

DÉLIBÉRATION N°2022-23_020 du conseil d'administration de l'université de Franche-Comté

Séance en date du 18 octobre 2022

6.1. Validation des PTD et DEX du projet immobilier du bâtiment énergie

La délibération étant présentée pour décision

Effectif statutaire : 36 Membres en exercice : 36 Quorum : 18 Membres présents : 15 Membres représentés : 10 Total : 25	Refus de vote : 0 Abstention(s) : 0 Suffrages exprimés : 25 Pour : 25 Contre : 0
--	--

Vu le code de l'éducation, en particulier son article L. 712-3 ;

Vu la délibération du conseil d'administration de l'université Franche-Comté du 16 décembre 2016 approuvant le protocole financier du projet Eco-campus ;

Vu la délibération du conseil d'administration de l'université de Franche-Comté du 11 juillet 2017 approuvant le dossier d'expertise « Eco-campus de Belfort, opération Bâtiment Energie Phase 1 »

Présentation du projet / Objectifs du projet :

L'opération du bâtiment Energie, sur le site de l'IUT de Belfort Montbéliard, composée de deux tranches opérationnelles est un projet structurant d'Eco-campus qui va permettre de réunir des espaces de recherche et des plateformes pédagogiques de l'université de Franche-Comté. Le programme technique détaillé associé à la tranche 1 ainsi que le dossier d'expertise ont été validés en 2017. Les études de conception confiées à l'équipe de maîtrise d'œuvre COSA ont débuté en avril 2020. Le contexte économique ne laisse pas présager à court terme la réalisation de la tranche 2 qui prévoyait d'intégrer d'importantes surfaces dédiées à la recherche et au développement des technologies liées à l'hydrogène.



Les objectifs :

Au regard de l'importance des avancées dans le domaine de l'hydrogène, l'université de Franche-Comté a sollicité ses partenaires pour que le programme de la tranche 1 soit revu et ainsi intégrer des espaces de recherches « hydrogène » supplémentaires.

Le contexte économique tendu a conduit à une révision du coût de prévisionnel de l'opération.

Les contraintes :

Décalage de l'opération d'une durée de 1 an correspondant à la suspension de l'APS de l'opération afin d'élaborer le programme technique

Le projet en chiffres :

Surface utile brute : 5450m²

Surface dédiée à la recherche : 1247m² répartis de la manière suivante :

- 227m² dédiés au département Sharpac (recherche hydrogène)
- 198m² dédiés au département Femto pour la recherche sur des procédés ayant recours à l'Hydrogène
- 716m² dédiés au programme initial de l'opération
- 105m² dédiés au plateau technique et espaces communs

Coût prévisionnel : 25 000 000 €TTC TDC soit une augmentation de 6 250 000€ TTC TDC répartis de la manière suivante :

- 600 000€ liés à l'ajout d'espace de recherche « Hydrogène »
- 5 650 000€ liés au contexte économique de l'augmentation du coût des matériaux

Plan de financement initial (en M€ TTC TDC) :

UFC	UTBM	Etat	Région	Grand Belfort	CD90	Contrat métropolitain	TOTAL
0,7	0,2	2,55	12,85	1,2	1,25	0	18,75

Plan de financement actualisé (en M€ TTC TDC) :

UFC	UTBM	Etat	Région	Grand Belfort	CD90	Contrat métropolitain	TOTAL
0,7	0,2	2,55	18,75	1,2	1,25	0,35	25

Ce plan de financement a été établi sur la base d'un programme de travaux adapté sur la tranche 2 d'Eco-campus 2022-2027 dégageant des marges financières non préjudiciables au projet global d'Eco-campus. D'autre part la Moa déléguée a fait appel au prochain contrat métropolitain.

Quelques dates et échéances :

Validation Dex et PTD initial au CA UFC : 28/05/2019

Phase APD : Décembre 2022 => Février 2023

Attribution des marchés : Aout 2023

Durée des travaux : octobre 2023 à Novembre 2025

Livraison fin 2025.

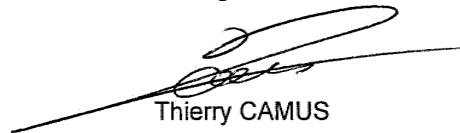


Il est demandé aux membres présents et représentés du conseil d'administration d'approuver le projet tel que présenté ci-dessus à sa phase "APS modifié" validant le programme technique détaillé modificatif, son dossier d'expertise ainsi que l'évolution financière de l'opération et son plan de financement actualisé.

Les membres présents et représentés du conseil d'administration approuvent ce projet.

Besançon, le 27 octobre 2022.

Pour la présidente et par délégation
Le directeur général des services



Thierry CAMUS

Annexes / pièce jointe :

Annexe 6.1.1 « Dossier d'expertise modificatif – Eco campus – Opération Bâtiment Energie Phase »

Annexe 6.1.2 « Programme technique détaillé modificatif – Eco campus – Opération Bâtiment Energ »

Délibération transmise à la Rectrice de la région académique Bourgogne-Franche-Comté, Rectrice de l'académie de Besançon, Chancelière des universités

Délibération publiée sur le site internet de l'Université de Franche-Comté



DOSSIER D'EXPERTISE MODIFICATIF

Eco-Campus de Belfort Opération « Bâtiment Energie » - Phase 1

Mai 2022



S O M M A I R E

Introduction	3
1 CONTEXTES, OBJECTIFS ET PROJET RETENU	8
1.1 Les faits générateurs de l'opération	8
1.2 La situation actuelle et future du site sans projet	10
1.3 Le choix du projet	13
2 EVALUATION APPROFONDIE DU PROJET RETENU	20
2.1 Objectifs du projet	20
2.2 Adéquation du projet aux orientations stratégiques	22
2.3 Description technique du projet	23
2.4 Choix de la procédure	33
2.5 Analyse des risques	34
2.6 Coûts et soutenabilité du projet	41
2.7 Organisation de la conduite de projet	54
2.8 Planning prévisionnel de l'opération	55

INTRODUCTION

Le bâtiment « Energie »

L'opération, objet du présent dossier d'expertise, consiste en une construction neuve dite « Bâtiment Energie ».

Cette opération est la première opération de la première tranche fonctionnelle de l'Eco-campus Nord Franche-Comté de l'aire urbaine Belfort-Montbéliard, elle-même inscrite dans le volet thématique Enseignement supérieur, recherche et innovation des contrats de plan Etat-Région 2015-2020 et 2021-2027.

Ce nouveau bâtiment prévoit la co-location de la formation et recherche en sciences pour l'Ingénieur avec la réalisation de plateaux techniques pédagogiques et de recherche en un même lieu, permettant de développer la synergie Formation / Recherche pour les trois partenaires du projet que sont l'Université de Franche-Comté (UFC), l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM) et l'institut de recherche FEMTO-ST. Il s'agit ainsi d'un regroupement de plateaux aujourd'hui répartis sur plusieurs sites et bâtiments universitaires à Belfort.

Est également prévu dans le projet un espace d'accueil avec un showroom, vitrine des activités de l'Eco-Campus à destination de l'ensemble des communautés universitaires et scientifiques et des entreprises et collectivités partenaires.



Le projet Eco-campus

Le projet Eco-campus, dans le volet commun UFC/UTBM, vise 3 objectifs :

- mobiliser la communauté universitaire, les collectivités et les entreprises pour donner une identité forte au territoire ;
- répondre, par la formation et la recherche, aux grands enjeux liés à l'énergie et aux mobilités ;
- construire et réhabiliter pour offrir des conditions optimales de travail aux personnels et étudiants en faisant du site de Belfort Techn'Hom un chantier école pour les formations et une vitrine technologique et scientifique pour les entreprises et les chercheurs.

Il s'agit ainsi de :

- mieux articuler les formations, en créant une dynamique de rapprochement des équipes, en recherchant les mutualisations et en évitant les concurrences ;
- construire des parcours d'excellence sur l'énergie, en particulier l'hydrogène ;
- coordonner les efforts pour limiter l'échec universitaire : des passerelles seront construites afin de proposer des solutions de réorientation aux étudiants en difficulté ;
- développer une stratégie patrimoniale commune ; l'UFC et l'UTBM souhaitent améliorer la visibilité de leurs formations et unités de recherche dans le domaine de l'énergie –en particulier l'hydrogène- sur le site du Techn'Hom ; parallèlement, l'UFC développera des départements tertiaires en centre-ville ; il y aurait ainsi 3 campus universitaires thématiques sur Belfort et non 5 comme aujourd'hui (voir partie en page suivante sur la thématisation des campus) ; la mutualisation des moyens, la dynamique des équipes en seraient facilitées ; l'enjeu est d'importance dans une période où la rationalisation des moyens est une condition majeure du maintien et du développement des universités. Cette orientation a également l'avantage de rendre plus lisible et visible l'offre proposée.

Les deux universités ont pour ambition de faire de ce projet Eco-campus une référence nationale en matière de réhabilitation et de construction des bâtiments publics. La méthodologie employée, les innovations envisagées et le montage financier de l'opération devraient nous permettre de faire référence.

L'enjeu économique est de taille : nombre de campus universitaires, de bâtiments publics, nécessitent des réhabilitations lourdes. Nous souhaitons donc modéliser notre projet de telle sorte qu'il puisse faire « école » sur le plan national. Cela implique une forte imbrication entre formation, recherche et politique patrimoniale. Cela implique également de puissantes coopérations entre l'Etat, les collectivités locales et les entreprises locales. Nous souhaitons donc apporter une réponse forte aux enjeux énergétiques tout en développant un modèle économiquement viable et donc reproductible, conformément à la démarche PEEC 2030 pilotée par France Universités, que l'UFC a rejoint en 2021.

Les retombées économiques et sociales d'un tel projet seront donc très importantes, pour peu que nous réussissions le pari de la mise en synergie des acteurs.

La thématisation des campus belfortains

Le projet Eco campus prévoit ainsi un recentrage des activités universitaires sur 3 campus thématiques :

- le **campus Energie**, sur le site du Techn'hom en partenariat étroit avec l'UTBM et le CROUS, présent sur le site
- le **campus Education et Sciences sociales** sur le site Marc Bloch en partenariat avec l'ESPE et la bibliothèque universitaire

- le **campus Gestion, droit et commerce** sur le site Néel en lien avec l'Esta

Cette thématisation suppose :

- de transférer les activités de formation menées dans le bâtiment Louis Néel (UFR STGI Sciences et Energie) et l'ensemble des activités de recherche de FEMTO-ST qui sont actuellement situées sur le parc technologique de Belfort sur l'actuel site de l'IUT sur le Techn'hom ; cette co-localisation s'accompagne de la création d'un bâtiment commun, dit bâtiment Energie, ayant vocation à accueillir la plateforme « Gestion des flux d'énergie et des composants associés » commune à l'UTBM et à l'UFC qui a été positionnée afin de structurer et fédérer les activités de recherche, de transfert et de formation dans le domaine ;
- de regrouper au sein du bâtiment Néel libéré par le Département Sciences et Energie de l'UFR STGI le Département AES - Droit de ce même UFR (aujourd'hui sur le site Roussel) ainsi que le Département Techniques de Commercialisation de l'IUT actuellement localisé sur le site Marc Bloch ;
- de déplacer le Département Carrières sociales actuellement sur l'IUT vers le site Marc Bloch, en lieu et place du département Techniques de commercialisation.

A l'issue de ces mouvements, les sites Roussel et Parc Technologique peuvent ainsi être libérés.

Le schéma directeur retenu

Différents scénarios ont été étudiés sur le site du Techn'hom, avec comme principale variante le périmètre bâti conservé, démoli et construit, la principale variable étant la surface neuve du bâtiment Energie.

Le scénario retenu est celui répartissant les besoins des plateaux d'enseignement et de recherche au sein de plusieurs bâtiments, avec une logique de changement de destination de surfaces existantes, permettant de diminuer la surface de la construction neuve.

Sur le site Techn'hom, le scénario retenu prévoit à l'échelle de l'UFC :

- o la construction du bâtiment Energie (surface SDO d'environ 7 800 m²) en lien avec le bâtiment C conservé dans lequel sont implantés les locaux tertiaires de la recherche (R+2). Le bâtiment sera un Bâtiment à Energie Positive (BEPOS) ;
- o la démolition du bloc administratif du bâtiment F (Bloc A) ;
- o la réhabilitation des bâtiments conservés avec réaffectation des surfaces – Vie de l'éco-campus au bâtiment A, administration et salles d'examen au bâtiment B, UFR STGI Département Sciences et Energie au bâtiment F ;
- o la reprise des réseaux d'eau.

A l'échelle du site :

- o le remplacement de la chaufferie actuelle et l'extension des réseaux vers le CROUS (cf. paragraphe suivant « Détail des travaux énergétiques retenus »)
- o des aménagements urbains selon les schémas d'intention présentés dans le paragraphe suivant (choix d'un schéma d'intention préférentiel en attente)

L'ensemble des réhabilitations intègre une démarche d'amélioration des performances énergétiques.

Le phasage du projet

Le schéma directeur retenu a été décliné en plusieurs tranches fonctionnelles, opérationnelles et financières, permettant de consolider les opérations inscrites et financées dans le cadre du protocole d'accord relatif à la réalisation de la première tranche fonctionnelle de l'Eco-campus signé entre l'Université de Franche-Comté, l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, la Communauté d'Agglomération Belfortaine, le Conseil Départemental du Territoire de Belfort, le Conseil Régional Bourgogne-Franche-Comté et la Préfecture de Bourgogne-Franche-Comté le 30 mai 2016, modifié par voie d'avenant en septembre 2019.

Plusieurs possibilités de phasages ont été étudiées. L'objectif visé est d'avoir une première tranche fonctionnelle dont les opérations permettent un fonctionnement viable de l'Eco-campus à l'issue de cette première tranche. Les tranches ultérieures de travaux intègrent les opérations nécessaires pour aboutir au schéma directeur retenu.

Dans cet objectif, il a été acté la réalisation du bâtiment Energie en deux phases. Afin de permettre au projet Eco-Campus de fonctionner dans les meilleures conditions dès la première phase, les autres opérations de cette première phase sont complémentaires au projet de phase 1 du nouveau bâtiment pour répondre aux objectifs des volets formation et recherche. De plus, cette première phase intègre les transferts sur le site du Techn'hom du département Sciences et Energie de l'UFR STGI et de l'ensemble des équipes de recherche de FEMTO-ST actuellement situées au Parc technologique.

Les opérations nécessaires à la réalisation du scénario retenu à l'échelle du Techn'hom sont réparties comme suit :

- tranche fonctionnelle 1 de l'Eco-Campus :
 - démolition de la halle C pour permettre la construction du bâtiment Energie sur l'emprise ainsi libérée ;
 - **construction de la première phase du bâtiment Energie BEPOS, correspondant à environ 70% de la surface total du bâtiment Energie projeté à terme, soit environ 5 500 m² SDO et premier équipement pédagogique et scientifique (objet du présent dossier d'expertise) ;**
 - réhabilitation complète du bâtiment C avec un désamiantage complet des sols ;
 - réhabilitation du bloc C conservé du bâtiment F pour l'accueil de l'UFR STGI (département Sciences et Energie) ;
 - rénovation des amphithéâtres du bâtiment F (bloc B) ;
 - réalisation de travaux ponctuels dans le bâtiment A de l'IUT pour l'accueil des surfaces non construites dans la première phase du nouveau bâtiment ;
 - remplacement de la chaufferie actuelle du site de l'IUT, extension des réseaux vers le CROUS et le gymnase et remplacement des sous-stations des bâtiments ;
 - réhabilitation du bâtiment A de l'UTBM.
- tranche fonctionnelle n°2 (financée par le CPER 2021-2027):
 - réhabilitation du bâtiment A pour la réaffectation des surfaces Vie de l'éco-campus ;
 - réhabilitation du bâtiment B pour la réaffectation des surfaces administration et salles d'examen ;
 - actions énergétiques sur le bâtiment D ;
 - démolition du bloc administration du bâtiment F.

