque ou fichier informatique au format PDF. La vectorisation consiste à interpréter et transformer un ensemble de points, en ligne ou en objet orientés pour faciliter leur utilisation et leur gestion.

Le titulaire passe directement du plan existant à sa version numérique, sans passer par la production d'une maquette numérique comme demandé lors de la restitution du résultat des relevés. Cette digitalisation donnera lieu à l'établissement d'un fichier informatique de type vecteur au format DWG (version à définir).

Dans le Cahier des Charges BIM de la MOE

Principes généraux

Il est fortement recommandé d'intégrer dans le cahier des charges de la consultation la définition d'un certain nombre de principes et de règles imposés aux entreprises candidates et qu'elles s'engageront à respecter :

- Il s'agira d'une part de préciser dans les documents de la consultation l'origine et la propriété matérielle de la maquette et des données qui y sont contenues ;
- Il s'agira ensuite d'imposer aux entreprises candidates le respect de la plus stricte confidentialité des informations et renseignements contenus dans la maquette ;
- Il s'agira également de préciser le nom du ou des titulaires des droits de propriétés intellectuelle sur la maquette BIM de conception, ainsi que sur le projet contenu dans la maquette, et de rappeler les principes gouvernant lesdits droits, ainsi que les sanctions prévues par la loi en cas de violation des règles fixées par le code de propriété intellectuelle ;
- Il s'agira enfin d'exiger un engagement signé de chacun des candidats de respecter les conditions fixées dans le dossier de consultation des entreprises pour l'utilisation de la maquette numérique qui leur sera communiquée.

Il est conseillé au maître d'ouvrage de subordonner l'accès à la maquette à l'acceptation par les candidats des conditions d'utilisation qu'il aura définies et à leur engagement à respecter les principes et règles ainsi édictés.

Dans le RC (Règlement de la Consultation) de la MOE

Dossier de consultation

Contenu du dossier de consultation

Le dossier de consultation comprend les documents suivants :

- le règlement de la consultation,
 - l'acte d'engagement,
 - le CCAP,
 - le CCTP et son annexe le Cahier des Charges BIM,
 - le Bordereau de Prix Unitaire (BPU), le cas échéant,
 - La Décomposition du Prix Global et Forfaitaire (DPGF), le cas échéant,
- les annexes : plans et dossiers techniques existants et projets.

Présentation des propositions

Documents à produire

Le dossier à remettre par chaque candidat comprendra les pièces suivantes :

Contenu de l'Offre

Sera précisé, la remise des maquettes numériques au format IFC de niveau Esquisse suivant les niveaux de détail et d'information précisés dans le cahier des charges BIM. Cette possibilité est rendue possible par l'article 42 du décret du 25 mars 2016. L'exigence de spécifications techniques (demande de format IFC) n'est pas discriminatoire et ne fait pas allusion à des marques de logiciels, puisque c'est une norme ISO (16739 :2013). Pour cette raison, le MOA peut imposer son utilisation. Il peut demander, en plus d'une maquette IFC, sa copie au format natif sans spécifier le logiciel

Le candidat fournira les éléments suivants :

- L'acte d'engagement complété, paraphé, daté et signé,
 - Le cahier des clauses administratives particulières (CCAP), paraphé et signé
 - Le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) et son annexe le cahier des charges BIM, paraphés et signés
 - Bordereau de Prix Unitaire (BPU) / Décomposition du Prix Global et Forfaitaire (DPGF) dûment datés, paraphés et signés.
 - Mémoire Technique (incluant le pré-protocole BIM) qui comprendra :
1. Eléments relatifs à la numérisation des existants (si indiqué au CCTP):
 - Description de la méthode de numérisation des existants, en précisant les données complémentaires que le candidat s'engage à fournir pour compléter le fond documentaire fourni
 - Impact de cette méthode de numérisation sur l'intégration des phases de réalisation du projet
 2. Eléments relatifs à la production de la maquette numérique urbaine :
 - Appréhension des enjeux de la mission au regard des objectifs
 - Description de la méthode de production de la maquette numérique
 - Les moyens techniques
 - La liste de l'ensemble des intervenants BIM (BIM Manager et Coordinateur BIM)
 - Le processus de collaboration imaginé
 - Intégration des phases de réalisation de l'opération : niveau de rendu proposé
 3. Points de géolocalisation sur site : décrivez la méthodologie et les applications nécessaires
 4. Planning : chaque candidat remettra un planning de réalisation conforme aux échéances fixées par le Maître d'Ouvrage.

Jugement des propositions

Art 44 du Décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics :
 L'insuffisance ou l'absence de références n'est plus un motif suffisant pour écarter un candidat. Ce dispositif vise à favoriser l'accès de nouvelles TPE/PME dans la sphère de la commande publique. L'acheteur doit déterminer, au regard de l'ensemble des autres éléments, si l'entreprise a ou non la capacité d'exécuter le marché. Parmi les autres éléments peuvent notamment figurer les références d'une autre entreprise (toute entreprise pouvant se prévaloir des références et des moyens d'une autre entreprise).

Indemnisation

L'exigence par le maître d'ouvrage de la fourniture d'une maquette numérique par les candidats à l'appui du dossier contenant l'offre doit, au vu du travail réalisé, faire l'objet d'une indemnisation versée sous forme de prime (article 90-3 du décret du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics).

Dans le RC (Règlement de la Consultation) d'un AMO/ATMO BIM

Le jugement des propositions sera effectué dans les conditions prévues à l'article 62 du Décret n° 2016-360 du 25 mars 2016 au moyen des critères suivants :

Critères de sélection des candidatures

1. Le candidat devra présenter un chiffre d'affaires suffisant attestant de sa capacité à assurer des prestations d'un montant similaire
2. Le candidat devra être doté d'effectifs (cadres et/ou responsable de prestations) présentant des spécialisations dans les matières objet du présent marché
3. Le candidat devra avoir effectué des prestations de nature et d'importance similaires

Critères de jugement des offres

1. Prix des prestations (40 %)
2. Valeur technique de l'offre (60 %)

Voici un listing des sous-critères qui peuvent être mentionnés dans le RC (*à définir*) :

- Pertinence de la méthode dans l'aide à la définition des besoins du MOA
- Pertinence dans la mise en place de processus d'échanges
- Qualité des outils proposés permettant d'apprécier les qualités du projet sous BIM (viewer BIM)
- Mise en place d'une stratégie de collaboration entre les acteurs permettant au MOA de définir un cadre avec les autres acteurs du BTP.
- Cadrage méthodologique, animation et mise en place des processus d'échanges en vue de la création d'une GED (Gestion Electronique des Documents)
- Capacité à mobiliser les différents interlocuteurs (en lien avec les thématiques abordées) et à recueillir les données nécessaires à la bonne gestion du projet

Dans le Cahier des Clauses Particulières (Contrôleur Technique)

Les pièces constitutives du marché

Les pièces constitutives du marché sont les suivantes par ordre de priorité décroissante :

Pièces particulières :

- L'Acte d'Engagement, et ses éventuelles annexes (notamment l'annexe n°1 le Cadre de Décomposition du Prix Global et Forfaitaire), dans la version résultant des dernières modifications éventuelles, opérées par avenant,
- Le présent Cahier des Clauses Particulières (CCP),
- Le programme fonctionnel et technique de l'opération,
- L'ensemble des diagnostics techniques : sondages de sol et de pollution,
- La charte BIM et le protocole associé
- Le protocole d'utilisation de la GED
- La note méthodologique pour chaque étape de la mission.

Missions du CT

Les missions confiées au contrôleur technique concernent les natures d'aléas suivantes :

Code	Désignation
L	Solidité des ouvrages et des éléments d'équipements indissociables
S	Sécurité des personnes dans les constructions
P1	Solidité des éléments d'équipements non indissociablement liés
F	Fonctionnement des installations
Ph	Isolation acoustique des bâtiments
PV	Récolement des procès verbaux d'essais (y compris vérifications techniques des installations électriques préalables à l'obtention du consuel)
Th	Isolation thermique et économies d'énergie
Hand ENV	Accessibilité des constructions pour les personnes handicapées relative à l'environnement et aux ICPE
Av	Stabilité des avoisinants
HYS	Hygiène et santé dans les bâtiments
CONS	Vérification des installations électriques avant mise sous tension
GTB	Gestion technique du bâtiment
	Etablissement de l'attestation de vérification d'accessibilité PMR
	Etablissement de l'attestation thermique à l'achèvement des travaux
	Vérification initiale des installations électriques

Le projet sera réalisé sous BIM et le prestataire se doit d'être équipé pour participer à cette démarche innovante suivant les conditions fixées par le Cahier des Charge BIM.
Un viewer gratuit sera mis à disposition par la maîtrise d'ouvrage à cet effet.

Phases d'intervention du CT

Le contrôle technique s'exerce sur l'ensemble des phases suivantes :

Phase 0 : PRISE DE CONNAISSANCE DU DOSSIER

- Participation à une réunion de lancement de sa mission avec présentation du projet à son stade d'avancement
- Examen et analyse des premières études à leur stade d'avancement APS.
- Formulation d'un avis détaillé sur ces documents.
- Participations à toutes les réunions jugées nécessaires par la Maîtrise d'ouvrage pendant cette phase.
- Prise en compte du contexte de réalisation sous BIM
- Participation à l'élaboration du process d'échange et de validation intégrant la prestation de contrôle technique utilisant la maquette BIM
- Adhésion au protocole BIM défini en commun accord suite à cette réunion.

Phase 1 : CONCEPTION

- Examen des documents de conception se concrétisant par l'établissement d'avis sur documents produits par la maîtrise d'œuvre à chacune des étapes de la conception (DIAG, APS, APD, PC, PRO/DCE).

- Participation à des réunions de mise au point avec la maîtrise d'oeuvre, le maître d'ouvrage, ou les services instructeurs,
- Formalisation d'annotations au format BCF sur la maquette numérique
- Participations à toutes les réunions jugées nécessaires par la Maîtrise d'ouvrage pendant cette phase.
- Etablissement du RICT (Rapport Initial de Contrôle Technique). Le RICT devra s'appuyer sur les outils BIM (mais ne sera pas en BIM)

Phase 2 : REALISATION / EXECUTION

- Examen des documents d'exécution et formulation des avis correspondants suivant les procédures BIM.
- Participation aux réunions et visites de chantier (examen sur chantier des ouvrages et éléments d'équipement soumis au contrôle et formulation des avis correspondants),
- Etablissement d'un récapitulatif mensuel de l'état de ces avis qui sera présenté par le titulaire lors des réunions maîtrise d'ouvrage mensuelles, auxquelles la participation du contrôleur technique est obligatoire.
- Etablissement de l'attestation de conformité aux règles d'accessibilité aux personnes handicapées applicables et attestation de conformité à la réglementation thermique.
- Vérification du dossier GE2 en collaboration avec le coordonateur SSI.
- Participation aux essais coordonnés.
- Etablissement du RFCT (Rapport Final de Contrôle Technique) et contrôle des levées de réserves éventuellement formulées, et mise à jour du rapport final le cas échéant.
- Préparation et participation à la visite de contrôle préparatoire à la Commission de Sécurité et d'Accessibilité, qui doit avoir lieu au moins 10 jours avant la date de la visite de contrôle de la Commission de Sécurité et d'Accessibilité effective.
- Préparation et participation à la (aux) visite(s) de contrôle de la Commission de Sécurité et d'Accessibilité autant que nécessaire jusqu'à obtention de l'avis favorable des services instructeurs. Participations à toutes les réunions jugées nécessaires par la Maîtrise d'ouvrage pendant cette phase.

Dans le Cahier des Clauses Particulières (CSPS)

Les pièces constitutives du marché

Les pièces constitutives du marché sont les suivantes par ordre de priorité décroissante :

Pièces particulières :

- L'Acte d'Engagement, et ses éventuelles annexes (notamment l'annexe n°1 le Cadre de Décomposition du Prix Global et Forfaitaire), dans la version résultant des dernières modifications éventuelles, opérées par avenant,
- Le présent Cahier des Clauses Particulières (CCP),
- Le programme fonctionnel et technique de l'opération,
- L'ensemble des diagnostics techniques : sondages de sol et de pollution,
- La charte BIM et le protocole associé
- Le protocole d'utilisation de la GED
- La note méthodologique pour chaque étape de la mission.

Pièces générales :

Les documents applicables sont ceux en vigueur au premier jour du mois d'établissement des prix, tel que ce mois est défini en première page de l'Acte d'Engagement.

- Le cahier des clauses administratives générales (C.C.A.G.) applicables aux marchés publics de prestations intellectuelles, approuvé par arrêté du 16 septembre 2009, en vigueur lors de la remise des offres ou lors du mois d'établissement des prix (mois Mo).
- Le code du travail en ce qui concerne ses dispositions relatives à la coordination sécurité et protection de la santé
- Le règlement sanitaire départemental type, ou à défaut le règlement sanitaire départemental type en application des circulaires du 09 août 1979 et du 26 avril 1982 du ministère de la Santé dans leur version en vigueur.

Missions du CSPS

Précisions relative à la constitution du DIUO :

Le projet sera réalisé sous BIM et le prestataire se doit d'être équipé pour participer à cette démarche innovante suivant les conditions fixées par la charte BIM et le protocole associé.

Un viewer gratuit sera mis à disposition par la maîtrise d'ouvrage à cet effet.

- Le projet de DIUO sera mis à jour à l'issue de chaque phase d'étude et soumis à la validation des services de l'exploitant qui assureront l'entretien ultérieur.
- Le DIUO devra être remis impérativement le jour de la réception des travaux, éventuellement dans une version provisoire si le coordonnateur ne dispose pas de l'ensemble des éléments nécessaires à sa finalisation.
- Le DIUO finalisé sera transmis au plus tard dans les 15 jours calendaires suivants la date de mise à disposition des DOE complet (Mise à disposition soit sur le chantier soit dans le bureau du mandataire).
- Le DIUO devra être en cohérence avec le carnet d'entretien qui sera produit par la maîtrise d'œuvre dans le cadre de la cible 7 de la démarche environnementale dans laquelle s'inscrit l'opération.

USAGES DE LA MAQUETTE NUMERIQUE (BIM)

Un usage BIM est une description du processus intégrant des pratiques BIM, tel qu'il sera mis en œuvre sur un projet. Cela permet de décrire de manière factuelle les usages voulus des maquettes numériques, les interactions des différents acteurs avec la base de données, pour des actions métiers précises allant de la production d'images jusqu'à l'exploitation de bâtiment.

La liste des usages BIM identifiés est incorporée, pour plus de clarté, dans les phases du cycle de vie d'un projet (programmation, conception, réalisation, exploitation/maintenance, déconstruction).

Catégories	Responsable	Phase	Usages de la maquette BIM	Code	Obligatoire / Optionnel
Communication	MOA	ESQ/APS/APD/PRO/EXE/Réception	Communication projet COM -01	COM -01	Obligatoire
Contrôle Qualité	MOE	ESQ/APS/APD/PRO/EXE	Contrôle qualité conception	QUA -01	Obligatoire
			Visite virtuelle	QUA -01	Obligatoire
			Visualisation de scénarios	QUA -01	Facultatif
			Détection de collision	QUA -02	Obligatoire
Gestion Chantier	Entreprise	EXE	Intégration du Plan de recollement des réseaux déployés et existants sur la parcelle	QUA -03	Facultatif
	Entreprise	EXE	Méthode	PLN-01	Facultatif
			Phasage	PLN-01	Facultatif
			Sécurité CSPS		Facultatif
			PIC		Facultatif
Gestion des espaces			Vérification des surfaces de programme et du Ratio France Domaine	PGM -01	Obligatoire
	MOE	APD/PRO/EXE/DOE	Géométrie des espaces (charges admissibles & hauteur libre)	ESP-01	Obligatoire
			Vérification des finitions intérieures	ESP-02	Obligatoire
			Présence des équipements courants faibles / courants fort	ESP-03	Obligatoire
			Gestion des nuisances -Sensibilité aux vibrations -Source de bruit	ESP-04	Obligatoire

Catégories	Responsable	Phase	Usages de la maquette BIM	Code	Obligatoire / Optionnel
Extraction et analyse de données de la maquette	MOE	APD / PRO / EXE/ DOE	Calcul des surfaces, volumes et métrés	BoQ-01	Obligatoire
			Développé de murs (revêtement mur / sol)	BoQ-02	Obligatoire
			Ouvertures Nombre / typologies / matériaux	BoQ-03	Facultatif
		PRO/EXE/DOE	Comptage des équipements universitaires spécifiés dans les tableaux de ND	BoQ-04	Obligatoire
Simulation (SIM)	MOE	APD / PRO	Structure *	SIM-01	Facultatif
			Eclairage / éclairage*	SIM-02	Facultatif
			Energie / thermique*	SIM-03	Facultatif
			Analyse environnement*	SIM-04	Facultatif
Aide à la décision (AI)	MOE	APD / PRO	Vérification des exigences réglementaires ICPE	AI-01	Facultatif
			Accessibilité PMR	AI-02	Obligatoire
			Niveau de sécurité - sûreté	SEC-01	Obligatoire
			Vérification des Unité de Passage sécurité incendie.	SEC-02	Obligatoire
		ESQ / PRO	Vérification du PLU *	PLU-01	Facultatif
			Obtenir le ratio surface vitrée / surface opaque	ENV-01	Facultatif
	GRMOE		Logistique des espaces (rayon de giration & installation équipement)	AI-04	Facultatif
Gestion patrimoniale	Exploitant	EXP	Gestion technique du Patrimoine Bâti : GTP/ GTB / GMAO	FM0-1	Obligatoire
			Déménagement : Simulation de disposition d'équipement.	FM0-2	Facultatif
			Inventaire immobilier	FM0-3	Facultatif
			Gestion de l'obsolescence : matériaux et équipement	FM0-4	Obligatoire



7.3 Charte BIM 7.4.



Charte BIM

- *Protocole opératoire*
- *Contraintes de production*
- *Niveau de détail et contenu des maquettes*

Contenu	
OBJECTIF DU DOCUMENT	4
DOCUMENTS DE REFERENCE	4
GLOSSAIRE BIM	5
SIGLES	6
1 PROCESSUS BIM	7
<i>Responsabilité des acteurs.....</i>	7
<i>Rôle de la maîtrise d’ouvrage</i>	<i>7</i>
<i>Rôle de la maîtrise d’œuvre</i>	<i>10</i>
<i>Rôle des entreprises.....</i>	<i>12</i>
<i>Principes de contrôle et de validation des maquettes</i>	12
<i>Principes de la Coordination BIM : les revues de maquette.....</i>	<i>12</i>
<i>Principes de contrôle qualité des MN par la MOE</i>	<i>12</i>
<i>Principes de validation des maquettes par la MOA / ATMO BIM.....</i>	<i>13</i>
<i>Synthèse des principes de vérification des maquettes numériques MOE / MOA.....</i>	<i>13</i>
<i>Gestion de la traçabilité des maquettes</i>	<i>14</i>
<i>Gestion des droits et propriété des maquettes.....</i>	14

<i>Propriété.....</i>	<i>14</i>
<i>Sécurité et archivage des données</i>	<i>14</i>
<i>Droit d’accès et responsabilité</i>	<i>14</i>
<i>Principes de dépôt et de validation / VISA des maquettes.....</i>	14
<i>Espace de stockage collaboratif</i>	<i>15</i>
<i>Rythme de dépôt et de livraison des maquettes</i>	<i>15</i>
2 STRUCTURATION DES ESPACES / LOCAUX UNIVERSITAIRES	16
<i>Nomenclature/catégorie d’espace</i>	16
<i>Occupation des espaces</i>	17
<i>Hauteur libre</i>	17
<i>Revêtement.....</i>	17
<i>Sensibilité des espaces / locaux universitaires</i>	17
<i>Accessibilité PMR</i>	18
<i>Sécurité Sûreté</i>	18
3 CONTRAINTES DE PRODUCTION DES MAQUETTES NUMERIQUES...18	
<i>Livrables.....</i>	18
<i>Phase concours (ESQ)</i>	<i>18</i>
<i>Phases APS – APD – PRO – EXE :</i>	<i>19</i>