- tranche fonctionnelle n°3 (à financer) pour arriver au schéma directeur retenu :
 - poursuite de la construction du bâtiment Energie (environ 2 300 m² SDO) ;
 - actions énergétiques sur le bâtiment E ;
 - reprise des réseaux d'eau ;
 - réalisation des aménagements urbains.

Bilan des surfaces à l'échelle de l'UFC à l'issue du projet Eco-Campus

Le schéma directeur a été élaboré dans une optique de stabilité et de rationalisation des surfaces de l'UFC à Belfort à terme. Le principe recherché a été de ne pas avoir de surface supplémentaire créée par rapport à la situation actuelle¹. Ainsi, la compensation des surfaces créées est réalisée par la démolition de surfaces existantes sur le site de l'IUT et la libération de deux sites (Roussel et Parc Technologique).

La synthèse de ce bilan de surface à terme est présenté dans le tableau suivant :

		Etat initial	Schéma directeur retenu
<i>Hors logements</i>			
Surfaces utiles	SU Techn'hom UFC	13 826 m ²	15 367 m ²
	SU Besoins théoriques		12 679 m ²
	Delta		+ 21%
Surfaces Dans Œuvre (SDO)	SDO Techn'hom UFC	19 348 m ²	22 555 m ²
	BILAN UFC		
	SDO Techn'hom UFC conservée		14 724 m ²
	SDO libérée		9 767 m ²
	SDO démolie IUT		4 624 m ²
	SDO libérée Roussel		1 951 m ²
	SDO libérée Parc technologique		3 192 m ²
	SDO Techn'hom construite		7 831 m ²
	Delta (construit - libéré)		-1 937 m ²

A l'issue de la réalisation du schéma directeur tel que retenu et présenté ici, il résulte une diminution d'environ 1 937 m² SDO des surfaces occupées par l'UFC à Belfort.

N.B. : Les surfaces de Néel et Bloch ne sont pas comptabilisées ici car non impactées par le projet Eco-Campus (actions réalisées « dans les murs »).

¹ Surface considérée pour cette stabilité : Surface Dans Œuvre (SDO)

1 CONTEXTES, OBJECTIFS ET PROJET RETENU

1.1 LES FAITS GENERATEURS DE L'OPERATION

1.1.1 Contexte réglementaire

Le présent document constitue le dossier d'expertise modificatif du projet « Bâtiment Energie », conformément à la circulaire n° 2015-146 du 19 août 2015 relative à la procédure d'expertise des opérations immobilières des établissements relevant du ministère en charge de l'enseignement supérieur. Il s'inspire du guide de constitution du dossier d'expertise annexé à la circulaire.

Le présent dossier est présenté au Conseil d'administration de l'UFC le 18 octobre 2022 pour approbation avant l'envoi à la rectrice de la région académique Bourgogne-Franche-Comté

Le présent document vient compléter et amender le dossier d'expertise initial, approuvé par le Conseil d'administration de l'UFC le 27 juin 2017 et par le Conseil d'administration de l'UTBM le 30 juin 2017 et prend en compte les modifications du programme et du plan de financement intervenues depuis cette date.

Conformément à la procédure d'examen définie au chapitre III de la circulaire, cette expertise est adressée pour instruction à la rectrice de région académique Bourgogne-Franche-Comté.

1.1.2 Stratégies de l'Etat

La stratégie de l'Etat en matière d'enseignement supérieur et de recherche se décline dans différents documents stratégiques :

- stratégie nationale de l'enseignement supérieur (StraNES)
- stratégie nationale de recherche (SNR)
- stratégie territoriale de l'enseignement supérieur et de la recherche (StraTer)

Ces stratégies portent une ambition commune en matière de montée en compétence dans le domaine de l'énergie.

Le projet de loi sur la transition énergétique pour la croissance verte intègre ainsi une référence à la stratégie nationale de l'enseignement supérieur : « Les politiques d'enseignement supérieur, en lien avec les branches professionnelles et les entreprises, concourent à l'évaluation des nouveaux besoins de compétences dans le domaine de l'énergie et à l'adaptation des formations supérieures à ces besoins, dans le cadre de la stratégie nationale de l'enseignement supérieur définie à l'article L. 123-1 du code de l'éducation. » Le projet Eco-campus s'inscrit pleinement dans ces stratégies.

En France, des projets de bâtiment à énergie nulle ou positive hébergeant des formations et/ou des équipes de recherche existent (GreenR à Grenoble, LAAS, Toulouse) mais sans intégrer le triptyque recherche-formation-valorisation. L'originalité du projet de l'Eco-campus, et plus particulièrement du bâtiment énergie, objet du présent dossier d'expertise, réside dans la synergie et la convergence entre les thématiques de recherche en pointe des équipes de FEMTO-ST autour de l'énergie, l'orientation des formations hébergées sur le site aux niveaux DUT, licences, Master et Doctorat et le terrain d'expérimentation que constituera le site (sources diversifiées d'énergie renouvelables et de dispositifs de stockage, système de gestion de l'énergie, ...).

En matière de politique immobilière, l'Etat a structuré en 2016 la Direction Immobilière de l'Etat. Les priorités se portent sur la rationalisation et l'optimisation du patrimoine immobilier de l'Etat et de ses opérateurs, en veillant à la qualité des bâtiments. En termes de performance énergétique, un arrêté relatif aux constructions à énergie positive (BEPOS) et à haute performance environnementale

(HPE) sous maîtrise d'ouvrage de l'état, de ses établissements publics et des collectivités territoriales, est paru au JO du 10 avril 2017. Cet arrêté définit les niveaux d'exigences (BEPOS et HPE) prévus par le décret du 21 décembre 2016, qui lui-même cadrerait les définitions de « bâtiment à énergie positive » et de « bâtiment à haute performance énergétique » énoncé dans la loi du 17 août 2015 (LTECV).

1.1.3 Stratégies locales

Le projet ainsi décrit est en phase avec les stratégies développées par les collectivités territoriales.

La Région Franche-Comté constitue depuis de longues années un partenaire privilégié de l'UFC et de l'UTBM, à travers le financement de gros équipements scientifiques, de bourses de thèse, de séjours post-doctoraux, d'aide à la mobilité entrante et sortante des chercheurs. Plus globalement elle mène une politique volontariste en matière de recherche, de vie étudiante et de diffusion de la Culture scientifique et technique. La loi enseignement supérieur et recherche du 22 juillet 2013 lui a donné la possibilité d'aller au-delà en définissant à travers le Schéma régional de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'innovation (SRESRI) les principes et priorités de ses interventions. On observera que ce schéma régional a été travaillé en commun avec la Région Bourgogne en prévision de la fusion qui a eu lieu en 2016. En s'inscrivant dans la politique scientifique de l'établissement, l'opération Eco-Campus prend de fait en compte le SRESRI.

Au niveau régional, le projet Eco-campus renforcera les synergies entre les formations de l'UFR STGI et de l'IUT de Belfort-Montbéliard, dans les domaines de l'énergie électrique, de l'énergie thermique et génie civil et renforcera les projets transverses entre les équipes de recherche de FEMTO-ST sur l'énergie. Il structurera ainsi un pôle universitaire fort dans le domaine de l'énergie, sur des thématiques clairement ciblées, en s'appuyant sur un partenariat industriel pérenne et un domaine applicatif lié au bâtiment intelligent (Smart Building) et à consommation énergétique optimisée. Ce projet sera également l'occasion de développer de nouvelles collaborations en formation et recherche entre UFC et UTBM.

Au niveau local belfortain, le projet Eco-Campus s'accompagne d'une réflexion urbaine sur le site du Techn'hom. Plusieurs scénarios d'intention urbaine pour redonner du lien et de la visibilité à l'UFC et à l'UTBM ont été étudiés en collaboration avec les partenaires locaux que sont la Ville de Belfort, le Grand Belfort, l'Agence d'Urbanisme du Territoire de Belfort et le CROUS.

1.1.4 Stratégie du porteur de projet

Le projet Eco-Campus, et donc le projet du Bâtiment Energie, est porté par 3 partenaires : l'UFC, l'UTBM et FEMTO-ST.

A l'échelle du site universitaire, le projet est d'ores et déjà, dans sa construction, extrêmement structurant pour l'enseignement comme pour la recherche dans le Nord Franche-Comté. Il permettra également le regroupement des équipes de recherche de l'Institut FEMTO-ST présentes à Belfort, situation propice à l'intensification des projets transdisciplinaires. Il permettra la mutualisation des équipements pédagogiques entre les deux composantes de l'Université de Franche-Comté présentes à Belfort. Il permettra également une immersion précoce des étudiants dès le niveau L1 dans le laboratoire, en particulier dans le cadre du projet de CMI H3E, Hydrogène-Energie et Efficacité Énergétique, favorisant ainsi les actions de formation par la recherche et l'orientation des étudiants vers le doctorat. La proximité avec l'UTBM facilitera l'accès aux équipements des chercheurs et des élèves ingénieurs ainsi que l'intensification des collaborations, notamment dans le cadre de la fédération de recherche CNRS FCLAB sur les systèmes pile à combustible.

A l'échelle interrégionale Bourgogne Franche-Comté, la thématique de l'énergie est développée en Franche-Comté mais est peu présente en Bourgogne.

Des collaborations entre des équipes bourguignonnes et franc-comtoises ont été initiées depuis quelques années sur le sujet des piles à combustible et électrolyseurs, fondées sur la complémentarité des compétences élaboration des matériaux et des cellules en Bourgogne et intégration et test de performances électriques en Franche-Comté. Ces collaborations devront être développées.

1.2 LA SITUATION ACTUELLE ET FUTURE DU SITE SANS PROJET

1.2.1 Panorama de l'existant

Les fonctions qui sont amenées à être regroupées au sein du futur bâtiment « Energie » - Phase 1 - sont actuellement réparties sur plusieurs sites et dans plusieurs bâtiments à Belfort :

Site	Bâtiment	Nature	Nombre de locaux	Surfaces utiles	Défauts majeurs
IUT	Bâtiment A	Halle technique Génie Electrique et salles TP	7	1 120 m ²	Installations obsolètes (équipements, réseaux...)
	Bâtiment B	Salles TP Génie Electrique	5	373 m ²	Installations obsolètes (équipements, réseaux...)
	Bâtiment C - Halle	Halle, salles TP, ateliers	17	2 214 m ² (270 m ² occupé par salles TP)	Bâtiment en partie inoccupé (car département Génie Mécanique fermé il y a une dizaine d'années) Reste des locaux obsolètes et vétustes
	Bâtiment C	Salles TP Génies Thermique et Electrique	10	465 m ²	Installations obsolètes (équipements, réseaux...)
Néel	Néel	Salles TP UFR STGI Sciences et Energie	10	704 m ²	Site éloigné des autres composantes de l'UFC ayant des formations proches
Parc Technologique	Energibel	Locaux de recherche (hors bureaux et ateliers)	6	991 m ²	Recherche éloignée des sites de formation
	GE2	Locaux de recherche (hors bureaux et ateliers)	12	1 384 m ²	Recherche éloignée des sites de formation
TOTAL				7 251 m ²	

Ces locaux étant des locaux avec des activités très spécifiques (travaux pratiques spécialisés avec des équipements spécifiques, locaux de recherche, bureaux...), ils ne font pas l'objet d'un calcul d'un taux d'occupation, qui ne donne pas d'indication exploitable pour ce type de locaux, peu mutualisables.

Au total, les activités qui doivent être regroupées dans la phase 1 du bâtiment Energie, sont actuellement répartis sur 3 sites, 8 bâtiments et occupent environ 7 250 m² utiles.

1.2.2 Difficultés et inadaptations des locaux actuels

La répartition actuelle des locaux engendre de nombreuses difficultés à l'usage avec des déplacements quotidiens entre les sites.

Ainsi, pour la recherche, les deux départements de FEMTO-ST sont actuellement éclatés sur trois sites :

- département ENERGIE situés en partie sur le Parc Technologique (équipes MACH et MIE) et sur le site Techn'hom, côté UTBM (équipe SHPAC)
- département DISC sur le site de l'IUT Belfort-Montbéliard.

Cet éclatement est peu propice aux synergies entre les équipes. De plus, le site du Parc Technologique, qui est situé à environ 2,5 km des deux autres sites, accueille uniquement des activités de recherche. Cet éloignement est peu compatible avec le rapprochement souhaité avec les activités de formation, qui ont lieu sur le site du Techn'hom. Enfin, une partie des locaux du Parc Technologique est aujourd'hui sous utilisée, notamment le rez-de-chaussée du bâtiment Energibel qui accueille une grande soufflerie, aujourd'hui obsolète et inutilisée, dans un espace de 334 m².

Pour l'enseignement, les locaux actuellement occupés sur le site de l'IUT-BM dans les bâtiments A, B et C n'ont jamais été rénovés, à par ponctuellement, depuis leur construction à la fin des années 60. Malgré un entretien régulier des bâtiments, le temps a dégradé la qualité des espaces occupés. De plus, ils ne sont plus adaptés fonctionnellement, avec une répartition des salles de travaux pratiques dans plusieurs bâtiments, et des dimensionnements de salles qui ne correspondent plus aux besoins actuels (salles trop petites, passage des portes trop étroits pour faire passer certains équipements, etc.). Ces locaux ne sont pas adaptés pour accueillir de nouveaux équipements pédagogiques et scientifiques, tel qu'un espace dédié à l'hydrogène, dont les normes de conception sont strictes. Les équipements et les réseaux informatiques sont obsolètes par rapport aux besoins actuels (prises électriques, prises réseau...). Enfin la halle du bâtiment C accueillait les activités du département Génie Mécanique de l'IUT, jusqu'il y a une dizaine d'années quand le département a été fermé. Cette halle (qui va être démolie au premier semestre 2022) est aujourd'hui inoccupée, et présente un état de vétusté important.

Concernent le département Sciences et Energie de l'UFR STGI, il occupe actuellement le site Louis Néel situé en centre-ville de Belfort, à 2,5km du site de l'IUT-BM. Les étudiants de l'IUT sont parfois amenés à utiliser des équipements présents sur le site Néel et inversement, ces deux composantes de l'UFC ayant des enseignements très proche.

En synthèse, cet éclatement des sites n'est pas propice aux synergies Formation / Recherche que souhaitent développées l'UFC, l'UTBM et FEMTO-ST.

1.2.3 La situation future du site sans projet (le « scénario de référence »)

Sans projet, les activités concernées resteront sur leur site actuel, en l'état.

En effet l'UFC ne dispose pas de ressources financières suffisantes pour assurer des travaux lourds de réhabilitation. Seuls des travaux ponctuels, notamment de mise en accessibilité, pourront être réalisés, sans que cela n'améliore véritablement les difficultés indiquées dans la partie précédente. L'éclatement des fonctions et l'inadéquation des locaux actuels ne peuvent être résolues sans projet.

Par ailleurs, le projet du bâtiment Energie est la première opération à réaliser pour permettre la mise en œuvre de l'ensemble des opérations prévus dans le schéma directeur retenu de l'Eco-Campus, l'ensemble de ces opérations étant étroitement liées (réaffectations des surfaces libérées, transfert des activités de formation pour la thématisation des campus, etc.). Sans le projet du bâtiment Energie, l'ensemble du projet Eco-Campus n'est pas réalisable.

1.2.4 Tableau de synthèse

Dans le tableau suivant ne sont répertoriés que les effectifs des formations et des équipes de recherche concernées par le projet du bâtiment Energie, soit :

- département Génie Thermique et Energie (GTE) de l'IUT BM (UFC)
- département Génie Electrique et Informatique Industrielle (GEII) de l'IUT BM (UFC)
- département Génie Civil – Construction Durable de l'IUT BM (UFC)
- département Sciences et Energie de l'UFR STGI (UFC)
- département Energie de l'UTBM
- institut FEMOT-ST

Ces effectifs occupent d'autres locaux que ceux concernés par le projet du bâtiment Energie – phase 1 (salles banalisées, informatiques, bureaux, situés dans d'autres bâtiments).

Les surfaces répertoriées sont celles amenées à être libérées avec la construction du bâtiment Energie (uniquement des surfaces de locaux de recherche et de salles de travaux pratiques).

Paramètres	Catégories	Situation existante (2022)	Situation future sans projet (horizon 2025)
Usagers	Total	1 085	1330
Effectifs	Enseignants chercheurs et assimilés	46	46
	BIATSS	15	15
	Doctorants, post-doc	64	64
	Stagiaires	10	10
	Total	135	135
Surfaces (SUB)	Administration	0 m ²	0 m ²
	Enseignement	4 046 m ²	4 046 m ²
	Recherche	2 589 m ²	2 589 m ²
	Autres ²	375 m ²	375 m ²
	Total	7 010 m ²	7 010 m ²

Le Dex initial était réalisé à effectif constant entre l'existant (2016) et le projet.

Les effectifs prévisionnels sont maintenant plus élevés du fait de la réforme du DUT en BUT, réforme engagée depuis septembre 2021 et qui touche tous les départements de l'IUT. La conséquence est cette 3^{ème} année de formation qui va se généraliser et implique pour ces 3 départements IUT un accroissement prévisionnel de 245 étudiants.

² Logistique et locaux techniques, documentation, vie sociale et culturelle, restauration, hébergement dont logements de fonction, installations sportives

1.3 LE CHOIX DU PROJET

1.3.1 Les objectifs de l'opération

La construction d'un bâtiment neuf s'inscrit pleinement dans les objectifs du projet Eco-campus, dans le volet commun UFC/UTBM, présenté dans l'introduction du présent dossier d'expertise.

Ce nouveau bâtiment prévoit ainsi la co-location de la formation et recherche en sciences pour l'Ingénieur avec la réalisation de plateaux techniques pédagogiques et de recherche en un même lieu, permettant de développer la synergie Formation / Recherche.

Un espace d'accueil est également prévu avec un showroom, vitrine des activités de l'Eco-Campus à destination de l'ensemble des communautés universitaires et scientifiques et des entreprises et collectivités partenaires.

Projet scientifique et pédagogique

Le bâtiment Energie est défini pour être un bâtiment à haute valeur ajoutée scientifique et technologique qui s'articule autour du tryptique Formation/Recherche/Valorisation avec la volonté de mutualiser certaines ressources matérielles et humaines et de développer la formation par la recherche (à partir du niveau M1, Cours Master Ingénierie, cycle ingénieur, L1/L2/L3, dans le cadre de projets relatifs aux activités de recherche de FEMTO-ST).

Volet Recherche

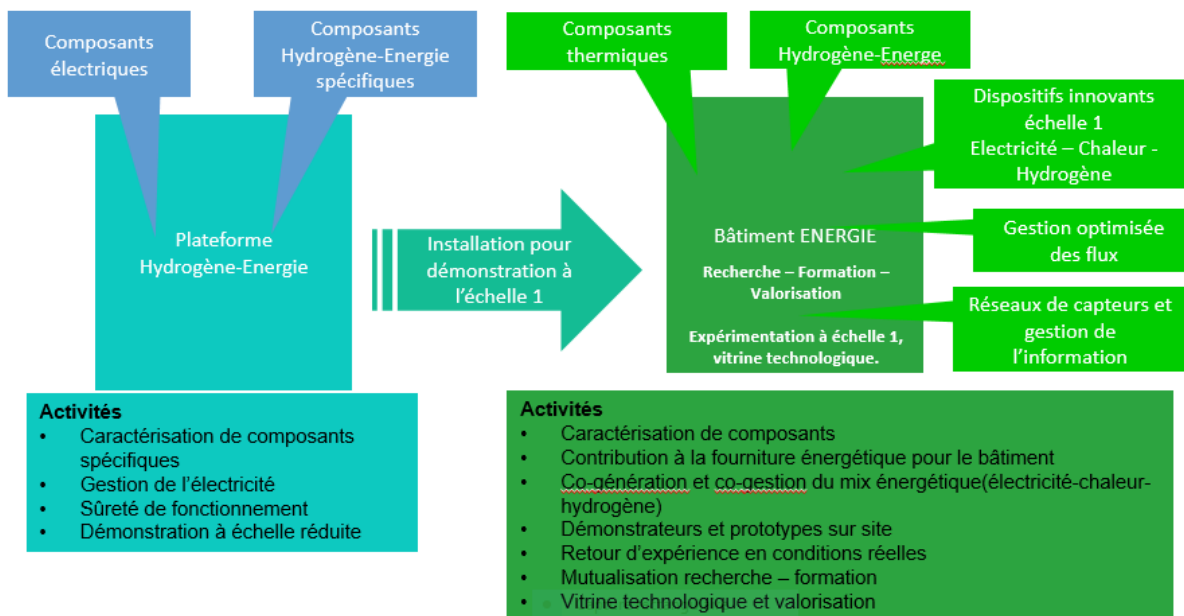
La recherche réalisée sur l'Eco-campus a pour objet l'énergie et la conversion de puissance. Dans le schéma direction retenu, l'ensemble de la recherche sur cette thématique sera répartie en deux lieux sur le Techn'hom que sont le bâtiment F de l'UTBM (extension réalisée en 2014) et le nouveau bâtiment Energie, objet du présent Dossier d'Expertise, complété du 2^{ème} étage du bâtiment C de l'IUT qui accueillera les espaces tertiaires de la recherche (liaison par une passerelle fermée à créer).

Le projet scientifique de recherche de plate-forme de gestion des flux d'énergie et des composants associés s'articule autour quatre axes thématiques suivants :

- gestion optimisée des flux et des vecteurs d'énergie
- production efficiente, propre et durable d'énergie
- infrastructures et bâtiments à bilan énergétique nul ou positif
- rationalisation de la consommation d'énergie

L'objectif général du projet est de développer un pôle de référence européen en recherche, formation, innovation, dans le domaine des énergies renouvelables, sur des axes bien identifiés et reconnus à l'international.

Le schéma suivant illustre l'articulation de la recherche entre les deux sites :



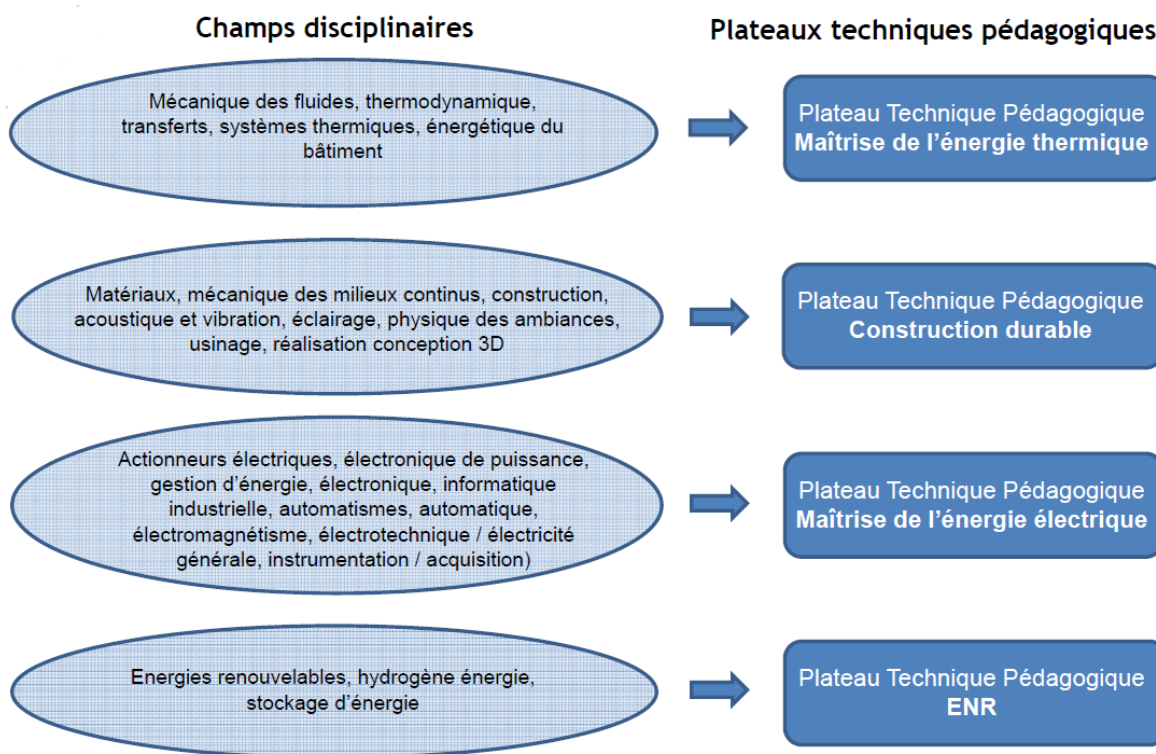
En termes d'effectifs, le bâtiment F de l'UTBM accueille environ 120 personnels de recherche et le site de l'UFC environ 80.

Volet Formation

En lien avec la recherche, la réflexion sur la mise en place de plateaux techniques pédagogiques répondant aux besoins des formations scientifiques et techniques de l'IUT Belfort-Montbéliard (DUT GTE, DUT GEII, DUT GC-2D, Lpro VEGA, Lpro EnR, Lpro CTPEB), du département Sciences et Energie et de l'UFR STGI (Licences IEE et TE, Masters EE et ITE, CMi H3E) et de l'UTBM (Dépt Energie) a notamment porté sur les éléments suivants :

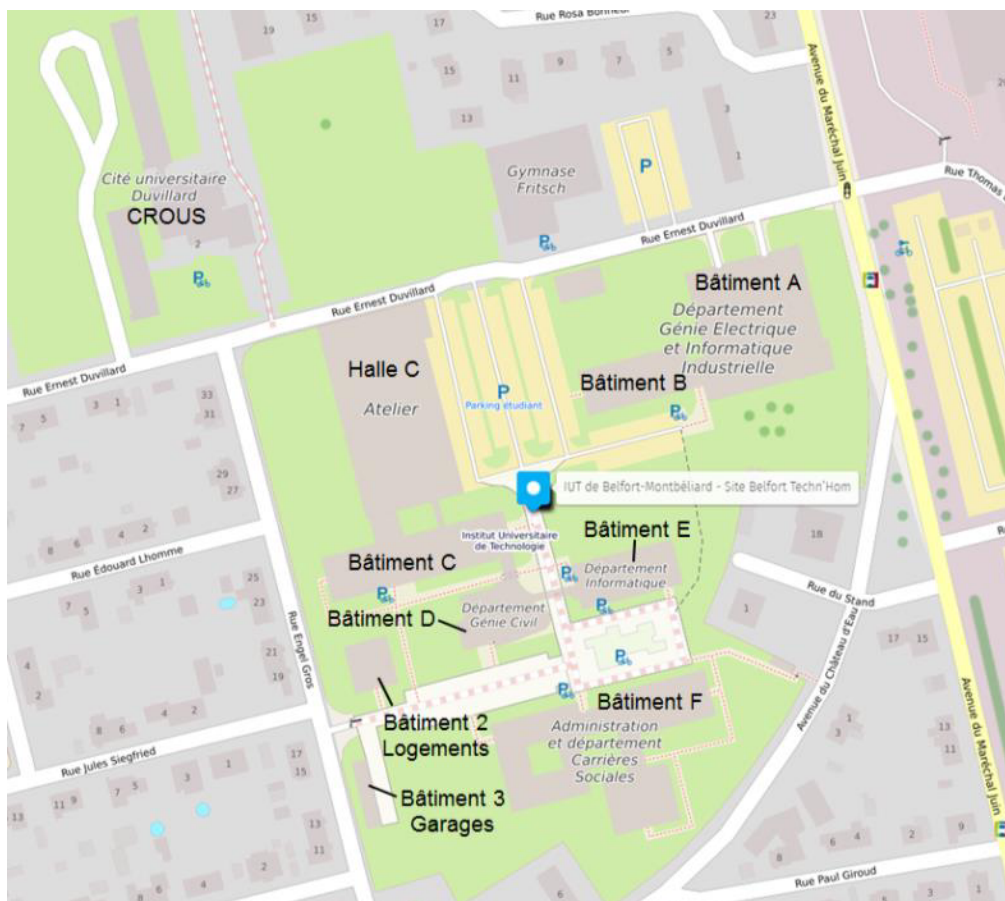
- regroupement des équipements pédagogiques existants ;
- répartition des plateaux autour des grandes disciplines de formation et par niveau ;
- subdivision d'un plateau technique spécifique à un champ disciplinaire en sous espaces distincts ;
- regroupement des équipements d'un plateau technique sur un espace identifié (salle) ou intégrés aux bâtiments (installations à échelle 1 en phase d'exploitation) ;
- possible porosité entre les plateaux techniques pédagogiques et le plateau recherche (CMI, Elèves ingénieurs) ;
- composition des plateaux techniques établie à partir d'un inventaire du matériel existant ;
- taux d'occupation d'un plateau technique (utilisation par plusieurs formations simultanément).

Le schéma suivant présente les correspondances entre champs disciplinaires et plateaux techniques pédagogiques :



1.3.2 Le contexte foncier

Le site d'implantation du nouveau bâtiment Energie se situe en lieu et place de la halle C, qui sera préalablement démolie.



Le site du projet se situe sur le site de l'IUT de Belfort-Montbéliard, sur la parcelle cadastrale BW442, adressée rue Engel Gros à Belfort (90). Ce terrain appartient à l'Etat.