Equipements et logiciels	19	<i>Nature des objets</i>	<i>22</i>
Software	19	<i>Informations des objets</i>	<i>22</i>
Hardware :	19	Nomenclature des objets	23
Taille maximale des fichiers	19	Niveau de développement du BIM	23
Nommage des fichiers	20	Niveaux de développement généraux	23
Point de base du projet.....	20	Spécifications pour les maquettes Architecture et Structure.....	24
Unités / Précisions.....	20	BIM pour la phase exploitation maintenance	30
Structuration de la maquette.....	21		
Arborescence spatiale.....	21		
Séparation des fichiers.....	21		
Niveaux.....	21		
Données extraites de la maquette.....	21		
Plan 2D	21		
Quantités et caractéristiques.....	21		
Formats de calcul.....	22		
4 CONTENU DES MAQUETTES NUMERIQUES	22		
Contraintes de modélisation	22		

OBJECTIF DU DOCUMENT

L'objectif du document est d'offrir un cadre au développement des maquettes numériques d'EPAURIF qui prenne en compte tous les usages envisagés des maquettes et leur contenu en termes d'objets et d'informations IFC pour chacune des phases de projet et qui soit applicable à l'ensemble des opérations menées par l'EPAURIF.

Une attention particulière a été portée sur le BIM Management afin de préciser les rôles et responsabilités de chacun au cours des différentes phases projets.

Cette charte pourra être réadaptée en fonction de l'usage des maquettes numériques pour chaque opération dans le cadre de cahier des charges BIM spécifiques.

DOCUMENTS DE REFERENCE

1. *Cahiers pratique le moniteur n°5763 : BIM Contenu et Niveau de développement*
2. *Guide méthodologique pour les conventions de projet en BIM, MEDIACONSTRUCT*
3. *BIM Project Execution Planning Guide V2.1*

GLOSSAIRE BIM

Cahier des charges BIM : Cahier des charges BIM du maître d'ouvrage : le cahier des charges BIM du maître d'ouvrage est le document contractuel permettant de décliner au niveau de chaque marché de l'opération les conditions énoncées dans la charte BIM et l'éventuel protocole BIM MOA. Il décrit de manière précise l'ensemble des attentes de la maîtrise d'ouvrage vis-à-vis du lauréat du marché en termes d'objectifs et usages BIM, de responsabilité, organisation, moyens humains et matériels, de contraintes de production des maquettes et de contenu.

Charte BIM EPAURIF : Cahier des charges BIM générique pour l'ensemble des opérations universitaires menées par l'EPAURIF

Protocole BIM de la maîtrise d'œuvre : Document contractuel de la maîtrise d'œuvre, il décrit la plateforme logicielle choisie, le circuit de validation et le protocole opératoire de conception sous BIM. Guide spécifique à la maîtrise d'œuvre.

Guide / Spécifications BIM : Guide pratique relatif à un projet précis et à une plateforme logicielle donnée, il définit les particularités de modélisation préconisées pour la mise en place du projet. Guide spécifique à la maîtrise d'œuvre.

Maquette de référence : Maquette d'ensemble du projet, incluant la modélisation des différents lots / spécialités, elle permet la revue de maquettes.

Socle numérique : Ensemble des données qui constitue la maquette à l'échelle de la ville, comportant le géoréférencement correct du projet, il permet le positionnement des différentes maquettes BIM.

PLM : Plateforme collaborative permettant le partage des maquettes, la gestion documentée des maquettes stockées et l'implémentation d'un circuit de validation / VISA basé sur la maquette numérique.

Synthèse sous BIM : Synthèse technique en phase EXE des différents lots utilisant les outils de détections de clash / comparaison de maquette 3D issus des technologies.

Niveau de détail – (Level of Detail) : désigne le niveau détail géométrique d'un objet.

Niveau d'information (NDI) – (Level of Information – LOI) : désigne la liste des propriétés non géométriques associées à l'objet BIM.

Niveau de développement (NDD) – (Level of Development – LOD) : désigne la combinaison du niveau de détail géométrique et du niveau d'information.

SIGLES

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

BIM : Building Information Model / Building Information Modeling / Building Information Management

BoQ : Bill of Quantities : extraction de quantitatif à partir de la maquette numérique

PI : Propriété Intellectuelle

MN : Maquette numérique au format natif

IFC : Industry Foundation Classes : format standard ouvert du BIM, par opposition au **format natif** des logiciels de conception

MOA : Maîtrise d'ouvrage

MOE : Maîtrise d'œuvre

ESQ : Esquisse / Concours

APS : Avant-projet sommaire

APD : Avant-projet détaillé

A(T)MO : Assistance (Technique) à la Maîtrise d'Ouvrage

PRO : Projet

DCE : Dossier de consultation des entreprises

DOE : Dossier des ouvrages exécutés

EXE : Exécution

EXP : Exploitation

GTP : Gestion technique de patrimoine

GED : Gestion électronique des documents

ND : Niveau de développement

LOD : Level of Detail

LOI : Level of Information

SIG : Système d'information géographique

PTD : Programme Technique Détaillé

GPA : Garantie de Parfait Achèvement

1 PROCESSUS BIM

Responsabilité des acteurs

Rôle de la maîtrise d'ouvrage

Définition du cahier des charges BIM

L'équipe projet de la maîtrise d'ouvrage doit d'abord définir ses besoins en termes de maquette numérique. Elle définit ses objectifs parmi les diverses applications que peut avoir un BIM :

- Outils d'aide à la décision
- Outils de conception, de simulation BIM et de synthèse
- Outils de gestion et de maintenance
- Communication

Elle peut être accompagnée par :

L'AMO BIM, qui aura la charge de formaliser le besoin dans le PTD, de définir les modalités de consultation et d'assister le jury pour le choix des offres.

L'ATMO BIM, qui en plus de la fonction d'AMO BIM, assure le suivi jusqu'à la réception, de la démarche BIM opérée par la maîtrise d'œuvre durant les différentes phases. Il vérifie la conformité du protocole BIM avec la charte BIM et sa bonne application. Il formalise également le contenu du DOE numérique défini par la maîtrise d'ouvrage.

Protocole BIM / Charte BIM de la MOA

La maîtrise d'ouvrage met en place un protocole BIM propre à la MOA définissant les responsabilités des différents acteurs de la MN tout au long de son cycle de vie.

Afin de gérer son patrimoine, il pourra définir une charte BIM spécifiant le niveau de détail et le niveau d'information exigé sur l'ensemble de son patrimoine.

Il rédige le cahier des charges BIM spécifique au projet et permettant de définir les exigences en termes de niveau de détail, de formats d'échanges et de livrables, les principaux usages de la MN et les conditions nécessaires pour assurer la continuité des maquettes de la phase concours à l'exploitation du bâtiment.

Objectifs et usages du BIM

Le maître d'ouvrage devra définir les usages de la maquette en réponse à ses objectifs. Ces usages définiront l'utilisation concrète que la MOE fera de la maquette numérique. La mise en œuvre de ces cas d'usages sera développée dans le protocole BIM de la MOE.

Catégories	Responsable	Phase	Usages de la maquette BIM	Code	Obligatoire / Facultatif
Communication	MOA	ESQ/APS /APD/ PRO/EXE Réception	Communication projet COM –01	COM –01	Obligatoire
Contrôle de Qualité	MOE	ESQ/APS /APD/ PRO/EXE	Contrôle qualité conception	QUA- 01	Obligatoire
			Visite virtuelle	QUA -01	Obligatoire
			Visualisation de scenarios	QUA -01	Facultatif
			Détection de collision	QUA -02	Obligatoire
Gestion de Chantier	Entreprise	EXE	Intégration du Plan de recollement des réseaux déployés et existants sur la parcelle	QUA -03	Facultatif
	Entreprise	EXE	Méthode	PLN- 01	Facultatif
			Phasage	PLN- 01	Facultatif
			Sécurité CSPS		Facultatif
			PIC		Facultatif

Catégories	Responsable	Phase	Usages de la maquette BIM	Code	Obligatoire / Facultatif
Gestion des espaces			Vérification des surfaces de programme et du Ratio France Domaine	PGM- 01	Obligatoire
	MOE	APD /PRO / EXE/ DOE	Géométrie des espaces (charges admissibles & hauteur libre)	ESP- 01	Obligatoire
			Vérification des finitions intérieures	ESP- 02	Obligatoire
			Présence des équipements courants faibles / courants fort	ESP- 03	Obligatoire
			Gestion des nuisances -Sensibilité aux vibrations -Source de bruit	ESP- 04	Obligatoire

Catégories	Responsable	Phase	Usages de la maquette BIM	Code	Obligatoire /Facultatif
Extraction et analyse de données de la maquette	MOE	APD/ PRO/EXE / DOE	Calcul des surfaces, volumes et métrés	BoQ-01	Obligatoire
			Développé de murs (revêtement mur / sol)	BoQ-02	Obligatoire
			Ouvertures Nombre / typologies / matériaux	BoQ-03	Facultatif
		PRO/EXE /DOE	Comptage des équipements universitaires spécifiés dans les tableaux de ND	BoQ-04	Obligatoire
Simulation (SIM)	MOE	APD/ PRO	Structure *	SIM-01	Facultatif
			Eclairage / éclairement*	SIM-02	Facultatif
			Energie / thermique*	SIM-03	Facultatif
			Analyse environnementale*	SIM-04	Facultatif

Catégories	Responsable	Phase	Usages de la maquette BIM	Code	Obligatoire / Facultatif
Aide à la décision (AI)	MOE	APD/ PRO	Vérification des exigences réglementaires ICPE	AI-01	Facultatif
			Accessibilité PMR	AI-02	Obligatoire
			Niveau de sécurité - sûreté	SEC-01	Obligatoire
			Vérification des Unité de Passage sécurité incendie.	SEC-02	Obligatoire
		ESQ / PRO	Vérification du PLU *	PLU-01	Facultatif
			Obtenir le ratio surface vitrée / surface opaque	ENV-01 FM01	Obligatoire
	GRMOE		Logistique des espaces (rayon de giration & installation équipement)	AI-04	Facultatif

Catégories	Responsable	Phase	Usages de la maquette BIM	Code	Obligatoire /Facultatif
Gestion patrimoniale	Exploitant	EXP	Gestion technique du Patrimoine Bâti : GTP/ GTB / GMAO	FM01	Obligatoire
			Déménagement : Simulation de disposition d'équipement.	FM02	Facultatif
			Inventaire immobilier	FM03	Facultatif
			Gestion de l'obsolescence matériaux et équipement	FM04	Obligatoire

* : Les usages considérés (simulation structure, énergie, thermique, environnement et vérification du PLU) du tableau ci-dessus, indique l'obligation ou non de faire des **analyses connectées au BIM**.

Ces cas d'usage sont plus précisément décrits dans le guide méthodologique pour les conventions de projet en BIM, rédigé par MEDIACONSTRUCT.

Rôle de la maîtrise d'œuvre

Organisation de l'équipe BIM de la MOE

L'équipe de maîtrise d'œuvre désignera un BIM Manager qui aura la responsabilité de l'ensemble des prestations liées au BIM pour le projet. Il sera l'interlocuteur principal de la Maîtrise d'ouvrage et de l'AMO BIM pour ces problématiques.

Chaque bureau d'étude / cabinet d'architecture de la maîtrise d'œuvre désigne des référents BIM appelés coordinateurs BIM. Ils font l'interface avec l'équipe de Management BIM et assurent la cohérence technique de la maquette numérique au vu des plans et des différentes études qui sont menées. Les coordinateurs BIM assureront la production de la maquette numérique à travers la gestion d'une équipe de production BIM.

La liste de l'ensemble des intervenants BIM (BIM Manager et Coordinateurs BIM) devra être intégrée dans le protocole BIM de la maîtrise d'œuvre.

Protocole BIM de la MOE

La maîtrise d'œuvre devra développer une stratégie BIM pour le projet et soumettre dans le cadre de son offre à la MOA le protocole BIM correspondant.

Le protocole devra à minima :

- Identifier les solutions mises en œuvre pour répondre aux exigences de la charte BIM de la MOA.
- Développer les process BIM et la stratégie d'implémentation sur projet

- Lister les livrables BIM
- Définir l'équipe de management BIM mobilisée
- Lister les logiciels utilisés pour la création des maquettes
- Définir la solution de stockage collaboratif mise en œuvre et les process d'échanges mis en œuvre

Ce protocole pourra faire l'objet d'échanges et d'ajustements lors de la mise au point du marché.

Niveaux de responsabilité de la MOE

Le BIM Manager désigné pour l'opération est responsable du contenu de la maquette numérique. Il aura les responsabilités suivantes :

- définir le niveau de détail de la maquette numérique et garantir son respect
- garantir la cohérence technique de la maquette au regard des plans publiés
- garantir la présence des informations demandées par le présent cahier des charges et leur cohérence avec la conception technique

Une partie de ces responsabilités pourra être transmise aux différentes entités responsables de la modélisation ou « coordinateurs » BIM. Les différentes responsabilités liées à la maquette devront être décrites dans le protocole BIM.

Le tableau ci-dessous est donné à titre d'illustration pour différencier les responsabilités BIM Manager / BIM Coordinateur. Il devra être consolidé dans le protocole BIM de la MOE.

	BIM MANAGER	BIM COORDINATEURS
Structure et taille de la MN (natif)	X	
Définition du niveau de détail	X	
Coordination des MN et réunion sur la MN	X	
Interopérabilité et validation des logiciels	X	
Planification de la production des MN	X	
Responsables de la plate-forme d'échange de la Moe ?	X	
Usages BIM	X	
Choix des logiciels métiers BIM		X
Contenu métier de la MN		X
Passerelles avec les logiciels de calcul métiers		X
Revue de maquette Pré-synthèse 3D		X
Revue de projet Pré-synthèse 3D	X	

En fonction des équipes de maîtrise d'œuvre choisies, une liste des logiciels utilisés par les différentes acteurs est rédigée par le BIM Manager. Ce dernier sera garant de l'interopérabilité des différents logiciels, en accord avec les processus de conception sous BIM.

Rôle des entreprises

Organisation et protocole BIM EXE

Selon le mode de dévolution (entreprise générale ou lot séparé), différents cas de figures peuvent être envisageables. La MOE est dans tous les cas chargée de définir le protocole opératoire pour la mise à jour des éléments de conception avec les éléments de construction pour la livraison du DOE numérique.

La modélisation des différents lots techniques par les entreprises pourra demander la mise en place d'un protocole BIM EXE. Le mode de fonctionnement sera alors similaire à celui qui est décrit par la MOE avec la définition de BIM Manager et de BIM coordinateurs pour les différents lots.

Un processus de validation / VISA devra être mis en place pour valider les éléments de construction par la MOE.

Synthèse BIM intégrée à la direction de synthèse

Dans le cas d'un projet visant la livraison d'un DOE numérique permettant l'exploitation de la maquette numérique par la maîtrise d'ouvrage, le BIM Manager devra mettre en place un processus « synthèse sous BIM ».

A titre d'exemple de solution envisageable, une partie de l'équipe BIM pourra être mobilisée sur le chantier, avec la nomination d'un BIM Manager de chantier. Le protocole de synthèse doit alors définir le processus opératoire afin d'intégrer la cellule BIM dans la synthèse chantier et mettre à jour la maquette en fonction des éléments tels que construits.

Principes de contrôle et de validation des maquettes

Principes de la Coordination BIM : les revues de maquette

On distingue trois types de revues de maquettes :

- Les **revues de maquettes** internes aux différentes disciplines, organisées par les différents coordinateurs BIM afin d'intégrer les maquettes numériques des autres disciplines et étant de la responsabilité du BIM coordinateur. Leur fréquence est à définir dans le protocole BIM de la MOE.
- Les **revues de projet**, organisées par le BIM Manager et impliquant les BIM coordinateurs. Celles-ci auront pour objectif d'effectuer les vérifications étant de la responsabilité du BIM Manager. Leur fréquence est à définir dans le protocole BIM de la MOE.
- Les **revues de projet impliquant la MOA / ATMO BIM** sont organisées par le BIM Manager a minima à chaque livraison Concours, APS, APD, PRO, EXE, DCE à des fins de visualisation. A titre indicatif, pour les projets conséquents, il est considéré qu'une revue de projet par mois devrait être instaurée pour visualiser l'avancement des maquettes.

Principes de contrôle qualité des MN par la MOE

Le BIM Manager devra mettre en place un processus de contrôle qualité des maquettes BIM afin de garantir l'exactitude de la maquette sur les points dont il est responsable.

Si la notion de synthèse technique est de la responsabilité de la direction technique MOE / ENTREPRISE et non du BIM, l'équipe de BIM Management, disposant des outils de la maquette numérique devra identifier les

incohérences en termes de 3D (détection de clash) et d'informations afin de les transmettre aux directions techniques.

Le BIM Manager aura la responsabilité de la procédure permettant la résolution des conflits décelés.

Phases EXE :

La mise en place d'un PLM ou GED pour le suivi et la validation des maquettes numérique issus des entreprises permettra d'implémenter un système de VISA des maquettes.

Principes de validation des maquettes par la MOA / ATMO BIM

Les maquettes numériques feront l'objet d'un contrôle et d'une validation globale par l'AMO BIM afin de valider la cohérence des éléments produits vis-à-vis du cahier des charges BIM MOA.

Cette validation permettra à la MOA de valider le paiement des prestations liées à ces maquettes.

Dans le cadre d'une mission d'AMO BIM, une vérification complémentaire du format IFC des maquettes BIM livrées par la maîtrise d'œuvre sera réalisée par l'AMO, afin que la maquette puisse être correctement exploitée par la MOA.

Les vérifications / validations des maquettes pourront être également réalisées à l'aide de plugin qui greffera au viewer de référence EveBIM au format IFC.

Synthèse des principes de vérification des maquettes numériques MOE / MOA

Le tableau ci-dessous est donné à titre indicatif pour la rédaction du protocole BIM de la MOE. Il résume les niveaux de responsabilité des différents acteurs.

Responsabilités	BIM COORDINATEUR	BIM MANAGER	ATMO BIM
Positionnement relatif des maquettes		X	
Georéférencement de l'IFC		X	
Vérification du georeferencement			X
Intégrité des objets métier	X		
Cohérence des plans avec la MN*	X		
Structuration IFC		X	
Vérification de la structure IFC			X
Nomenclature objets / fichier		X	
Présences des informations objets		X	
Niveau de détail des objets		X	
Cohérence des informations objets	X		
Structure des propriétés IFC objets		X	
Vérifications des			X

propriétés IFC objets

* : la cohérence des plans avec la maquette numérique est théoriquement de la responsabilité du coordinateur BIM. Néanmoins, le BIM Manager s'assurera ponctuellement (principalement à chaque rendu intermédiaire et final) de la cohérence des plans 2D avec la maquette.

La vérification des maquettes numériques pourra donc être séquencée en trois parties : le BIM coordinateur, le BIM Manager et l'AMO BIM dans leurs spécialités respectives. Un circuit de validation devra être détaillé dans le protocole BIM de la maîtrise d'œuvre.