Parcelle : 000 BW 442

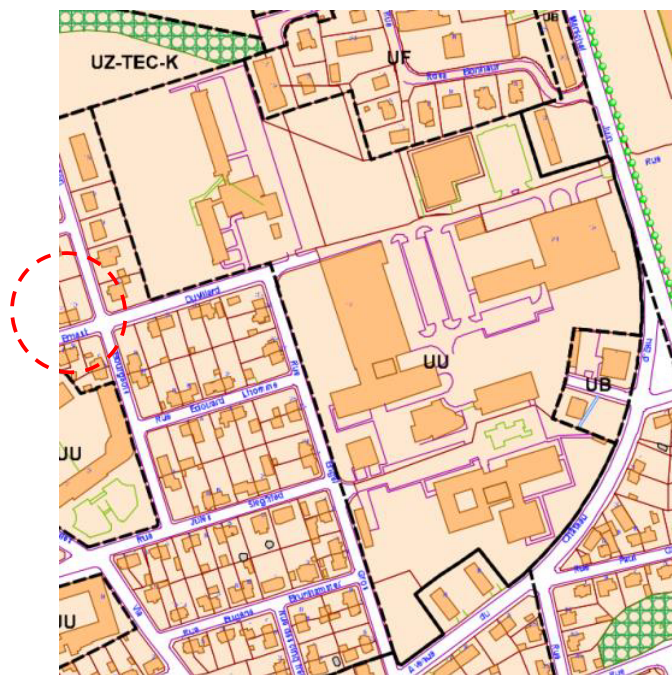
Surface : 30 343 m²

Adresse de la parcelle : RUE ENGEL
GROS 90000 BELFORT



Réglementation urbaine

Le site du projet se situe en zone UU du Plan Local d'Urbanisme de la Ville de Belfort actuellement vigueur.



Source : Plan de zonage du PLU de Belfort

La zone UU est une zone dont la vocation essentielle est d'accueillir des équipements publics et activités tertiaires.

Les principales règles d'appliquant sur le zone UU sont les suivantes :

ARTICLE UU 4 - DESSERTE PAR LES RESEAUX

Eaux pluviales : dirigées soit vers des dispositifs appropriés et proportionnés permettant l'évacuation directe des eaux pluviales vers un déversoir ou un bassin paysager. Soit vers le réseau public existant.

La parcelle est aujourd'hui desservie par un réseau unitaire. Toutefois, la MOA et l'Université souhaitent prévoir une séparation des réseaux à l'échelle du campus avec traitement in situ des eaux pluviales (noues prévues dans les espaces paysagers qui seront aménagés dans les tranches ultérieures du projet Eco campus).

ARTICLE UU 6 - IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS PAR RAPPORT AUX VOIES ET EMPRISES PUBLIQUES.

Les bâtiments [...] pourront s'édifier à l'alignement des voies existantes à modifier ou à créer ou à une distance minimum de 3 m de ce même alignement.

Toutefois, dans la mesure où il existe dans une voie des constructions édifiées dans un alignement de fait, les constructions devront être édifiées à l'alignement des constructions existantes.

D'autres implantations pourront être autorisées pour les projets de construction intéressant la totalité d'un îlot ou une ou plusieurs parcelles incorporées dans un projet d'ensemble.

ARTICLE UU 8 - IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS LES UNES PAR RAPPORT AUX AUTRES SUR UNE MEME PROPRIÉTÉ.

On observera entre deux bâtiments non contigus le prospect $D=(H+h)/2$, H et h étant les hauteurs respectives des bâtiments. Dans tous les cas, un recul minimum de 3 m devra être observé.

ARTICLE UU 9 - EMPRISE AU SOL

L'emprise au sol de toutes les surfaces bâties ne doit pas excéder 60 % de la superficie du terrain.

Des emprises supplémentaires pourront être autorisées pour les constructions de bâtiments scolaires, sanitaires ou hospitaliers.

ARTICLE UU 10 - HAUTEUR MAXIMUM DES CONSTRUCTIONS

La hauteur absolue des constructions autorisées est de 16 m à l'égout du toit.

ARTICLE UU 12 - STATIONNEMENT DES VÉHICULES

Stationnement VL : le nombre de place doit correspondre aux besoins de l'opération.

Stationnement vélo : néant.

Le projet du bâtiment Energie prévoit la suppression de places, il est en revanche prévu d'en retrouver dans les phases ultérieures du projet « Eco campus » sur l'emprise de la partie du bâtiment F qui doit être démolie. Ce principe de décalage dans le temps de la création des places sera à consolider avec la ville dans le cadre des études de MOE.

ARTICLE UU 13 - ESPACES LIBRES ET PLANTATIONS

Espaces verts : les aires de stationnement seront plantées à raison d'un arbre de haute tige pour 4 places. Dans le cadre de garages en sous-sol sous dalle, la dalle devra être traitée en espaces verts (épaisseur minimum de terre végétales : 60 cm drain compris). Les surfaces libres de tout construction et non indispensables à la circulation automobile ou piétonnière devront être traitées en espaces verts. Dans le cadre d'un aménagement complet d'îlot, 20% du terrain doit être traité en espaces libres verts.

1.3.3 Les options possibles

Les options possibles pour le projet du bâtiment Energie ont essentiellement porté sur le contenu du projet du bâtiment Energie, en termes de plateaux pédagogiques, de locaux dédiés à la

recherche. En effet, par rapport aux locaux existants et aux besoins, différents scénarios ont été élaborés :

- Scénario 1 : tous les besoins estimés pour les plateaux pédagogiques (hors plateau construction durable partiel), la recherche et les espaces communs (accueil, logistique...) sont accueillis dans le nouveau bâtiment Energie. Besoin d'un bâtiment Energie de 8 700 m² SDO³.
- Scénario 2 : aménagement des locaux tertiaires de la recherche au R+2 du bâtiment C, et liaison avec le nouveau bâtiment. Besoin d'un bâtiment Energie de 7 800 m² SDO.

1.3.4 Le projet retenu parmi les options possibles

Le scénario 2 a été retenu par le comité de pilotage de l'étude, ce scénario étant dans une optique d'utilisation de locaux existants à réhabiliter.

Cependant afin que l'opération soit compatible avec l'enveloppe financière définie (voir partie 2.6.1 sur les coûts du projet), un phasage a été établi pour permettre la construction d'une première phase du bâtiment Energie, de manière à fonctionner dans les meilleures conditions dès cette première phase. Ainsi, le complément des surfaces non construites dans un premier temps sont aménagées de manière temporaire dans une partie des surfaces libérées dans le bâtiment A de l'IUT.

Cette première phase prévoit la construction d'un bâtiment de 3 930 m² utiles, soit environ 5 500 m² SDO, ce qui correspond à environ 70% de la surface total du bâtiment Energie projeté à terme. Le contenu de cette première phase a été défini en concertation avec les équipes enseignantes et de recherche qui avait auparavant travaillé sur la définition des besoins du projet, afin qu'elle soit cohérente avec le projet de formation et de recherche.

La première phase comprend ainsi la réalisation :

- des espaces d'accueil et de showroom
- l'ensemble des plateaux pédagogiques des thématiques Energie thermique et Energie Electrique
- une partie du plateau pédagogique Energies renouvelables (équipements de l'énergétique du bâtiment à l'échelle 1 et les espaces dédiés à l'hydrogène)
- une partie des espaces communs d'enseignement
- l'ensemble des plateaux techniques de la recherche
- une partie des locaux logistique.

Les surfaces non créées dans cette première phase seront temporairement aménagées dans le bâtiment A du site de l'UFC.

³ SDO : Surface Dans Œuvre

2 EVALUATION APPROFONDIE DU PROJET RETENU

2.1 OBJECTIFS DU PROJET

2.1.1 Objectifs fonctionnels

Comme décrit dans la partie 1.3.1, le projet du bâtiment Energie prévoit la réalisation de plateaux techniques pédagogiques et de recherche ainsi qu'un espace d'accueil avec un showroom, vitrine des activités de l'Eco-Campus à destination de l'ensemble des communautés universitaires et scientifiques et des entreprises et collectivités partenaires.

Les plateaux pédagogiques thématiques sont chacun composés de la manière suivante :

- espaces accueillant le matériel pédagogique, support d'expérimentation et de mesure dans les différentes disciplines (thermodynamique, conversion d'énergie, etc.), plus ou moins ouvert en fonction des contraintes de bruit, d'émission de chaleur, de sécurité
- espaces communs situés de manière centrale au sein de chaque plateau, avec un espace pour les enseignants permettant la surveillance visuelle de tous les espaces, et un espace pour les étudiants pour leur permettre de travailler correctement sur table (rédaction des rapports de travaux pratiques par exemple).

Les plateaux pédagogiques sont mutualisés entre toutes les formations précédemment citées. Ils sont conçus de manière à accueillir plusieurs groupes de travaux pratiques en même temps (soit des groupes de 15 à 20 étudiants). Ainsi, un agencement particulier permettant d'accueillir plusieurs formations en même temps (sous-espaces distincts, cloisons amovibles, TP facilement déplaçables) est exigé.

Les espaces communs avec l'atelier, le magasin métrologique, etc. sont mutualisés avec les plateaux de recherche et sont donc positionner entre les deux entités pédagogiques et de recherche.

Concernant les espaces de recherche, ils sont conçus pour permettre une sécurisation forte, avec un contrôle d'accès systématique. Ces locaux sont des « secteurs scientifiques et techniques protégés » (arrêté du 3 juillet 2012 et circulaire interministérielle du 7 novembre 2012, p3) et sont donc des « Zones à Régime Restrictif » (ZRR).

2.1.2 Objectifs architecturaux

Le bâtiment Energie s'implantera en lien avec le bâtiment C existant, le projet architectural doit intégrer l'espace de liaison entre les deux bâtiments. L'option retenue, plébiscitée par les chercheurs, est celle d'une passerelle entre le R+2 du bâtiment C, qui accueillera les locaux tertiaires des équipes de recherche, et les espaces de recherche du bâtiment Energie.

En termes d'architecture, le bâtiment Energie devra être un élément fort de la composition de l'Eco-Campus. Les intentions urbaines pressenties mettent le futur bâtiment Energie comme un élément structurant de l'Eco-campus, avec une architecture emblématique du campus, tout en s'intégrant parfaitement dans le paysage du Tech'hom, qui possède une identité affirmée.

2.1.3 Objectifs énergétiques et environnementaux

Le futur bâtiment Energie représente un enjeu particulier dans l'Eco-Campus qui se veut exemplaire sur les thématiques énergétique et environnementale. A ce titre plusieurs objectifs seront intégrés à sa conception :

- les CTA⁴, les productions de chauffage et de froid devront être visitables par les groupes, sans manipulation possible ;
- un accès en lecture aux paramètres et tableaux de bords de la GTC⁵ devra être prévu sur plusieurs postes accessibles aux équipes pédagogiques, en plus de l'accès principal ;
- le bâtiment comprendra une salle de démonstration dont les systèmes thermiques (ventilation, froid, chaud) fonctionneront de manière indépendante du reste du bâtiment. Cette salle sera équipée en capteurs ;
- Il faudra autant que possible chercher à valoriser les flux d'énergie liés au fonctionnement du matériel de TP, qui ne sont pas actuellement mis à profit ; à cette fin des plannings type d'utilisation de chaque matériel seront construits par l'IUT, et alimenteront une STD/SED (simulation thermique/énergétique dynamique) réalisée en phase conception.

A noter qu'il devra y avoir une déconnection entre le matériel utilisé pour les TP, et les équipements du futur bâtiment qui ne serviront qu'à la présentation visuelle.

Concernant l'exemplarité souhaitée pour le bâtiment Energie, cette dernière ne devra pas nécessairement passer par la mise en œuvre de systèmes spécifiques, déjà présents à profusion dans le bâtiment, mais devra reposer sur 2 bases :

- le niveau de performance thermique et d'empreinte carbone : conformément à l'arrêté du 10 avril 2017 relatif à l'exemplarité des bâtiments publics, applicable à compter du 1er septembre 2017, le bâtiment devra atteindre a minima :
 - o le niveau Energie 3 du label E+C- (équivalent BEPOS) ;
 - o le niveau Carbone 1 du label E+C- ;
 - o le niveau 1 du label « bâtiments biosourcés » (minimum de 18 kg/m² de surface de plancher) ;
- la qualité générale du bâti et la connaissance exhaustive de ce dernier, par le biais d'une démarche de type HQE : ceci supposant la réalisation par la maîtrise d'œuvre d'études non réglementaires sur un panel de thématiques larges (les 14 cibles), base documentaire qui pourra être mise à profit par les équipes pédagogiques.

2.1.4 Objectifs exploitation maintenance

Dès la conception du projet, les études devront prendre en considération l'organisation et l'optimisation de l'exploitation et la maintenance des installations CVC et du fonctionnement général du bâtiment neuf.

Les coûts de fonctionnement sont induits par la pertinence des choix technologiques et de leurs utilisations.

L'objectif est d'établir un projet dont les coûts globaux de fonctionnement soient maîtrisés : coûts de consommations énergétiques, coûts d'exploitation/maintenance des équipements techniques, coûts d'entretiens etc. L'approche se fera en coût global, sur la durée de vie des équipements.

⁴ Centrales de Traitement d'Air

⁵ Gestion Technique Centralisée

Au-delà des solutions proposées, c'est tout un plan de maîtrise qui sera attendu autour des thèmes suivants :

- consommations des énergies et des fluides
- niveau de confort
- disponibilité des équipements
- temps de réparation
- coûts d'exploitation et de maintenance
- Gros Entretien Renouvellement
- suivi des indicateurs et tableaux de bord d'exploitation associés.

Les objectifs fixés dans le programme de l'opération en termes d'exploitation-maintenance, et la définition des niveaux d'exigence attendus dépendront notamment du type de procédure qui sera choisi par le maître d'ouvrage de l'opération. Si le choix de la procédure pour la réalisation du projet se portait sur un marché global de performance (voir partie 2.4 du présent dossier d'expertise), les exigences seront détaillées avec notamment des attendus d'objectifs chiffrés à atteindre.

2.2 ADEQUATION DU PROJET AUX ORIENTATIONS STRATEGIQUES

2.2.1 Cohérence avec les stratégies de l'État

Le projet du bâtiment Energie est financé au titre du CPER 2015-2020 de la Région Franche-Comté.

Le projet défini, présenté précédemment, s'inscrit parfaitement dans les orientations stratégiques de l'Etat en matière de performance immobilière et d'excellence scientifique.

Performance immobilière

Comme présenté dans le bilan de surface du schéma directeur retenu présenté dans l'introduction du présent dossier d'expertise, les surfaces créées par la construction du bâtiment Energie sont compensées par la démolition de surfaces existantes sur le site de l'IUT et la libération de deux sites (Roussel et Parc Technologique), l'instruction de l'Etat étant de ne pas avoir de surface supplémentaire créée par rapport à la situation actuelle.

De plus, les objectifs de performances énergétique et environnementale visés pour cette opération s'inscrivent dans les objectifs de la politique immobilière de l'Etat, et notamment avec le décret n° 2016-1821 du 21 décembre 2016 relatif aux constructions à énergie positive et à haute performance environnementale sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, de ses établissements publics ou des collectivités territoriales.

Excellence scientifique

Le projet Eco-campus, dont le bâtiment Energie est structurant, s'inscrit pleinement dans la Stratégie Nationale de Recherche publiée en mars 2015 et notamment dans le Défi 2 : une énergie propre, sûre et efficace.

Il s'agit pour le projet Eco-Campus de proposer des formations académiques (UFR STGI) et professionnelles (IUT de Belfort-Montbéliard), en s'appuyant sur une recherche de haut niveau (FEMTO-ST), qui visent à limiter l'impact négatif des déplacements et des constructions sur l'environnement (réhabilitation de l'habitat, réduction du coût de l'énergie...).