Gestion de la traçabilité des maquettes

Afin de pouvoir gérer les niveaux de responsabilité des informations de la MN, Le BIM Manager devra mettre en place un système de traçabilité des informations, portant sur les analyses de maquette et les notifications aux différents contributeurs.

Il pourra utiliser les divers moyens numériques à disposition : plateforme PLM, format BCF ou rapport écrit.

Gestion des droits et propriété des maquettes

Propriété

Le statut juridique de la maquette numérique est encore à ce jour en cours de définition par le Plan de Transition Numérique du Bâtiment¹.

¹ Rapport de la Mission « Droit du Numérique et Bâtiment » :
http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Rapport_VF_droit_du_numerique_et_batiment.pdf

Pendant les phases de conception et de travaux, la maquette numérique est la propriété de son concepteur. Les droits de propriété concernés sont encadrés par le protocole BIM de la maîtrise d'œuvre / entreprise.

A l'issue de chaque phase, la maquette livrée et consolidée devient la propriété de la maîtrise d'ouvrage.

Sécurité et archivage des données

Le BIM Manager est responsable de la sécurité et de la confidentialité des données durant l'ensemble des phases de projet.

Un système d'archivage des données stockées devra être mis en place par le BIM Manager.

Droit d'accès et responsabilité

Le BIM Manager a pour rôle de définir les droits et les accès à la maquette numérique dans la définition de la plateforme d'échange.

Pour chacune des actions sur la MN ou cas d'usage de la MN, il pourra lister dans le protocole BIM les différents contributeurs et identifier leurs actions dans deux catégories :

- Production (P)
- Utilisation (U)

Principes de dépôt et de validation / VISA des maquettes

Le protocole BIM rédigé par la maîtrise d'œuvre définit les modalités d'accès, de stockage et d'archivage, ainsi que la chaîne de validation des différents modèles pour chaque phase de projet. Il constitue la base de la plateforme d'échange des différents intervenants autour de la maquette numérique.

Espace de stockage collaboratif

Phase Conception ESQ APS APD PRO :

La définition de l'espace de stockage est confiée au BIM Manager de la MOE qui en porte la responsabilité.

La mise en place d'un serveur collaboratif de type « SVN » ou dropbox peut suffire à condition que ce dernier puisse gérer les historiques et les droits d'utilisateurs.

Dans tous les cas, un process de validation des maquettes numériques devra être mis en place dans le protocole BIM de la MOE.

Phase EXE :

Une plateforme spécifique de dépôt des maquettes numériques de type PLM doit être mise en place. Celle-ci devra intégrer la notion de Validation / VISA et permettre de stocker des documents d'analyse liés aux VISA. Si les plans sont les seuls documents à valeur contractuelle de la construction, un système de validation de la maquette est indispensable en phase EXE pour la cohérence d'une maquette à destination d'une synthèse sous BIM ou d'un DOE numérique.

A défaut, une liste précise des différents modèles et de leurs modifications sera réalisée par le BIM Manager pour assurer le suivi de l'évolution des MN. Cette liste contiendra le détail de l'ensemble des maquettes réalisées, leurs responsables techniques ainsi que leur état d'avancement et de validation.

Rythme de dépôt et de livraison des maquettes

Le rythme de dépôt des maquettes est à préciser dans le protocole BIM et dépend de la phase de projet :

Phase Concours / Conception

Maîtrise d'œuvre : Organisation de revues hebdomadaires de maquette intégrant l'ensemble de la maîtrise d'œuvre ayant été impliquée dans la modélisation.

Maîtrise d'ouvrage : Livraison de maquette à la fin de chaque phase : ESQ / APS / APD / PRO. Accès ponctuels à la maquette sur demande éventuelle.

Phase EXE

Entreprise : Dépôt hebdomadaire des maquettes sur un PLM ou GED avec vérification / validation par le BIM Manager (détection de clash, comparaison de maquettes, revues de maquettes)

Maîtrise d'ouvrage : Accès pour information aux maquettes déposées et validées sur le PLM. Livraison de la maquette à chaque phase avec une période de réserve pour la maîtrise d'ouvrage à préciser.

Phase Exploitation

Exploitant : La maquette numérique sera réceptionnée, à une date qui sera précisée dans le protocole de l'entreprise et au plus tard à la date de réception.

Entreprise : Avant cette échéance les avis de non-conformité avec les ouvrages exécutés seront de la responsabilité du constructeur et feront l'objet d'un contrôle par l'exploitant.

MOE : Une mission complémentaire pour la MOE pourra prévoir la vérification des attributs Ifc jusqu'à la fin de la GPA.

2 STRUCTURATION DES ESPACES / LOCAUX UNIVERSITAIRES

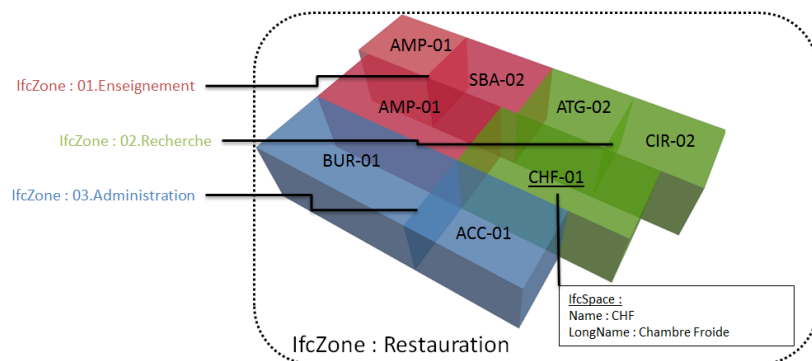
Afin de permettre une exploitation rationnelle de la maquette numérique, à la fois en conduite d'opération et en exploitation maintenance universitaire, une attention particulière sera à porter par la MOE sur la gestion des espaces.

De manière générale, l'ensemble des données renseignées dans la maquette numérique devront être vérifiées par la MOE et correspondre aux indications des fiches espaces.

Nomenclature/catégorie d'espace

Les espaces devront respecter une nomenclature, définie par le maître d'ouvrage, qui pourra se formaliser de la façon suivante :

Ils seront regroupés par catégorie dans les IfcZone.



SECTEUR FONCTIONNEL	CATEGORIE	NOMENCLATURE DES ESPACES
Enseignement théorique	01-Enseignement théorique	Amphithéâtre 100 à 200
	01-Enseignement théorique	Amphithéâtre 200 à 300
	01-Enseignement théorique	Amphithéâtre > 300
	01-Enseignement théorique	Régie amphithéâtre
	01-Enseignement théorique	Salle d'enseignement banalisé 10 à 19
	01-Enseignement théorique	Salle d'enseignement banalisé 20 à 30
	01-Enseignement théorique	Salle d'enseignement banalisé 31 à 50
	01-Enseignement théorique	Salle d'enseignement banalisé 51 à 99
	01-Enseignement théorique	Salle d'examen
Enseignement pratique	02-Enseignement pratique	A compléter selon le projet
	02-Enseignement pratique	Salle de préparation TP
	02-Enseignement pratique	Salle d'enseignement audiovisuel
	02-Enseignement pratique	Salle d'enseignement informatique
	02-Enseignement pratique	Salle de TP humides
	02-Enseignement pratique	Salle de TP langues
	02-Enseignement pratique	Salle de TP mise en situation
	02-Enseignement pratique	Salle de TP secs
	02-Enseignement pratique	Salle de TP Spécifiques
Documentation	03-Documentation	Hall technologique
	03-Documentation	A compléter selon le projet
	03-Documentation	Salle de consultation bibliothèque
	03-Documentation	Salle de consultation à accès restreint
	03-Documentation	Espace de travail
	03-Documentation	Local de traitement des ouvrages
	03-Documentation	Salle de réception des ouvrages
	03-Documentation	Quarantaine
	03-Documentation	Pilon
Bureaux et locaux administratifs	04-Bureaux et locaux administratifs	Magasin de bibliothèque
	04-Bureaux et locaux administratifs	A compléter selon le projet
	04-Bureaux et locaux administratifs	Bureau
	04-Bureaux et locaux administratifs	Reprographie
	04-Bureaux et locaux administratifs	Salle de convivialité
	04-Bureaux et locaux administratifs	Salle d'archives vivantes
	04-Bureaux et locaux administratifs	Salle de réunion
	04-Bureaux et locaux administratifs	Salle de visioconférence
	04-Bureaux et locaux administratifs	Stockage sécurisé
Travail en autonomie	05-Travail en autonomie	A compléter selon le projet
	05-Travail en autonomie	Co-working étudiants
	05-Travail en autonomie	Espace informel
	05-Travail en autonomie	Salle de projet équipée
	05-Travail en autonomie	Salle de travail
Equipements spécifiques de recherche et plateformes	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	A compléter selon le projet
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Animalerie
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Laboratoire confiné
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Laboratoire Humide
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Laboratoire Sec
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Laverie / Autoclave
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Salle d'imagerie
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Salle de caractérisation
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Atelier de génie mécanique
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Atelier de génie chimique
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Atelier de génie thermique
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Atelier de génie civil
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Sas
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Salle de quarantaine
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Stockage froid
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Stockage produits dangereux
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	Surface spécialisée de recherche
	06-Equipements spécifiques de recherche et plateforme	A compléter selon le projet

SECTEUR FONCTIONNEL	CATEGORIE	NOMENCLATURE DES ESPACES
Rencontres échanges détente	07-Rencontres échanges détente	Espace d'animation exposition
	07-Rencontres échanges détente	Espace de convivialité
	07-Rencontres échanges détente	Salle de conférences
	07-Rencontres échanges détente	Régie salle de conférence
	07-Rencontres échanges détente	Box de traduction
	07-Rencontres échanges détente	Salle de réunion polyvalente
	07-Rencontres échanges détente	Salle du Conseil
	07-Rencontres échanges détente	Salle de thèses
Sport	08-Sport	Local associations étudiants
	08-Sport	A compléter selon le projet
	08-Sport	Halle sportive / Gymnase
	08-Sport	Salle d'activités physiques
Fabrication montage	09-Fabrication montage	Vestiaires sanitaires
	09-Fabrication montage	A compléter selon le projet
	09-Fabrication montage	Atelier général
	09-Fabrication montage	Atelier informatique
	09-Fabrication montage	Atelier recherche
	09-Fabrication montage	Atelier reprographie
Collation restauration	10-Collation restauration	Fablab
	10-Collation restauration	A compléter selon le projet
	10-Collation restauration	Cafétéria espace distributeur
	10-Collation restauration	Cafétéria espace lounge
	10-Collation restauration	Cafétéria vente à emporter
	10-Collation restauration	Office
	10-Collation restauration	Salle de restaurant
	10-Collation restauration	Stockage alimentaire
Accueil	11-Accueil	Restauration préparation / Distribution
	11-Accueil	A compléter selon le projet
	11-Accueil	Espace d'accueil
	11-Accueil	Espace d'attente
Commodités	12-Commodités	Hall
	12-Commodités	A compléter selon le projet
	12-Commodités	Espace casiers
	12-Commodités	Salle courrier
	12-Commodités	Salle de repos
	12-Commodités	Sanitaires
Exploitation du bâtiment	13-Exploitation du bâtiment	Vestiaires sanitaires
	13-Exploitation du bâtiment	A compléter selon le projet
	13-Exploitation du bâtiment	Déchets courants
	13-Exploitation du bâtiment	Local ménage
	13-Exploitation du bâtiment	Local technique
Soutien technique	14-Soutien technique	Chaufferie
	14-Soutien technique	A compléter selon le projet
	14-Soutien technique	Buanderie
	14-Soutien technique	Déchets polluants
	14-Soutien technique	Livraison
	14-Soutien technique	Local sécurité sûreté
	14-Soutien technique	Logement de fonction
	14-Soutien technique	Salle d'archives mortes
Médico-social	15-Médico-social	Local technique informatique
	15-Médico-social	Stockage léger
	15-Médico-social	Stockage lourd
	15-Médico-social	A compléter selon le projet
Volume brut	16-Volume brut	Surface libre

Occupation des espaces

Une propriété Ifc (ou « Pset ») sera à ajouter concernant l'effectif des espaces d'enseignement sous la forme d'un Pset IFC propre à ces espaces.

Hauteur libre

La hauteur libre des espaces pourra être vérifiée sur la maquette numérique à partir des IfcSpace.

La limite supérieure des IfcSpace devra correspondre à la position du faux plafond ou la sous-face de la dalle inférieure de manière à ce que la hauteur calculée de l'IfcSpace corresponde à la hauteur libre effective.

Dans le cas contraire la hauteur libre sera ajoutée en tant qu'information dans l'IfcSpace (Cf. Charte BIM IFC en annexe).

Revêtement

La maquette BIM devra permettre d'accéder aux informations de revêtement sol – mur de chaque espace.

Si ces informations ne sont pas directement accessibles dans les espaces, le BIM Manager veillera à ce que les informations concernant les finitions intérieures des espaces soient portées par les murs / sols adjacents à l'IfcSpace.

Sensibilité des espaces / locaux universitaires

La maquette numérique devra indiquer la sensibilité des locaux à l'égard :

- Du bruit
- Des vibrations

L'étude des usages des locaux devra donc s'appuyer sur la maquette numérique et une propriété IFC (Pset) devra lui correspondre.

La valeur de ces PSet sera la suivante :

Valeur du Pset	Sensibilité de l'espace
✓ très sensibles	Espaces nécessitant d'être isolés du bruit / des vibrations
✓ sensibles	Espaces ou le bruit / les vibrations peuvent devenir gênants
✓ peu sensibles	Espaces ou le bruit / les vibrations sont peu ou pas gênants (hall, sanitaires, etc.).
✓ très agressif	Niveau sonore / de vibration élevé du fait des activités
✓ agressif	Espaces pouvant dans certaines conditions présenter un niveau sonore / de vibration élevé (salles de réunions, etc.) espaces n'impactant pas les locaux voisins sur le plan du bruit ou des vibrations
✓ non agressif	Espaces n'impactant pas les locaux voisins sur le plan du bruit ou des vibrations

Accessibilité PMR

La maquette devra permettre d'étudier l'accessibilité PMR.

Chaque espace devra contenir l'information d'accessibilité PMR oui / non.

Sécurité Sûreté

La maquette devra permettre d'étudier l'efficacité du bâtiment en termes de sécurité sûreté.

Un Pset associé à chaque espace indiquera les caractéristiques de l'espace en termes de sécurité – sûreté.

- Vidéo surveillance
- Contrôle d'accès
- Alarme intrusion
- Alarme process

3 CONTRAINTES DE PRODUCTION DES MAQUETTES NUMERIQUES

Livrables

Afin d'atteindre un objectif d'interopérabilité, essentiel pour une gestion efficace et collaborative des projets de construction sur tout leur cycle de vie, les parties conviennent de faire référence à la norme ISO 16739 qui définit le modèle IFC (Industry Foundation Classes) à l'échelle du bâtiment. Ce modèle s'appuie sur un format de fichier orienté objet utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels.

Les maîtres d'ouvrages, les équipes de maîtrise d'œuvre et les entreprises de construction doivent disposer d'outils logiciels capables d'importer et d'exporter des fichiers au format IFC 2x3. Les livrables BIM des opérations (lors des études, par compétences et lors des chantiers par lots) seront réalisés sur ce format.

Phase concours (ESQ)

En phase concours, les candidats livreront la maquette numérique avec les niveaux de détail spécifiés dans la suite de ce document.

Les candidats devront aussi fournir un document présentant le processus opératoire BIM envisagé sur les autres phases (organisation entre acteurs, équipements, échanges de données BIM). Ce document sera rédigé sur un maximum de 2 pages.

Phases APS – APD – PRO – EXE :

Les fichiers devront être livrés au format IFC2x3, mais également au format propriétaire de l'outil de CAO ayant servi à produire la maquette IFC (format « natif »)

Le fichier est généré par le producteur de la maquette, en précisant ses quantités de bases normalisées selon les critères IFC.

Tous les documents attachés à la maquette numérique seront au format .pdf

Pour chaque phase, une note de synthèse devra être rédigée afin de clarifier le contenu des maquettes numériques en réponse à la charte BIM.

Equipements et logiciels

Software

La mise en œuvre d'une maquette numérique BIM nécessite l'utilisation de différentes technologies. Il s'agit non seulement des logiciels utilisés pour la création des maquettes mais aussi de l'écosystème d'outils permettant d'analyser, de stocker et d'échanger des données BIM. Cet écosystème d'outils sera décrit par la maîtrise d'œuvre dans le protocole BIM. Lors de la phase concours, un descriptif des équipements envisagés dans la suite du projet sera rédigé. Il contiendra donc les logiciels de CAO envisagés, les outils de stockage et d'analyse de la maquette numérique.

Hardware :

La MOE devra préciser les équipements informatiques mis à disposition pour la réalisation du projet. Chaque équipement sera décrit en précisant au minimum : processeur principal, mémoire vive, carte graphique et disque dur. La description devra couvrir les équipements serveur internes et externes. Les dispositifs mobiles seront pris en compte, notamment dans le cadre d'outils pour la gestion de chantier.

Phase Concours (ESQ) :

L'utilisation de logiciels certifiés pour l'export IFC 2X3 est fortement recommandé. La liste des fichiers certifiés est disponible sur le site de buildingsmart : <http://www.buildingsmart.org/compliance/certified-software/>

Phases APS – APD – PRO – EXE:

L'utilisation de logiciels certifiés pour l'export IFC 2X3 est imposé. La liste des logiciels choisis sera soumise à la validation de la maîtrise d'ouvrage. Cette liste sera incluse dans le protocole BIM de la maîtrise d'œuvre (nom et version des logiciels).

Taille maximale des fichiers

Pour l'ensemble des phases de conception, une taille maximale de 200 Mo est imposée pour chacun des fichiers IFC. Les maquettes du DOE numérique ne devront pas dépasser 400Mo afin de s'assurer de la bonne exploitation de l'ouvrage en vue de l'utilisation dans le cadre d'une GTP.

Si un projet de bâtiment conduit à l'utilisation d'un fichier d'une taille supérieure, il conviendra de découper le projet en plusieurs fichiers, selon un processus défini par le BIM Manager. La nomenclature devra être conservée et tous les fichiers IFC devront être bien positionnés les uns par rapport aux autres.

Nommage des fichiers

La codification des fichiers IFC livrée doit être la même que les documents natifs du logiciel de CAO.

Par exemple :

AJA_ESQ_EB1_ARC_ENV.rvt (fichier Revit)

AJA_ESQ_EB1_ARC_ENV.ifc (fichier IFC)

AJA	ESQ	EB1	ARC	ENV
Projet : AJA : Ajaccio	Phase : ESQ, APS, APD, PRO, EXE	Nom du bâtiment : EB1	Spécialité : ARC : architecture STR : structure PLO : Plomberie MEC : Ventilation ELE : Electricité SSI : Protection incendie VRD : Aménagement extérieur	Lot : ENV : Enveloppe PAR : Partitionnement FAC : Façade PAR : Parking CVC : Chauffage- Ventilation- Climatisation DES : Désenfumage

Pour des spécialités non citées, un nommage spécifique devra être validé par la MOE dans le protocole de la maîtrise d'œuvre.

Règles de nommage :

- Le nom des fichiers ne contiendra pas d'espaces (les remplacer par des « _ »), ni de caractères spéciaux (notamment les accents), ni de lettres minuscules.
- Si pour un même projet, plusieurs maquettes sont livrées, le nommage des éléments communs devra être identique. Cela concerne notamment les étages, les bâtiments et les espaces.

Point de base du projet

La définition du point de base de base du projet est à la charge de la maîtrise d'œuvre, et donc du BIM Manager.