Le projet Éco-campus englobe également l'écogestion : la gestion de l'énergie, de l'eau, des déchets, de l'entretien et de la maintenance. Elle nécessite aussi la prise en compte des conditions

de confort : hygrothermique, acoustique, visuel, olfactif. Les aspects domotiques seront également intégrés.

Il paraît donc pertinent de former les étudiants dans ce secteur, de capitaliser les recherches existantes et d'en orienter de nouvelles afin de trouver des solutions techniques adaptées et viables

L'IUT de Belfort- Montbéliard, l'UFR STGI et FEMTO-ST développeront donc des compétences liées à la transition énergétique, principalement autour de l'énergie des bâtiments et des mobilités.

2.2.2 Cohérence avec la politique de site

Le projet du bâtiment Energie s'inscrit en cohérence totale avec les ambitions du projet Eco-Campus, tel que présenté dans l'introduction (préambule du dossier d'expertise) et les objectifs du projet (partie 1.3.1) et donc avec ceux de la COMUE Université Bourgogne Franche-Comté (UBFC) et de ses membres, principalement l'UFC et l'UTBM.

Ce nouveau bâtiment prévoit ainsi la co-location de la formation et recherche en sciences pour l'Ingénieur avec la réalisation de plateaux techniques pédagogiques et de recherche en un même lieu, permettant de développer la synergie Formation / Recherche.

Un espace d'accueil est également prévu avec un showroom, vitrine des activités de l'Eco-Campus à destination de l'ensemble des communautés universitaires et scientifiques et des entreprises et collectivités partenaires.

La phase 1 du bâtiment Energie devra être conçue de manière à permettre une extension ultérieure accueillant le reste des surfaces programmées, soit les espaces accueillis temporairement dans le bâtiment A du site de l'UFC (plateau construction durable partiel, plateau énergie renouvelable, espaces communs d'enseignement, atelier de recherche).

2.3 DESCRIPTION TECHNIQUE DU PROJET

2.3.1 Dimensionnement du projet

Tableau de présentation générale des paramètres de dimensionnement du projet :

Paramètres	Catégories	Existant	Projet (horizon 2025)
Usagers		1 085	1 330
Effectifs	Enseignants chercheurs et assimilés	46	46
	BIATSS	15	15
	Doctorants, post-doc	64	64
	Stagiaires	10	10
	Total	135	135
Surfaces	Administration	0 m ²	0 m ²
	Enseignement	4 046 m ²	4 046 m ²
	Recherche	2 589 m ²	2 589 m ²

(SUB)	Autres ⁶	375 m ²	375 m ²
	Total	7 010 m²	7 010 m²
	Taux d'occupation	<i>Sans objet</i>	<i>Sans objet</i>

Les surfaces classées dans « Autres » sont les locaux d'accueil / showroom et de logistique.

Tableau de présentation des ratios de dimensionnement en situation de projet

	Nature des surfaces	Surface			Effectif théorique		Ratios m ² SUB	
		Surface de plancher	de SHON	SUB	Étudiants	ETPT	Étudiants	Personnels
	Plateaux pédagogiques	3 751 m ²	4 126 m ²	3 517 m ²	1 330		2.64	
	Plateau technique de recherche	1 685 m ²	1 853 m ²	1 580 m ²		135		11.70
	Accueil / showroom	187 m ²	206 m ²	176 m ²	1 330	135	0,13	1.30
	Logistique	79 m ²	87 m ²	74 m ²	1 330	135	0,05	0,55
Total		5 703 m ²	6 273 m ²	5 346 m ²			4,01	39.6

La méthodologie de la définition des besoins pour le projet de nouveau bâtiment Energie

Pour le bâtiment Energie, la démarche entreprise pour la définition des besoins a fortement mobilisé les équipes enseignantes et de recherche qui se sont réunies dans des groupes de travail thématiques. La démarche générale a été la suivante :

- thématisation des plateaux et sous-plateaux pédagogiques et de recherche
 - analyse des occupations par formation (volumes horaires correspondant aux heures d'enseignements sous forme de TP prévues par les programmes des formations en tenant compte du nombre de groupes de TP).
 - dimensionnement sur la base des équipements / TP accueillis sur chaque plateau et des besoins annexes (espace de travail pour les étudiants, les enseignants, les chercheurs stockage, etc.)
- *Données collectées par les participants aux groupes de travail et retravaillées au cours des réunions animées par la SCET + Visites des locaux actuels*

⁶ Logistique et locaux techniques, documentation, vie sociale et culturelle, restauration, hébergement dont logements de fonction, installations sportives

Le tableau de surfaces suivant présente les surfaces détaillées de la première phase de réalisation du nouveau bâtiment « Energie » :

Entités fonctionnelle	Surfaces utiles PROGRAMME PHASE 1		Observations
	Sous Total	Total	
Accueil / Valorisation		130 m²	
Accueil / Showroom		130 m²	
Hall d'accueil	50 m²		Intégré dans le hall d'accueil - Pour 34 fauteuils Exposition d'équipements Prestige. H et F.
Espace d'attente	pm		
Showroom	40 m²		
Salle de réunion 20 pers.	40 m²		
Sanitaires	pm		
Valorisation		0 m²	
Espace start-up	0 m²		
Enseignement		2 605 m²	
Energie Thermique		854 m²	
Sciences de la thermique		490 m²	
Thermodynamique 1	90 m²		
Thermodynamique 2	90 m²		
Systèmes thermofluidiques	50 m²		
Transferts thermiques 1	75 m²		
Transferts thermiques 2	125 m²		
Mécanique des fluides	60 m²		
Thermique appliquée		260 m²	
Thermique appliquée	145 m²		
Mécanique des fluides	115 m²		
Espaces communs		104 m²	
Espace enseignants	24 m²		
Espace étudiants	60 m²		
Stockage	20 m²		Tables et chaises répartis par îlots de 16 ou 20 Avec deux portes d'accès

Construction durable	0 m³	
Acoustique	PM	
Chambre sourde	10 m³	
Espace d'observation	10 m³	
Chambre test	10 m³	
Salle de TP	45 m³	
Construction - Pratique du Dimensionnement en Mécanique (PDM)	0 m³	
Plateforme TP		
Mécanique des milieux continus et mécanique newtonnienne	0 m³	
Plateforme TP		
Mécanique des poutres	PM	
Plateforme TP		
Topographie	PM	
Stockage		
Matériaux	PM	
Plateforme TP		
Atelier coffrage béton		
Mise en œuvre	PM	
Espace montage échelle / échafaudage		
Electricité du bâtiment	PM	
Local électricité du bâtiment		
Espaces communs	0 m³	
Espace enseignants		
Espace étudiants		
Stockage		
Espace transverse, facilement accessible depuis espaces communs - A prévoir dans bâtiment GC (bâtiment A)		
Accès depuis salle TP		
Entre les chambres / vitrages sur les salles pour observation		
Accès depuis salle TP		
HSP 5m pour TP Lance Bille		
Existant dans bâtiment GC		
Existant dans bâtiment GC		
Matériel utilisé en extérieur. Pour stockage et exploitation des résultats (table et chaise)		
Existant dans bâtiment GC		
Existant dans l'extension du bâtiment A.		
Existant dans bâtiment GC		
HSP : 3m. Au sein de l'atelier coffrage béton ?		
Existant dans bâtiment GC		
Utilisé sur un semestre uniquement. Stockage.		
2 postes		
Tables et chaises répartis par îlots de 8		

Energie électrique	
Automatisme	
Salle de TP	
Automatique	
Salle de TP	
Conversion d'énergie	
Salle de TP	
Dépôt	
Informatique industrielle et instrumentation - acquisition	
Salle de TP 20p.	
Salle de TP 40p.	
Electricité générale	
Salle de TP	
Electronique	
Salle de TP	
Dépôt	
VEGA	
Salle projet	
Espaces communs	
Espace enseignants	
Espace étudiants	

1 134 m²	
110 m²	110 m²
90 m²	90 m²
190 m²	210 m²
20 m²	
120 m²	240 m²
120 m²	
80 m²	80 m²
160 m²	170 m²
10 m²	
160 m²	160 m²
24 m²	74 m²
50 m²	

Salles desservies par circulation	
Proximité automatique.	
Paillasses pour 20 étudiants, armoires de rangement	
Salle vitrine / proximité électricité générale.	
A localiser entre conversion énergie et électricité générale	
A répartir 2 par 2.	
Divisible en 2 salles	
Proximité électronique et conversion d'énergie	
Proximité électricité générale.	
A localiser entre les deux salles électronique	
en RDC, avec porte de garage (accès véhicule)	
Possibilité d'ouverture / fermeture	
• Paillasses dans les salles	

Energies renouvelables		422 m³
Energétique bâtiment : échelle 1		
Plateforme TP	140 m³	180 m³
Equipement du bâtiment	PM	
Salle supervision GTB	40 m³	
Espace H2		190 m³
Plateforme TP	190 m³	
Espace de formation continue		
Espaces communs		52 m³
Espace enseignants	12 m³	
Espace étudiants	30 m³	
Stockage	10 m³	
Solaire thermique et photovoltaïque - Stockage thermique		0 m³
Plateforme TP		
Stockage chimique électrochimique		0 m³
Plateforme TP		
Eolien et hydroélectricité		0 m³
Plateforme TP		
Biomasse - Géothermie		PM

		Panneaux solaires et PV, récupérateur d'eau, éolienne
		ATEX
		Mutualisé avec Plateau thermique

Espaces communs		195 m³
Atelier petit bricolage	40 m³	
Magasin métrologie	25 m³	
Bureau techniciens 2 p.	30 m³	
Stockage	10 m³	
Salle projet	90 m³	
Sanitaires	pm	

		8 paillasses + armoires de rangement
		Y compris atelier
		Dont une salle pouvant être pilotée (Clim, ventilation)
		Blocs H et P à répartir dans le bâtiment.

Recherche		1 170 m²	
Plateau technique - Equipe SHARPAC		PM	Existant dans d'autres bâtiments ou mutualisation
Plateau technique - Equipe SHARPAC & THERMIE		1 067 m²	
Ecoulements complexes		58 m²	
Salle compresseur		7 m²	
Ecoulements compressibles		22 m²	
Bancs régénérateurs		28 m²	
Machines thermiques		73 m²	
Magnétocalorie		45 m²	
Machines basse température		28 m²	
Thermique du bâtiment		106 m²	
Zones ambiances contrôlées		61 m²	
Caractérisation matériaux		45 m²	
Métrologie et Instrumentation en Fluidique et Thermique (MIFT)		366 m²	
Hall mise au point des diagnostics optiques et Zone de préparation, de conditionnement et de prototypage		200 m²	
Visualisation, Vélocimétrie, Thermoacoustique et Préparations Systèmes		122 m²	
Diffusion MIE et RAYLEIGH		79 m²	
Hall moyens de caractérisation thermo-fluidique		64 m²	
Souffleries		64 m²	
Hall capteurs et sondes thermoélectriques		102 m²	
Fabrication et mise au point et Salle de chimie		45 m²	Evacuation des effluents, salles fermée et protégée. A confirmer
Caractérisation et calibration		57 m²	
Espace de manipulations et de recherche Hydrogène		359 m²	
Zones atmosphère contrôlées SHARPAC		225 m²	
Espaces de manipulation de recherche		225 m²	
Zones atmosphère contrôlées pré-équipées Femto		135 m²	
Trigénération		0 m²	
Moteurs à apport de chaleur externe		45 m²	
Planck - Analyses de gaz		45 m²	
Caractérisation des contacts électriques glissants		45 m²	

Plateau technique - Espaces communs		104 m²	
Bureaux ITA-Blatss	32 m²		A destination des chercheurs / proxi Manip
Salle Graduate School et CMI	43 m²		Pailasse bureaux
Salle de projet recherche	28 m²		Espace de travail pour visiteur / chercheurs
Vestiaire et douches			
Sanitaires	pm		Blocs H et F à répartir dans le bâtiment.
Ateliers		0 m²	
Espaces tertiaires		0 m²	
Bureau techniciens 3p.			
Espaces techniques		0 m²	
Atelier équipement lourd			
Atelier montage mécanique / électrotechnique			
Magasin mécanique			
Réalisation de circuits imprimés			
Locaux tertiaires		PM	
Logistique		55 m²	
Stockage		pm	
Réserve matières	0 m²		
Stockage gaz	pm		En extérieur
Informatique		15 m²	
Salle serveurs	15 m²		
Entretien		40 m²	
Local ménage	20 m²		2 par niveau
Local déchets	20 m²		
Circulation	pm		
Locaux techniques	pm		Accessibles pour observations / mesures

TOTAL SU		3 960 m²	En surface utile (hors circulations, sanitaires, locaux techniques)
SUB = SU*1,35			
Surface utile brute (SUB) estimée		5 346 m²	
SDO = SU*1,40			
Surface dans oeuvre (SDO) estimée		5 544 m²	
SP = SU*1,44			
Surface de plancher (SP) estimée		5 703 m²	
SHON = SP*1,1			
Surface hors oeuvre nette (SHON) estimée		6 273 m²	

N.B. : Les surfaces SUB, SP et SHON sont données à titre indicatif, et calculées selon des ratios au stade de la programmation.

Ratios pour passer de la surface utile à la surface de plancher (= ratio SP/SU)

Issues de retours d'expérience sur le même type de locaux

- Plateformes techniques avec de grands plateaux ouverts : 1,50
- Plateformes techniques avec des salles cloisonnées : 1,40
- Locaux tertiaires et logistique : 1,30

Soit un ratio moyen de 1,44.

Autres ratios utilisés

Ratio SUB/SU : 1,35

Ratio SHON/SP : 1,07

Les surfaces actuellement occupées vont être l'objet de devenir différents, en lien avec le schéma directeur retenu, présenté dans l'introduction du présent dossier d'expertise :

- Site de l'IUT BM :
 - o bâtiment A : utilisation pour l'accueil des surfaces non construites dans la première phase du nouveau bâtiment (intervention : travaux ponctuels d'adaptation des locaux)
 - o bâtiment B : accueil d'une partie du département Carrières Sociales de l'IUT, car le bâtiment F qu'il occupe actuellement en partie sera affecté à l'UFR STGI à leur arrivée sur le site
 - o bâtiment C (hors halle) : restructuration complète du bâtiment C pour accueillir les locaux tertiaires des départements GTE et GEII de l'IUT (une partie du rez-de-chaussée), des salles banalisées et informatiques mutualisées à l'échelle du site (une partie du rez-de-chaussée et R+1) et les locaux tertiaires des équipes de recherche de FEMTO-ST (R+2)
 - o bâtiment C (halle) : démolition (2 850 m² SDO)
 - o bâtiment F (partie tertiaire) : démolition du bloc A (à terme, après transfert de l'administration de l'IUT vers le bâtiment B, lui-même libéré lors du transfert du département CS vers le site Marc Bloch, lui-même libéré lors du départ du transfert du département TC vers le site Louis Néel (voir ci-après)
- Site Louis Néel :
 - o Transfert du département AES Droit de l'UFR STGI (aujourd'hui sur le site Roussel) et du département Technique de Commercialisation de l'IUT BM (aujourd'hui sur le site Marc Bloch) sur le site Louis Néel, libéré par le département Sciences et Energie de l'UFR STGI.
- Site Parc Technologique :
 - o Site totalement libéré, à valoriser.