Les équipes de maîtrise d'œuvre devront respecter les clauses suivantes :

- le **géoréférencement** du projet doit être exact et identique pour l'ensemble des IFC site (longitude, latitude, orientation, hauteur)
- le **zéro projet** correspondant à l'origine globale du projet doit être identique pour l'ensemble des modèles.

La maîtrise d'ouvrage pourra fournir un socle numérique au format IFC qui permettra de se référencer. Ce socle contiendra des objets IFC permettant d'indiquer le géoréférencement du site pour guider le positionnement des modèles de projets. La nature de ces objets peut être variable selon les projets (parcelles, bâti existants...).

Le socle est livré à titre d'information et la responsabilité de la géolocalisation incombe à la maîtrise d'œuvre.

Etant donné l'importance d'une localisation commune pour l'ensemble du projet, le CSTB recommande aux équipes de modélisation d'échanger avec l'équipe de la maîtrise d'ouvrage pour valider le positionnement des maquettes lors de la mise en place des gabarits / templates.

Unités / Précisions

Les maquettes BIM devront être dimensionnellement exactes.

L'unité de mesure commune sont les unités SI. L'unité de longueur est le mètre.

La précision de mesure doit être compatible avec la précision exigée par la réglementation technique du lot concerné.

Structuration de la maquette

Arborescence spatiale

- (1) Les objets BIM doivent être définis selon une arborescence spatiale précise : Projet > Site > Bâtiment > Niveau > Espace.
- (2) Les objets BIM doivent correspondre au bon niveau de hiérarchie et y être bien situés.

Séparation des fichiers

- (1) Un fichier IFC contiendra au plus un bâtiment.
- (2) Lorsque la taille du fichier IFC dépasse 200 Mo, il conviendra de le subdiviser en plusieurs fichiers selon un protocole défini par le BIM Manager de la maîtrise d'œuvre.
- (3) Les fichiers IFC relatifs à la modélisation des éléments du site devront être distincts des fichiers IFC de chacun des bâtiments.

Phase EXE :

Chaque lot (architecture, structure, CVE, électricité, façade...) aura son propre fichier IFC, y compris lorsque les lots sont réalisés par la même entreprise.

Niveaux

- (4) Chaque niveau contient l'ensemble des objets de construction s'y rattachant (murs, portes, fenêtres). Par convention, une dalle plancher appartient au niveau courant et la dalle plafond appartient à l'étage supérieur. Par conséquent tous les équipements devront être rattachés à un niveau.

- (5) Chaque niveau contient l'information hauteur

Données extraites de la maquette

Plan 2D

Les plans 2D seront extraits de la maquette numérique, les informations s'y trouvant seront donc géométriquement subordonnées et cohérentes.

Néanmoins, lorsque le niveau de détail demandé par la maquette est inférieur à la qualité nécessaire aux plans, ceux-ci pourront être complétés à condition que les informations des objets correspondants dans la maquette numérique soient alors mises à jour.

Les cartouches des plans 2D mentionneront la maquette BIM dont ils sont issus.

Quantités et caractéristiques

Un des grands avantages du BIM est de pouvoir extraire facilement de la « base de données » de la maquette numérique les quantités et les caractéristiques des différents systèmes ou éléments constitutifs de la maquette.

Ces éléments peuvent être demandés par la maîtrise d'ouvrage dans la présente charte BIM et donc servir en phase exploitation, en complément des bases de données de gestion de patrimoine extraites des IFC.

Formats de calcul

Aucun format n'est imposé dans la charte BIM pour les interfaces métiers. Des formats dits « pivots » entre les logiciels de modélisation et les logiciels de calcul pourront être utilisés, tant que la maquette numérique IFC est à jour avec les données provenant des logiciels de calcul (gbXML, STEP, IGES, CIS/2, dwg...).

4 CONTENU DES MAQUETTES NUMERIQUES

Contraintes de modélisation

Nature des objets

- (1) Tous les éléments de la maquette numérique seront modélisés avec l'outil de CAO approprié. Par exemple, un mur devra être modélisé avec l'outil mur du logiciel de modélisation choisi et devra donc générer un IfcWall.
- (2) Si l'outil n'est pas disponible pour un composant spécifique, la méthode de modélisation devra être expliquée dans un document accompagnant la maquette et sera validée par le BIM Manager et l'AMO BIM.
- (3) Tous les objets modélisés devront respecter le niveau de développement fourni dans le 4.4.

Informations des objets

- (1) Les objets devront respecter à minima le niveau d'information fourni dans les niveaux de développements indiqués dans le présent document.
- (2) Les informations objets devront respecter la nomenclature IFC et les champs de Pset correspondants lorsqu'ils sont indiqués dans la charte des propriétés IFC définie dans ce document. (Cf. Niveau de développement de la présente charte BIM).

Exemple : information des matériaux et des épaisseurs

Description dans la charte BIM (4.4)	Associations	
<i>MaterialLayerSet</i>	MaterialLayerSet	Mur ext Béton20+placo1
➤ <i>MaterialLayer</i>	MaterialLayer	Béton
➤ <i>Thickness</i>	Thickness	0.2
	IsVentilated	Unknown
Les informations correspondant aux champs « MaterialLayer et Thickness » seront explicites et correspondront à la conception.	MaterialLayer	Polystyrène
	Thickness	0.1
	IsVentilated	Unknown

Lorsque les propriétés IFC ne sont pas dans la norme ou que le logiciel ne permet pas de respecter la norme, le BIM Manager établira un rapport indiquant les choix opérés pour intégrer les informations.

- (3) Les informations seront cohérentes entre les différents types d'objet BIM.

Par exemple les matériaux d'un IfcSlab et d'un IfcWall auront la même nomenclature « Béton ».

Dans le cas où le BIM Manager ne respecte pas une de ces clauses, il devra en informer le maître d'ouvrage / AMO BIM dans un rapport de maquette.

Nomenclature des objets

Une nomenclature précise des objets à partir de la phase PRO pourra être exigée par la maîtrise d'ouvrage.

Pour les phases de conception, le BIM Manager veillera à l'utilisation d'une nomenclature explicite des objets et équipements.

En vue d'une exploitation bâtiment par la maquette numérique, le BIM Manager devra choisir un format standard parmi les standards anglo-saxons existants : Unifomat, Masterformat ou Uniclass, en attendant la définition d'une nomenclature nationale par le PTNB.

Niveau de développement du BIM

La présente charte définit le niveau de développement de la maquette numérique. Celui-ci est fixé par la maîtrise d'ouvrage en coordination avec la maîtrise d'œuvre selon les outils qu'elle a choisis.

Elle contient le niveau de détail des éléments (LOD), de la maquette ou granularité et le niveau d'information (LOI) de la maquette correspondant aux propriétés associées aux différents objets.

Il convient de choisir le niveau de détail adapté à la phase de conception et à l'usage de la MN (simulation, coordination, synthèse...). Certains éléments pourront ne pas être représentés de manière réaliste mais matérialisés dans

un schéma d'encombrement correspondant au parallélépipède englobant de l'objet.

Le BIM Manager est chargé de vérifier

- *La granularité des objets*
- *La présence des informations*
- *Le respect, lorsqu'elle est exigée, de la casse des champs de nommage du fichier IFC.*

Niveaux de développement généraux

Niveau de développement en phase concours

La maquette doit contenir les informations fonctionnelles et les quantités de base permettant de vérifier le respect du programme fonctionnel.

Niveau de développement en phase conception (APS, APD, PRO)

En phase de conception (APS, APD, PRO), la MOE fournira pour chacune des disciplines Architecture / Structure / MEP une maquette à un niveau de détail correspondant à un LOD 300 / ND3 (cf. Cahier pratique le moniteur n°5763). Elle devra contenir les informations nécessaires à la coordination entre les différentes disciplines et devra donner une vision exhaustive et précise des différents éléments de conception.

Niveau de développement en phase EXE / DOE numérique

En phase construction la MOE fournira une maquette par lot technique, à un niveau de détail correspondant à un LOD de 300 ou 500 / ND4 selon les éléments de construction. Elle devra dans un premier temps contenir les

informations nécessaires à la coordination du chantier et donc donner une vision exhaustive et précise des différents éléments mis en œuvre. Les modalités d'exécution de cette maquette devront être décrites dans le protocole BIM de la MOE (modélisation de la maquette et VISA).

La maquette livrée par la MOE sera au niveau DOE / ND5 numérique et devra permettre l'exploitation / maintenance du bâtiment par l'INPI. Elle devra intégrer les paramètres nécessaires à cette exploitation.

Spécifications pour les maquettes Architecture et Structure

Les objets et les informations à inclure dans le tableau sont décrits ci-dessous par phase de projet.

Ils devront respecter la structuration de la norme IFC dont un guide est fourni en annexe de la présente charte.