2.3.2 Performances techniques spécifiques

Les porteurs du projet que sont l'UFC, l'UTBM et FEMTO-ST ont pour objectif que le nouveau bâtiment « Energie » soit un bâtiment démonstrateur des avancées scientifiques des nombreuses recherches portant sur l'énergie et la transition énergétique (thermique, électrique, hydrogène, gestion des systèmes complexes...) que portent l'institut FEMTO-ST et la fédération de recherche FC-Lab. Le bâtiment devra également offrir des espaces de recueil de données et d'expérimentation. Il s'agit pour le projet de devenir une référence en matière d'innovation dans l'énergie du bâtiment.

A ce titre plusieurs objectifs de performances techniques spécifiques seront intégrés à sa conception :

- la CTA, les productions de chauffage et de froid devront être visitables par les groupes, sans manipulation possible ;
- un accès en lecture aux paramètres et tableaux de bords de la GTC devra être prévu sur plusieurs postes accessibles aux équipes pédagogiques, en plus de l'accès principal ;
- le bâtiment comprendra une salle de démonstration dont les systèmes thermiques (ventilation, froid, chaud) fonctionneront de manière indépendante du reste du bâtiment ; cette salle sera équipée en capteurs ;

- il faudra, autant que possible, chercher à valoriser les flux d'énergie liés au fonctionnement du matériel de TP, qui ne sont pas actuellement mis à profit ; à cette fin des plannings type d'utilisation de chaque matériel seront construits par l'IUT, et alimenteront une STD/SED (simulation thermique/énergétique dynamique) réalisée en phase conception.

A noter qu'il devra y avoir une déconnection entre le matériel utilisé pour les TP, et les équipements du futur bâtiment qui ne serviront qu'à la présentation visuelle.

2.3.3 Traitement des réseaux et branchements

Le bâtiment Energie s'implante sur le site existant de l'IUT BM. Il sera raccordé aux réseaux existants sur le site.

Il est à noter que le projet Eco-Campus prévoit une intervention importante sur le réseau de chauffage du site, avec le remplacement des deux chaudières gaz collectives et l'extension du réseau pour alimenter le futur bâtiment « Energie », ainsi que les bâtiments du gymnase et l'ensemble du CROUS situés à proximité de la chaufferie. La chaufferie gaz vétuste et peu performante (les chaudières ont plus de 50 ans) sera remplacée par une chaufferie biomasse de 750 kW dotée d'un appoint/ secours en gaz. Le projet est actuellement au stade APS.

Concernant les réseaux d'assainissement, le projet Eco-Campus prévoit de remplacer le réseau actuellement unitaire en réseau séparatif lors des travaux d'aménagements extérieurs prévus, pour la mise en œuvre du schéma urbain retenu. Les réseaux d'évacuation du bâtiment Energie seront prévus dans la perspective d'un raccordement à ce futur réseau séparatif.

2.4 CHOIX DE LA PROCEDURE

3 options avaient été envisagées dans le dossier d'expertise initial :

- a) confier la maîtrise d'ouvrage des opérations « construction du bâtiment Energie » et « rénovation du bâtiment C » à 2 maîtres d'ouvrage distincts ;
- b) constituer un groupement de commandes ;
- c) désigner un maître d'ouvrage unique pour assurer la maîtrise d'ouvrage de l'opération globale (co-maîtrise d'ouvrage en application de l'article 2 II de la loi MOP).

L'option (a) a été retenue, les maîtres d'ouvrage suivants étant retenus :

- bâtiment Energie : région Bourgogne-Franche-Comté ;
- bâtiment C : Grand *Belfort* Communauté d'Agglomération (GBCA)

2.5 ANALYSE DES RISQUES

En phase amont (programmation, études de conception avant travaux)

Nature du risque	Caractérisation précise	Impact sur les coûts*	Impact sur les délais*	Probabilité*	Mesures de maîtrise ou de réduction**	Pilotage du risque***
Mise en place du financement <i>Financement porté par l'UFC, l'UTBM, l'Etat, la Région, le Grand Belfort et le Conseil Départemental</i>	Risque : Retard dans le versement des participations	Important	Important	Très faible	Pas de mesure particulière du fait du risque très faible	Co-financeurs
Mise en place de la délégation de maîtrise d'ouvrage <i>Préfet</i>	Risque : Retard dans l'opération	Important	Important	Faible	Préparation des dossiers pour que les concours et consultations puissent être lancés dès l'obtention effective de la délégation.	Rectorat
Concours de maîtrise d'œuvre	Mauvaise estimation des coûts prévisionnels des travaux Risques : Décalage planning Abandon projet	Faible	Faible	Moyenne	Fixation d'un coût d'objectif réaliste lors des études de programmation Provisionnement d'aléas Annonce de l'objectif de respect impératif du coût des travaux dès l'avis d'appel public à la concurrence Contre-expertise économique des projets remis dans le	MOA

Concours de maîtrise d'œuvre	Recours d'un candidat évincé en phase de sélection de MOE	Très faible	Moyen	Très faible	cadre de la sélection de l'équipe de maîtrise d'œuvre ou de l'entreprise et choix d'une architecture réaliste au moment de la procédure Demande d'une compétence en économie de la construction dans l'équipe de maîtrise d'œuvre ou le groupement	MOA
					Rédaction d'une publicité précise Critères de sélection des candidatures annoncés aux candidats Egalité de traitement des candidats dans les informations communiquées, le temps de réflexion, l'analyse des offres et le choix de l'attributaire Motivation des choix et rédaction de procès-verbaux argumentés Cohérence des pièces de consultation (publicité, Règlement de la Consultation, Acte d'Engagement, CCAP, programme)	

Prévention des aléas techniques (plomb, amiante, sols, etc.)	Budget erroné Risques financiers pour la phase études et travaux	Moyen	Moyen	Faible	Fournir aux candidats au concours une étude de type G1PGC (ex G12) Fournir une étude de pollution Consulter la DRAC concernant les fouilles archéologiques	MOA
Prévention des aléas techniques particuliers (site occupé, opération à tiroirs, monument historique, etc.)	Site après démolition : terrain vide de construction sans aucune difficulté d'accès	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Retard ou recours contre les autorisations administratives	Décalage planning	Faible	Important	Très faible	Organisation de réunions préalables et de concertation Affichage sur le site	MOA
Difficultés dans la réalisation des études préalables	Augmentation de l'enveloppe affectée aux travaux	Faible	Faible	Moyenne	Choix d'un cabinet d'architecture réaliste et expérimenté dans le domaine des équipements scientifiques au moment du concours	MOA
	Perte de qualité des matériaux et équipements	Sans objet	Sans objet	Faible	Analyse technique poussée de chaque phase d'étude : mise en place d'une assistance technique spécifique	MOA
	Retards dans les validations	Faible	Faible	Faible	Chaine de décision réduite au sein de la maîtrise d'ouvrage	MOA

Appel d'offres entreprises	Lots infructueux	Faible	Faible	Moyenne	Limitation du nombre de lots	MOA
Conduite de projet	Moyens humains pour piloter l'ensemble des projets et produire les dossiers nécessaires	Faible	Faible	Moyenne	Renforcement de l'équipe de conduite de projet	MOA

* Qualifier l’impact et la probabilité de façon qualitative (très faible, faible, moyen, important, très important, variable).

** Détailler les mesures susceptibles de contribuer à la maîtrise ou à la réduction des risques identifiés.

*** Préciser de quel échelon organisationnel relève le pilotage et la gestion du risque ; et s’il s’agit d’un risque exogène (MOA externe à l’établissement) ou endogène.

En phase de travaux

Nature du risque	Caractérisation précise	Impact sur les coûts*	Impact sur les délais*	Probabilité*	Mesures de maîtrise ou de réduction **	Pilotage du risque ***
Mise en place du financement	Voir ci-dessus					
Difficultés dans les travaux causées par les entreprises ou la maîtrise d'ouvrage (retards, défaillances, modification du programme, etc.)	Mauvaise définition des rôles de la mission EXE	Moyen	Faible	Moyenne	Une définition précise des missions confiées au maître d'œuvre dans la mission EXE et la distinction de la réalisation des plans d'exécution, selon les corps d'état, les plans de synthèse.	équipe projet MOA équipe de maîtrise d'œuvre
	Interface entre lots / défaillance d'entreprise	Faible	Faible à moyen	Moyenne	Le risque de défaillance est proportionnel à l'importance du découpage en lots : l'objectif sera d'avoir un allotissement cohérent et circonstancié La mission OPC sera confiée au maître d'œuvre	équipe projet MO/Moe
	Défaillance d'entreprise	Moyen	Faible	Moyenne	Le risque de défaillance est proportionnel à l'importance du découpage en lots :	

						l'objectif sera d'optimiser le nombre de lots La connaissance des acteurs locaux permettra de réduire le risque	
Difficultés dans les travaux causées par la maîtrise d'ouvrage (modification du programme, etc.)	Objectif est de limiter drastiquement les modifications de programme.	Moyen	Faible	Moyen		Concier les utilisateurs dès la rédaction du préprogramme et provisionner le risque Options sur certains éléments de programme Analyse précise des phases APD et PRO en concertation avec les utilisateurs	UFC / UTBM / FEMTO-ST / MOA
Difficultés dans la passation des marchés	Risque de contentieux, transaction financière en fin d'opération	Moyen	Faible	Faible		Limiter les demandes complémentaires Provisionner	MOA
Aléas inhérents au déroulement du chantier (climat, sinistres, etc.)	Risque : Décalage planning	Faible	Faible	Faible	Moyenne	Forfaitisation d'un nombre de jours puis en cas de dépassement, prolongation et application de la clause de révision des prix Etudier la possibilité de prendre une police d'assurance TRC	MOA

En phase d'exploitation

Nature du risque	Caractérisation précise	Impact sur les coûts*	Impact sur les délais*	Probabilité*	Mesures de maîtrise ou de réduction**	Pilotage du risque***
Dérive des coûts d'exploitation et/ou des performances des ouvrages	Dérive des dépenses énergétiques Dérive des dépenses de maintenance	Moyen	Sans objet	Moyenne	Objectifs donnés au maître d'œuvre en termes de développement durable et notamment de performances énergétiques (programme environnemental et exploitation) Pénalités pour l'entreprise en cas de non-respect des exigences	MOA
Dérive des coûts de Gros Entretien Renouvellement	Risque lié à une non -optimisation de l'investissement	Moyen	Sans objet	Faible	fixation d'un niveau minimum de qualité dans le programme pour les prestations	MOA
Complexité d'une 2ème phase de chantier en site occupé	Surcoût pour la 2nde phase Perturbation du fonctionnement des locaux livrés en 1ère phase	Sans objet	Sans objet	Faible	Prise en compte de la 2ème phase dans la conception de la première (faisabilité spatiale, dimensionnement structurel, gestion des flux)	

* Qualifier l'impact et la probabilité de façon qualitative (très faible, faible, moyen, important, très important, variable).

** Détailler les mesures susceptibles de contribuer à la maîtrise ou à la réduction des risques identifiés.

*** Préciser de quel échelon organisationnel relève le pilotage et la gestion du risque ; et s'il s'agit d'un risque exogène (MOA externe à l'établissement) ou endogène.

2.6 COUTS ET SOUTENABILITE DU PROJET

2.6.1 Coûts du projet

Coûts d'investissement

Le coût d'acquisition foncière est nul car le terrain est une propriété de l'Etat.

Le coût prévisionnel des travaux a été évalué au stade de la pré-programmation du bâtiment Energie, par un économiste de la construction, membre du groupement d'études en assistance à maîtrise d'ouvrage mené par la SCET pour la programmation fonctionnelle, technique, logistique et environnementale du projet Eco-campus. Ce coût est à valeur janvier 2017, et basé sur des ratios par élément d'ouvrage par rapport aux performances définies.

Le coût d'investissement est estimé à 25 millions d'euros TTC toutes dépenses confondues. Il intègre, outre le prix des travaux (environ 11.725 millions d'euros hors taxes), le coût des études, des assurances, et autres dépenses diverses ainsi qu'une provision pour aléas et pour révision des prix.

Les premiers équipements et le déménagement ne sont pas inclus dans ce coût car financés par ailleurs dans le cadre du protocole d'accord relatif à la réalisation de la première tranche fonctionnelle de l'Eco-Campus.

L'opération est assujettie à la TVA avec récupération possible car la maîtrise d'ouvrage de l'opération est confiée au Conseil régional Bourgogne-Franche-Comté (voir partie 2.7).

Ci-après le tableau des coûts d'investissement (annexe 1 du guide de constitution du dossier d'expertise).

	Pourcentage	Coût HT
1. ESTIMATION DES TRAVAUX		11 725 000
Construction neuve (non compris 1er équipement)		11 725 000
2. HONORAIRES		2 239 500
Maitrise d'œuvre dont OPC et SSI	18%	2 110 500
Bureau de contrôle	0,80%	93 800
Coordination SPS	0,30%	35 200
3. DEPENSES DIVERSES		647 600
Assurances	2,52%	295 300
Frais de concours sur esquisse	Forfait	120 000
1% artistique	1,00%	117 250
Publicité, repro	Forfait	10 000
Taxe Raccordement Réseaux - Red	Forfait	50 000
Etudes préparatoires (géotechnique)	Forfait	55 000
4. ALEAS		586 300
Aléas	5,00%	586 250
5. VARIATION DES PRIX		5 208 300
Révisions de prix sur 3 ans		5 208 300
6. AMO		426 750
Rémunération MOD	3,00%	351 750
AMO DD	Forfait	75 000
COÛT OPERATION TDC HT		20 833 000
TVA	20,00%	4 166 600
COÛT OPERATION TDC TTC		25 000 000

Coûts de fonctionnement actuels et prévisionnels

Il s'agit ici de retracer les coûts annuels, internes (y compris masse salariale) ou externes, constatés dans l'établissement, relatifs à l'entretien et la maintenance, les fluides, le nettoyage, le gardiennage, l'entretien des espaces verts, le GER, etc. Ces coûts ont été recueillis pour les trois sites actuellement occupés par les activités devant rejoindre le nouveau bâtiment Energie, soit l'IUT, Louis Néel et le Parc Technologique.

Les activités devant être regroupées dans le bâtiment Energie étant réparties dans différents bâtiments et sites, les coûts de fonctionnement actuels sont estimés au prorata des surfaces correspondantes.

Le tableau suivant présente ces coûts actuels, par poste de dépenses, pour les surfaces occupées sur chaque site

Coûts actuels**Site IUT – bâtiment A :**

Postes de dépenses	Coût	Unité	Commentaires (bases de calculs et hypothèses prises)
Données d'entrée			
SP réhabilité	-	m² SP	
SP occupée par les activités devant être transférées dans le bâtiment Energie - phase 1	1 378	m² SP	
SP totale	1 378		
Hypothèses de consommation			
Chaleur	227	MWhEP/an	Consommations calculées lors de la phase d'état des lieux de la mission sur la base des factures énergétiques
Electricité	106	MWhEP/an	
Electricité	41	MWhEF/an	
Hypothèse production Photovoltaïque			
Production	-	MWh/an	Pas de productions d'énergies renouvelables sur le bâtiment actuellement
Production (kWc)	-	kWc	
Surface panneaux	-	m²	
Charges Fluides			
Chaleur	14 528	€TTC/an	Calculées sur la base des hypothèses de consommation présentées précédemment et des coûts unitaires énergie constatés en état des lieux + pour l'eau, selon les éléments transmis par DPI (16 000€TTC/an pour tout le campus)
Electricité	18 020	€TTC/an	
Eau	144	€TTC/an	
Total Fluides	32 692	€TTC/an	
Recettes Fluides			
Revente PV	-	€TTC/an	

Charges Exploitation-Maintenance			
Maintenance courante	20 118	€TTC/an	Contrats d'entretien et interventions d'entreprises extérieures et d'organismes réglementaires de contrôle
Nettoyage dont vitrages/façades	1 645	€TTC/an	Nettoyage vitres, produits ménage et matériels
Entretien espaces verts	-	€TTC/an	Fournitures et entretien du matériel espaces verts + remplacement des tracteurs
Sécurité-Sûreté	448	€TTC/an	Contrat et interventions société de télésurveillance
Entretien PV	9 125	€TTC/an	Fournitures pour maintenance et travaux réalisés par l'équipe technique en interne
Total EM	31 336	€TTC/an	Chantiers pris en charge par la DPI, qui note que l'investissement n'est pas suffisant face aux besoins de maintenance

Assurances			
Assurances	651	€TTC/an	0,45€TTC/m² (estimation)
Assurances PV	-	€TTC/an	
Total Assurances	651	€TTC/an	

Estimation des charges de personnel			
Total Personnel	39 815	€TTC/an	Personnels actuels en charge de la maintenance sur le site de l'IUT : 4 agents de maintenance + 1 jardinier + 8 personnels d'entretien + 1 accueil + 0,3 de gardiennage- coût total chargé des agents. Calcul des charges au prorata des surfaces, à montant constant.

Provision GER (17 €TTC/m²)	23 426	€TTC/an	Ratio usuel de 17€TTC/m²
-----------------------------------	---------------	----------------	--------------------------

TOTAL Estimation coût global	127 920	€TTC/an
	93	€TTC/m²/an

TOTAL Estimation coût global, déduction revente PV	127 920	€TTC/an
	93	€TTC/m²/an

Site IUT – bâtiment B :

Postes de dépenses	Coût	Unité	Commentaires (bases de calculs et hypothèses prises)
Données d'entrée			
SP réhabilité	-	m² SP	
SP occupée par les activités devant être transférées dans le bâtiment Energie - phase 1	578	m² SP	
SP totale	578		
Hypothèses de consommation			
Chaleur	113	MWhEP/an	Consommations calculées lors de la phase d'état des lieux de la mission sur la base des factures énergétiques
Electricité	45	MWhEP/an	
Electricité	17	MWhEF/an	
Hypothèse production Photovoltaïque			
Production	-	MWh/an	Pas de productions d'énergies renouvelables sur le bâtiment actuellement
Production (kWc)	-	kWc	
Surface panneaux	-	m²	

Charges Fluides			Calculées sur la base des hypothèses de consommation présentées précédemment et des coûts unitaires énergie constatés en état des lieux + pour l'eau, selon les éléments transmis
Chaleur	7 232	€TTC/an	
Electricité	7 650	€TTC/an	
Eau	60	€TTC/an	
Total Fluides	14 942	€TTC/an	
Recettes Fluides			
Revente PV		€TTC/an	

Charges Exploitation-Maintenance			
Maintenance courante	8 441	€TTC/an	Contrats d'entretien et interventions d'entreprises extérieures et d'organismes réglementaires de contrôle
Nettoyage dont vitrages/façades	690	€TTC/an	Nettoyage vitres, produits ménage et matériels
Entretien espaces verts	-	€TTC/an	Fournitures et entretien du matériel espaces verts + remplacement des tracteurs
Sécurité-Sûreté	188	€TTC/an	Contrat et interventions société de télésurveillance
Entretien PV	3 828	€TTC/an	Fournitures pour maintenance et travaux réalisés par l'équipe technique en interne
Total EM	13 147	€TTC/an	Chantiers pris en charge par la DPI, qui note que l'investissement n'est pas suffisant face aux besoins de maintenance

Assurances			
Assurances	273	€TTC/an	0,45€TTC/m ² (estimation)
Assurances PV	-	€TTC/an	
Total Assurances	273	€TTC/an	

Estimation des charges de personnel			
Total Personnel	16 705	€TTC/an	Personnels actuels en charge de la maintenance sur le site de l'IUT : 4 agents de maintenance + 1 jardinier + 8 personnels d'entretien + 1 accueil + 0,3 de gardiennage- coût total chargé des agents. Calcul des charges au prorata des surfaces, à montant constant.

Provision GER (17 €TTC/m ²)	9 826	€TTC/an	Ratio usuel de 17€TTC/m ²
---	-------	---------	--------------------------------------

TOTAL Estimation coût global	54 893	€TTC/an
	95	€TTC/m ² /an

TOTAL Estimation coût global, déduction revente PV	54 893	€TTC/an
	95	€TTC/m ² /an

Site IUT – bâtiment C :

Postes de dépenses	Coût	Unité	Commentaires (bases de calculs et hypothèses prises)
Données d'entrée			
SP réhabilité	-	m² SP	
SP occupée par les activités devant être transférées dans le bâtiment Energie - phase 1	3 120	m² SP	
SP totale	3 120		
Hypothèses de consommation			
Chaleur	543	MWhEP/an	Consommations calculées lors de la phase d'état des lieux de la mission sur la base des factures énergétiques
Electricité	215	MWhEP/an	
Electricité	83	MWhEF/an	
Hypothèse production Photovoltaïque			
Production	-	MWh/an	Pas de productions d'énergies renouvelables sur le bâtiment actuellement
Production (kWc)	-	kWc	
Surface panneaux	-	m²	

Charges Fluides				Calculées sur la base des hypothèses de consommation présentées précédemment et des coûts unitaires énergie constatés en état des lieux + pour l'eau, selon les éléments transmis
Chaleur	34 752	€TTC/an		
Electricité	36 550	€TTC/an		
Eau	291	€TTC/an		
Total Fluides	71 593	€TTC/an		
Recettes Fluides				
Revente PV		€TTC/an		

Charges Exploitation-Maintenance				
Maintenance courante	45 549	€TTC/an	Contrats d'entretien et interventions d'entreprises extérieures et d'organismes réglementaires de contrôle	
Nettoyage dont vitrages/façades	3 725	€TTC/an	Nettoyage vitres, produits ménage et matériels	
Entretien espaces verts	-	€TTC/an	Fournitures et entretien du matériel espaces verts + remplacement des tracteurs	
Sécurité-Sûreté	1 016	€TTC/an	Contrat et interventions société de télésurveillance	
Entretien PV	20 658	€TTC/an	Fournitures pour maintenance et travaux réalisés par l'équipe technique en interne	
Total EM	70 949	€TTC/an	Chantiers pris en charge par la DPI, qui note que l'investissement n'est pas suffisant face aux besoins de maintenance	

Assurances				
Assurances	1 474	€TTC/an	0,45€TTC/m² (estimation)	
Assurances PV	-	€TTC/an		
Total Assurances	1 474	€TTC/an		

Estimation des charges de personnel				
Total Personnel	90 147	€TTC/an	Personnels actuels en charge de la maintenance sur le site de l'IUT : 4 agents de maintenance + 1 jardinier + 8 personnels d'entretien + 1 accueil + 0,3 de gardiennage- coût total chargé des agents. Calcul des charges au prorata des surfaces, à montant constant.	

Provision GER (17 €TTC/m²)	53 040	€TTC/an	Ratio usuel de 17€TTC/m²
TOTAL Estimation coût global	287 202	€TTC/an	
	92	€TTC/m²/an	
TOTAL Estimation coût global, déduction revente PV	287 202	€TTC/an	
	92	€TTC/m²/an	

Site Louis Néel :

Postes de dépenses	Coût	Unité	Commentaires (bases de calculs et hypothèses prises)
Données d'entrée			
SP réhabilité	-	m² SP	
SP occupée par les activités devant être transférées dans le bâtiment Energie - phase 1	1 056	m² SP	
SP totale	1 056		
Hypothèses de consommation			
Chaleur	92	MWhEP/an	Consommations calculées lors de la phase d'état des lieux de la mission sur la base des factures énergétiques
Electricité	54	MWhEP/an	
Electricité	21	MWhEF/an	
Hypothèse production Photovoltaïque			
Production	-	MWh/an	Pas de productions d'énergies renouvelables sur le bâtiment actuellement
Production (kWc)	-	kWc	
Surface panneaux	-	m²	
Charges Fluides			
Chaleur	4 352	€TTC/an	Calculées sur la base des hypothèses de consommation présentées précédemment et des coûts unitaires énergie constatés en état des lieux + pour l'eau, selon les éléments transmis
Electricité	9 180	€TTC/an	
Eau	74	€TTC/an	
Total Fluides	13 605	€TTC/an	
Recettes Fluides			
Revente PV		€TTC/an	

Charges Exploitation-Maintenance			
Maintenance courante	424	€TTC/an	EIMI (hors réparations)
Nettoyage dont vitrages/façades	-	€TTC/an	Aucune prestation
Entretien espaces verts	-	€TTC/an	Aucune prestation
Sécurité-Sûreté	1 201	€TTC/an	IPS (480€ extincteurs) - SOCOTEC (1524€ Vérif de sécu) - S2E (3150€ autres SSI) - GAZDETEC (450€ Vérif Hydrogène)
Entretien PV	1 393	€TTC/an	Travaux de peinture, ampoules, chasse d'eau, carrelage, blocs de secours, serrurerie, batteries,
Autre	858	€TTC/an	Travaux de peinture, ampoules, chasse d'eau, carrelage, blocs de secours, serrurerie, batteries,
Total EM	3 877	€TTC/an	

Assurances			
Assurances	499	€TTC/an	0,45€TTC/m² (estimation)
Assurances PV	-	€TTC/an	
Total Assurances	499	€TTC/an	

Estimation des charges de personnel			
Total Personnel	24 702	€TTC/an	Personnels actuels en charge de la maintenance sur le site de l'IUT : 4 agents de maintenance + 1 jardinier + 8 personnels d'entretien + 1 accueil + 0,3 de gardiennage- coût total chargé des agents. Calcul des charges au prorata des surfaces, à montant constant.

Provision GER (17 €TTC/m²)	17 952	€TTC/an	Ratio usuel de 17€TTC/m²
----------------------------	--------	---------	--------------------------

TOTAL Estimation coût global	60 634	€TTC/an
	57	€TTC/m²/an

TOTAL Estimation coût global, déduction revente PV	60 634	€TTC/an
	57	€TTC/m²/an

**Site Parc Technologique
(Energibel + GE2) :**

Postes de dépenses	Coût	Unité	Commentaires (bases de calculs et hypothèses prises)
Données d'entrée			
SP réhabilité	-	m² SP	
SP occupée par les activités devant être transférées dans le bâtiment Energie - phase 1	2 779	m² SP	
SP totale	2 779		
Hypothèses de consommation			
Chaleur	449	MWhEP/an	Consommations calculées lors de la phase d'état des lieux de la mission sur la base des factures énergétiques
Electricité	82	MWhEP/an	
Electricité	32	MWhEF/an	
Hypothèse production Photovoltaïque			
Production	-	MWh/an	Pas de productions d'énergies renouvelables sur le bâtiment actuellement
Production (kWc)	-	kWc	
Surface panneaux	-	m²	

Charges Fluides				Calculées sur la base des hypothèses de consommation présentées précédemment et des coûts unitaires énergie constatés en état des lieux + pour l'eau, selon les éléments transmis
Chaleur	30 083	€TTC/an		
Electricité	13 940	€TTC/an		
Eau	112	€TTC/an		
Total Fluides	44 135	€TTC/an		
Recettes Fluides				
Revente PV		€TTC/an		

Charges Exploitation-Maintenance			
Maintenance courante	1 203	€TTC/an	EIMI (hors réparations)
Nettoyage dont vitrages/façades	-	€TTC/an	Aucune prestation
Entretien espaces verts	-	€TTC/an	Aucune prestation
Sécurité-Sûreté	2 758	€TTC/an	IPS (456€ extincteurs) - SOCOTEC (1428€ Vérif de sécu) - S2E (1133€ autres SSI)
Entretien PV	3 199	€TTC/an	Travaux de peinture, ampoules, chasse d'eau, carrelage, blocs de secours, serrurerie, batteries,
Autre	2 286	€TTC/an	Sécurisation des portes d'entrées, réparation chaudières
Total EM	9 447	€TTC/an	

Estimation des charges de personnel			
Total Personnel	43 983	€TTC/an	Personnels actuels en charge de la maintenance sur le site de l'IUT : 4 agents de maintenance + 1 jardinier + 8 personnels d'entretien + 1 accueil + 0,3 de gardiennage- coût total chargé des agents. Calcul des charges au prorata des surfaces, à montant constant.
Provision GER (17 €TTC/m²)	47 243	€TTC/an	Ratio usuel de 17€TTC/m²
TOTAL Estimation coût global	146 059	€TTC/an	
	53	€TTC/m²/an	
TOTAL Estimation coût global, déduction revente PV	146 059	€TTC/an	
	53	€TTC/m²/an	

Coûts récurrents additionnels à l'issue de l'opération

Les tableaux suivants présentent une simulation de la charge de fonctionnement additionnelle entre le scénario de référence et le scénario de projet retenu, en tenant compte par ailleurs des coûts évités et de la connaissance qu'a l'établissement des évolutions à moyen terme de la stratégie et des coûts d'exploitation maintenance.

S'agissant d'une construction neuve, les charges de fonctionnement futures sont estimées sur la base de ratios applicables dans le cas d'un bâtiment neuf BEPOS pour les coûts de l'énergie, et les coûts de maintenance. Pour les coûts d'eau potable, d'entretien des espaces verts, de gardiennage, du personnel, etc., les ratios des charges actuelles du site de l'IUT sont repris puisque le bâtiment Energie vendra s'implanter sur ce site.