Maquettes	Granularité	ESQ	APS	APD	PRO	EXE	DOE	Attributs IFC associées (phase à partir de laquelle les données sont exigées)	Usage BIM associé
Environnement (sur l'aire de la parcelle)	✓ Espaces verts	X	X	X	X	X	X	✓ surfaces pleine terre (ESQ) ✓ Nature des surfaces (APD)	PLU-01 SIM-04
	✓ Voierie principale, emplacements de parking et aires de livraison			X	X	X	X	✓ Nature des surfaces (APD) surfaces perméables	SIM-04
	✓ Cheminements extérieurs				X	X	X	✓ Nature des surfaces (APD) surfaces perméables	SIM-04
	✓ Système de rétentions des EP					X	X		SIM-04
Architecture	✓ Zones fonctionnelles identifiées par espace dont circulation verticale et locaux techniques	X	X	X	X	X	X	✓ Catégorie d'espace : entité et sous entité (APD) ✓ Charge admissible (PRO) ✓ Surface et volume des locaux (APD) ✓ Sensibilité des locaux (APD) ✓ Accessibilité PMR (APD) ✓ « SUN » « SUB » « SHON » ou « SHOB » (APS).	Vérification des contraintes du BIM Program : PGM-01

Maquette								✓ Hauteur sous faux plafond (APD)	
	✓ murs – extérieurs et bardage	X	X	X	X	X	X	✓ Composition / matériaux (PRO) ✓ Finition des parois verticales : type (PRO) ✓ Performance de l’enveloppe (APD) ✓ Quantitatifs globaux : longueur, volume, hauteur (APD) ✓ Fiche technique associée aux bardages (DOE)	BoQ-01 BQ-02 QUA-01
	Granularité	ESQ	APS	APD	PRO	EXE	DOE	Attributs IFC associées (phase à partir de laquelle les données sont exigées)	Usage BIM associé
Architecture	✓ cloisons		X	X	X	X	X	✓ Composition / matériaux (PRO) ✓ Finition des parois verticales : type(PRO) ✓ Surface de paroi (PRO)	BoQ-01 BoQ-02 QUA-01
	✓ murs rideaux		X	X	X	X	X	✓ Identification, profilés (PRO) ✓ Matériaux (PRO) ✓ Performance de l’enveloppe (APD) ✓ Sécurité incendie (type de châssis) (PRO) ✓ Caractéristiques Sûreté / anti-intrusion (EXE)	BoQ-01 BoQ-02 SIM-04 QUA-01
	✓ Toitures et couvertures		X	X	X	X	X	✓ Nature (APS) ✓ Performance de l’enveloppe (APD) ✓ Matériaux (PRO) ✓ Acrotère (PRO)	QUA-01

Maquette	✓ Escaliers / rampes d'accès			X	X	X	X		QUA-01
	✓ Gardes- corps			X	X	X	X		QUA-01
	✓ Dalles			X	X	X	X	✓ Matériaux (PRO)	QUA-01
	✓ Systèmes de planchers / revêtements de sol				X	X	X	✓ Revêtements de sol (APD) ✓ Classement UPEC (EXE) ✓ Surface par type de matériau de sol (PRO)	ESP-02
Architecture	Granularité	ESQ	APS	APD	PRO	EXE	DOE	Attributs IFC associées (phase à partir de laquelle les données sont exigées)	Usage BIM associé
	✓ Systèmes de faux plafonds				X	X	X	✓ Matériaux (PRO) ✓ Finition acoustique (PRO)	QUA-01
	✓ Systèmes vitrés / portes / fenêtres	X	X	X	X	X	X	✓ Identification des typologies (PRO) ✓ Occultations intérieures (APD) ✓ Matériaux (APD) ✓ Géométrie : largeur hauteur (APD) ✓ Sûreté / anti-intrusion (EXE)	QUA-01 SEC_01 (Vérification des Unité de Passage sécurité incendie) ENV_01
Structure	✓ Superstructures Voiles / Dalles / Toitures				X	X	X	✓ Fonctionnalité structurelle (APD) ✓ Profils (APD) ✓ Géométrie (volume)	QUA-01
	✓ Poutres / Charpentes				X	X	X	✓ Identification, profils (APD) ✓ Matériaux (APD)	QUA-01
	✓ Poteaux				X	X	X	✓ Identification, profils (APD) ✓ Matériaux (APD)	QUA-01
	✓ Fondations :				X	X	X	✓ Identification, profils (APD) ✓ Matériaux (APD)	QUA-01

	✓ Trémies / Réservations :					X	X	réservations de dimension supérieures à 5 cm de diamètre	QUA-01
	✗ Ferrailage des éléments Béton							Indiqué à titre d'information dans les propriétés objets	N'est pas exigé car risque d'encombrer fortement la maquette
	✗ Boulonnage							Symboles ou annotations dans les plans attachés à la maquette	N'est pas exigé car risque d'encombrer fortement la maquette

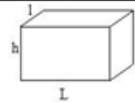

Spécifications pour les équipements universitaires

Catégorie	Granularité	APD	PRO	EXE	DOE	Données exigées au niveau DOE dans les attributs IFC	Usage BIM associé
Laboratoires et TP	✓ Arrivées d'air et de fluides spéciaux (eau osmosée, oxygène, azote, air comprimé,...)	0	0	I	I		FM01
	✓ Blocs prises	0	0	I	I		FM01 BoQ_01 Vérification du nombre de prise
	Sorbonne, bras articulés, hottes aspirantes, PSMs (équipements déménagés par utilisateurs – reliés à une extraction extérieure)	0	I	II	II	Longueur Type de hotte Nombre de bras	FM01
	✓ Armoires ventilées	0	I	I	I	Dimensions Classe des produits stockés Nombre de compartiments	FM01

	✓ Paillasses	I	I	I	II	Types (murale ou centrale) Dimensions (longueur profondeur) Revêtements Humide / Sèche	FM01 Vérification du Linéaire des paillasses
	✓ Equipements spécifiques : bacs à graisse, snakings	0	I	I	II		FM01

Spécifications pour les équipements techniques

Un niveau de détail différent est attendu pour chacun des équipements selon la volonté de la maîtrise d'ouvrage de réaliser une maquette pour les besoins uniques de l'EXE, ou bien dans le but d'obtenir un DOE numérique. En phase EXE, deux niveaux de représentation sont définis afin de ne pas surcharger la maquette :

Non modélisé		0
Encombrement		I
Réaliste		II

Maquettes	Granularité	APS	APD	PRO	EXE	DOE	Données exigées au niveau DOE dans les attributs IFC	Usage BIM associé
CVC	✓ Réseaux (tout type de local)		I	I	II	II	Type de réseau (air neuf, reprise...) Epaisseur de l'isolant sur les gaines pour	FM01 QUA-02 QUA-03

							la prise en compte du calorifuge	
	✓ Réseaux fluides spéciaux (laboratoire labos TP)		I	I	II	II	Type de fluide (O2, CO2, N2, vide, air comprimé, vapeur alimentaire, ...)	FM01 QUA-02 QUA-03
	✓ Terminaux (planchers chauffants, panneaux rayonnants, aérotherme, climatiseur...)		I	I	I	II	Débit de soufflage, puissance froid, puissance chaud	FM01
	✓ Echangeurs		0	0	II	II	Puissance thermique, type de fluide (EC, EF...), caractéristique (soufflage, extraction, alimentation...)	FM01
	✓ Compteurs		0	0	I	I	Type de fluide, Diamètre Nominal.	FM01
	✓ Extracteurs sanitaires		0	0	I	I	Débit de soufflage, puissance électrique absorbée	FM01
	✓ Ballons production ECS		0	0	I	II	Capacité, pression de service max	FM01
	✓ Transformateurs		0	0	II	II		FM01
	✓ Bouches d'aération		0	0	I	II	Débit (m3/h)	FM01
Lots techniques	Granularité	APS	APD	PRO	EXE	DOE	Données exigées au niveau DOE dans les attributs IFC	Usage BIM associé
Plomberie	✓ Points d'alimentation en eau spéciale		0	0	I	I	Type (eau ultra pure, eau pure, eau déminéralisée, eau permutée, eau osmosée, eau glacée)	FM01
	✓ Points d'alimentation en eau spéciale (laboratoires – TP)		0	0	I	I	Type (oxygène, dioxyde de carbone, azote, oxyde d'azote, dioxyde d'azote, hydrogène...)	FM01
	✓ Réseaux		I	I	II	II	Type de réseau Eau Froide (EF), d'Eau Chaude (EC), d'Eau Usée (EU), d'Eau	FM01

							Vanne (EV) et d'Eau Pluviale (EP) et Eau Spéciale	
	✓ Extincteurs		0	0	I	I		FM01
	✓ Appareils sanitaire		0	I	I	I		FM01
	✓ Compteurs		0	0	I	I	Type de fluide	FM01
Electricité	✓ Chemins de câbles et PC/RJ45		0	0	I	II	Types de réseau : Courant Fort (CFO) / courant Faible (CFA)	FM01
	✓ Terminaux (éclairage)		0	0	I	I	Types de terminal (éclairage extérieur, éclairage de sécurité...) Caractéristiques techniques : puissance des équipements électriques / Eclairage (lux)	FM01
	✓ Transfo, TGBT		0	0	I	I	Puissance thermique	FM01
	✓ Vidéo protection		0	0	0	0	L'espace correspondant devra contenir l'information de présence de l'équipement au niveau de l'IfcSpace	FM01
	✓ Groupes électrogènes		0	0	I	I		FM01
	✓ Armoires électriques		0	0	I	I		FM01
	✓ Portes coupe-feu		0	0	I	I		FM01
Sécurité incendie	✓ Ouvrants désenfumage		0	0	I	II		FM01
	✓ Commandes désenfumage		0	0	I	II		FM01

BIM pour la phase exploitation maintenance

Dans l'objectif de l'intégration des données BIM en phase exploitation maintenance, les informations suivantes devront être ajoutées dans le DOE numérique pour les éléments de construction pouvant faire l'objet d'une opération de maintenance (revêtement de sol ; finition de murs). Ces informations devront être facilement identifiables en intégrant un code Préfixe FM__.

- Code d'identification

Ce code d'identification ou BIM6D est unique pour chaque type d'équipement et est impératif pour l'exploitation du bâtiment par la maquette.

- *Information du fabricant : Nom du fabricant, référence de l'équipement, numéro de série, année de fabrication.*
- *Données de coûts (dans le cas d'intervention dans l'existant par exemple) : coût d'installation, coût de l'équipement.*
- *Données de garantie : date de démarrage et de fin de la garantie.*

Pour faciliter la modélisation, il pourra être judicieux d'intégrer directement dans la maquette numérique les objets issus des bibliothèques Web des fabricants.

Les informations des équipements devront être vérifiées sur site après leur installation. Un processus de vérification devra être réalisé par le BIM Manager afin de garantir l'exactitude des informations de la maquette DOE. Les éléments n'ayant pas pu être vérifiés in situ devront faire l'objet d'un rapport délivré à la maîtrise d'ouvrage.

Le futur en construction

CSTB
le futur en construction

Centre Scientifique et technique du bâtiment

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – www.cstb.fr