Postes de dépenses	Coût	Unité	Commentaires (bases de calculs et hypothèses prises)
Données d'entrée			
SP réhabilité	-	m² SP	
SP neuf	5 660	m² SP	Correspond à la SP surface neuve phase 1
SP totale	5 660		
Hypothèses de consommation			
Chaleur	71	MWhEP/an	Hypothèses de consommations sur la base du label BEPOS Effinergie et ratios usuels enseignement
Electricité	653	MWhEP/an	
Eau	253	m³/an	
Hypothèse production Photovoltaïque			
Production	548	MWh/an	Données issues du mode de calcul BEPOS Effinergie
Production (kWc)	193	kWc	
Surface panneaux	1 331	m²	

Charges Fluides				
Chaleur	4 544	€TTC/an	Calculées sur la base des hypothèses de consommation présentées précédemment et des coûts unitaires énergie constatés en état des lieux + données DPI pour l'eau	
Electricité	111 010	€TTC/an		
Eau	886	€TTC/an		
Total Fluides	116 440	€TTC/an		
Recettes Fluides				
Revente PV	54 964	€TTC/an	selon tarif défini par l'arrêté du 6 octobre 2021	

Charges Exploitation-Maintenance			
Maintenance courante	118 860	€TTC/an	Externalisé via contrat. Analyse sur ratio usuel.
Nettoyage dont vitrages/façades	15 960	€TTC/an	Internalisé. Analyse sur ratio usuel. Pas de prise en compte de recrutement pour traitement de la surface supplémentaire. Hypothèse de report des effectifs actuels sur le site de l'UFC/UTBM.
Entretien espaces verts	-	€TTC/an	
Sécurité-Sûreté	41 601	€TTC/an	Hypothèse d'externalisation de la sécurité-sûreté, SSI sans personne physique en journée et télésurveillance pendant les périodes de fermeture
Entretien PV	5 591	€TTC/an	
Total EM	182 012	€TTC/an	

Assurances			
Assurances	2 663	€TTC/an	0,45€TTC/m² (estimation)
Assurances PV	1 398	€TTC/an	
Total Assurances	4 060	€TTC/an	

Estimation des charges de personnel			
Total Personnel	163 536	€TTC/an	Personnels actuels en charge de la maintenance sur le site de l'IUT : 4 agents de maintenance + 1 jardinier + 8 personnels d'entretien + 1 accueil + 0,3 de gardiennage- coût total chargé des agents. Calcul des charges au prorata des surfaces, à montant constant.

Provision GER (17 €TTC/m²)	96 220	€TTC/an	Ratio usuel de 17€TTC/m²
-----------------------------------	---------------	----------------	--------------------------

TOTAL Estimation coût global	562 268	€TTC/an
	99	€TTC/m²/an

TOTAL Estimation coût global, déduction revente PV	507 304	€TTC/an
	90	€TTC/m²/an

Synthèse comparative

	Situation actuelle	Situation projetée	
Campus	Techn'hom, NEEL, Parc Technologique	Techn'hom	
Bâtiments concernés	Partiellement : IUT (Techn'hom) : bâtiments A, B et C // NEEL // Parc Technologique : GE2 et Energibel	Bâtiment énergie (construction BEPOS)	
Surface (SP)	8 911	5 660	-36%
Coût d'exploitation maintenance total	676708 €TTC/an	507304 €TTC/an	-25%
Coût d'exploitation maintenance moyen	75,9 €TTC/m²/an	89,6 €TTC/m²/an	

Le coût d'exploitation - maintenance est moindre suite à la construction du bâtiment énergie (-169 k€TTC/an). Cela tient uniquement à la rationalisation des surfaces (passage de 8 911 m² SP à 5 660 m² SP). En effet, le coût d'exploitation-maintenance par unité de surface du bâtiment énergie est supérieur à celui de sites tels que NEEL et le Parc Technologique, notamment car le bâtiment énergie s'implante sur un campus (le Techn'hom) pour lequel les coûts d'exploitation-maintenance sont plus élevés que sur les autres sites (NEEL et Parc Technologique), car les services proposés sont plus nombreux et le campus, de plus grande taille. Citons notamment :

- nettoyage des locaux (8 agents d'entretien sur le Techn'hom)
- entretien des espaces verts
- accueil et gardiennage

Par ailleurs, l'écart réel est plus important car deux coûts structurants ne sont actuellement pas pris en compte (car non liés à de l'exploitation-maintenance mais à de l'investissement) :

- le coût de mise en conformité réglementaires des bâtiments existants (amiante, SSI, accessibilité...)
- le coût de réhabilitation sur des bâtiments dont certains composants ont dépassé leur durée de vie (vétusté de l'enveloppe et des systèmes énergétiques)

2.6.2 Financement du projet

L'opération du bâtiment Energie est financée dans le cadre de la réalisation de la première tranche fonctionnelle du bâtiment Energie, qui a fait l'objet d'un protocole d'accord entre l'Université de Franche Comté, l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, la Communauté d'Agglomération Belfortaine (renommée Grand Belfort en 2016), le Conseil Départemental du territoire de Belfort, le Conseil Régional Bourgogne - Franche-Comté et la Préfecture de Bourgogne – Franche-Comté signé le 30 mai 2016. Le plan de financement a été amendé lors du comité de pilotage du 20 septembre 2019, qui a validé l'augmentation de la participation du Conseil régional, portée à 12,85 M€ (contre 9,4 M€ antérieurement).

Le budget fléché spécifiquement pour le projet du Bâtiment Energie est de 18,75 millions d'euros, répartis comme suit (en millions d'euros) :

UFC	UTBM	Etat	Région	Grand Belfort	CD90	TOTAL
0,7	0,2	2,55	12,85	1,2	1,25	25

Ainsi, la part de financement portée à l'UFC est faible. La suite présente l'analyse de la situation financière de l'établissement.

Analyse de la situation financière de l'établissement sur les 4 derniers exercices

Le tableau ci-dessous présente l'évolution en K€ : de l'investissement, du résultat net comptable, de la capacité d'autofinancement, du fonds de roulement, du besoin en fonds de roulement, de la trésorerie nette :

Années	Investissements	Résultat Net	CAF	Fonds de Roulement	Besoins FR	Trésorerie nette
2018	7 844	3 942	7 753	35 036	5 160	40 196
2019	9 365	5 043	7 919	42 280	853	43 133
2020	11 091	5 549	8 753	46 566	1 079	47 645
2021	8 394	2 249	5 201	47 612	1 822	49 434

Evolution du poids des dépenses d'investissement dans le total des dépenses

	2018	2019	2020	2021
Poids en %	3.9	4.7	5.6	4.1
Montant investissement	7 844	9 365	11 091	8 394

2.6.3 Déclaration de soutenabilité

A ce stade, il n'est pas prévu de surcoût lié à cette opération.

En cas de surcoût exceptionnel, celui-ci sera pris en charge par le maître d'ouvrage de l'opération.

2.7 ORGANISATION DE LA CONDUITE DE PROJET

Organisation de la maîtrise d'ouvrage

La maîtrise d'ouvrage est assurée par la Région Bourgogne – Franche-Comté, par convention de délégation de maîtrise d'ouvrage de l'Etat.

2.8 PLANNING PREVISIONNEL DE L'OPERATION

Études de programmation/faisabilité	2018-2019
Lancement du concours ou marché de maîtrise d'œuvre	Juillet 2020
Notification maîtrise d'œuvre	Avril 2021
Fin des études de conception (APS/APD)	Février 2023
Dépôt du permis de construire	Décembre 2022
Notification des marchés de travaux	Aout 2023
Lancement des travaux	Octobre 2023
Fin des travaux – livraison	Novembre 2025
Mise en service	Décembre 2025

PROGRAMMATION FONCTIONNELLE, TECHNIQUE, LOGISTIQUE ET ENVIRONNEMENTALE SUR LE PROJET ECO-CAMPUS

UNIVERSITÉ DE
FRANCHE-COMTÉ



RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTÉ

Programme technique détaillé modificatif de l'opération « Bâtiment Energie »



Version du 12 mai 2022

OBJET DU DOCUMENT

L'opération immobilière, objet de ce présent **programme technique détaillé modificatif** a été initié dès la naissance du projet éco-campus et traduite au travers des études de programmation entre 2014 et 2019. L'évolution constante du domaine de la recherche et du développement autour des domaines concernés par ce projet ont fortement évolués au cours des dernières années et a conduit l'Université de Franche-Comté à modifier le programme technique détaillé de son opération.

Le présent programme technique détaillé modificatif est un élément constitutif du dossier d'Avant-Projet Sommaire des concepteurs portant sur l'opération consistant en une construction neuve dite « Bâtiment Energie » - phase 1.

Cette opération a fait l'objet d'un concours d'architecte lancé en juillet 2020 qui s'est achevée avec succès en avril 2021. La description des modifications apportées au présent document permettra de fournir toutes les précisions requises et indispensables à l'équipe de maîtrise d'œuvre pour adapter son projet.

Cette opération est la première opération de la première tranche fonctionnelle de l'Eco-campus Nord Franche-Comté de l'aire urbaine Belfort-Montbéliard, elle-même inscrite dans le volet thématique Enseignement supérieur, recherche et innovation du CPER 2015-2020 (Contrat de plan Etat-Région de Franche-Comté).

Elément essentiel du projet, ce document sert de support aux concepteurs et formalise l'ensemble des exigences, contraintes et besoins nécessaires à l'élaboration du projet architectural et technique.

Le présent document s'inscrit dans une démarche de schéma directeur et d'étude de programmation réalisée par la société SCET, mandataire du groupement d'étude et en charge de la programmation fonctionnelle et architecturale, composé également de l'agence IN SITU, en charge des volets urbanisme et paysage, de la SODEB, intervenant les le volet bâtiment durable et montages, et du cabinet CETEC Ingénierie, pour l'économie de la construction et l'expertise technique.

Cette étude a été réalisée pour le compte de l'Université Franche Comté (UFC) en collaboration avec l'ensemble des partenaires du projet (Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM), Rectorat de l'Académie de Besançon, Conseil Régional de Bourgogne Franche-Comté, Département du Territoire de Belfort, Grand Belfort, Ville de Belfort, CROUS Besançon) ainsi qu'avec l'ensemble de la communauté universitaire (équipes de gouvernance, directions et services, enseignants-chercheurs, étudiants).

L'ensemble des éléments de ce programme est l'aboutissement des réflexions menées lors d'une première étape ayant permis de définir, pour l'ensemble des sites universitaires de Belfort, le schéma directeur long terme retenu ainsi que les opérations inscrites dans une première phase du projet Eco-Campus. Cette réflexion a été poussée pour la programmation du bâtiment Energie, avec la tenue de groupes de travail thématiques, ayant permis de définir précisément les besoins pour ce nouveau bâtiment.

Des arbitrages ont été opérés par le Comité de Pilotage de l'étude, et une réalisation du bâtiment Energie en deux phases a été retenue. Ainsi, **le présent programme porte sur la construction de la première phase du bâtiment Energie, correspondant à environ 70% de la surface totale du bâtiment Energie projeté à terme.** Le contenu de la deuxième phase est toutefois décrit succinctement dans le présent document pour permettre aux concepteurs d'imaginer la phase 1 dans un projet d'ensemble au stade concours.

Ce nouveau bâtiment prévoit la co-localisation de la formation et de la recherche en sciences pour l'Ingénieur avec la réalisation de plateaux techniques pédagogiques et de recherche en un même lieu, permettant de développer la synergie Formation / Recherche pour les trois partenaires du projet que sont l'Université de Franche-Comté (UFC), l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM) et l'institut de recherche FEMTO-ST. Il s'agit ainsi d'un regroupement de plateaux aujourd'hui répartis sur plusieurs sites et bâtiments universitaires à Belfort. Est également prévu dans le projet un espace d'accueil avec un showroom, vitrine des activités de l'Eco-Campus à destination de l'ensemble des communautés universitaires et scientifiques et des entreprises et collectivités partenaires.

De plus, le futur bâtiment Energie représente un enjeu particulier dans l'Eco-Campus qui se veut exemplaire sur les thématiques énergétique et environnementale. Un haut niveau de performance thermique et d'empreinte carbone est souhaité, ainsi qu'une démarche de type HQE (Haute Qualité Environnementale).

Composition du programme technique détaillé

Il s'organise en trois chapitres :

- Chapitre 1 : Volet fonctionnel et architectural
 - Contexte de l'opération
 - Présentation du site de l'opération et de ses contraintes
 - Objectifs fonctionnels
 - Caractéristiques des locaux à aménager.
- Chapitre 2 : Volet Technique, exigences générales et particulières
 - Cadre performantiel général
 - Performances à atteindre par domaine technique
- Chapitre 3 : Fiches espace

SOMMAIRE

OBJET DU DOCUMENT.....	32
SOMMAIRE	64
CHAPITRE 1 : VOLET FONCTIONNEL ET ARCHITECTURAL.....	86
1 PRESENTATION GENERALE DE L'OPERATION	97
1.1 CONTEXTE DU PROJET	97
1.2 OBJECTIFS DU PROJET.....	108
1.3 ENJEUX OPERATIONNELS.....	108
2 PRESENTATION DES PARTIES PRENANTES DU PROJET	1240
2.1 L'UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE (UFC).....	1240
2.2 L'UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE DE BELFORT MONTBELIARD (UTBM)	1341
2.3 L'INSTITUT FEMTO-ST.....	1412
3 LE PROJET SCIENTIFIQUE.....	1513
4 PRESENTATION DU SITE.....	1816
4.1 SITE ET SITUATION	1816
4.2 DONNEES SOURCES.....	2220
5 PRINCIPES DIRECTEURS DE L'OPERATION	2321
5.1 INTEGRATION DU BATIMENT AU SITE	2321
5.2 EXIGENCES DE CONCEPTION DU BATIMENT.....	2826
6 PROGRAMME QUANTITATIF DES LOCAUX.....	3432
6.1 DONNEES DE CADRAGE	3432
6.2 PROGRAMME DES SURFACES.....	3533
7 PROGRAMME FONCTIONNEL DES LOCAUX.....	4137
7.1 FONCTIONNEMENT GENERAL	4137
7.2 ACCUEIL – SHOWROOM	4339
7.3 ENSEIGNEMENT	4541
7.4 RECHERCHE.....	5652
7.5 LOGISTIQUE	6660
7.6 AUTRES ESPACES	6761
CHAPITRE 2 : VOLET TECHNIQUE, EXIGENCES GENERALES ET PARTICULIERES	6862
1 CADRE PERFORMANCIEL GENERAL	7064
1.1 RAPPEL DES PRINCIPALES EXIGENCES REGLEMENTAIRES	7064
1.2 ACCESSIBILITE AUX PERSONNES A MOBILITE REDUITE.....	7266
1.3 CONFORT ACOUSTIQUE.....	7266
1.4 SECURITE	7367
1.5 PRISE EN COMPTE DE LA NOTION DU COUT GLOBAL	7569
1.6 FLEXIBILITE – EVOLUTIVITE	7670
2 PERFORMANCES A ATTEINDRE PAR DOMAINE TECHNIQUE.....	7771
2.1 GROS ŒUVRE	7771
2.2 CLOS ET COUVERT.....	7973
2.3 SECOND ŒUVRE.....	8276
2.4 CVC – TRAITEMENT CLIMATIQUE.....	8579
2.5 PLOMBERIE – SANITAIRES.....	8983
2.6 COURANTS FORTS.....	9084

2.7	VDI (VOIX, DONNEES, IMAGES).....	9286
2.8	FLUIDES SPECIAUX	9690
2.9	SYSTEMES DE SECURITE - SURETE.....	9791
2.10	GESTION TECHNIQUE CENTRALISEE (GTC)	9892
2.11	EQUIPEMENTS COMPRIS DANS LE MARCHE	10296
2.12	VRD - ESPACES EXTERIEURS	10397
CHAPITRE 3 : FICHES ESPACES		10498
ANNEXES.....		106100
1	DONNEES DE SITE	107101
2	ETUDE RELATIVE A LA CHAUFFERIE.....	108102

PROJET ECO-CAMPUS

CONSTRUCTION DE LA PHASE 1 DU BATIMENT ENERGIE SUR LE SITE DU TECHN'HOM

UNIVERSITÉ DE
FRANCHE-COMTÉ



CHAPITRE 1 : VOLET FONCTIONNEL ET ARCHITECTURAL



1 PRESENTATION GENERALE DE L'OPERATION

1.1 CONTEXTE DU PROJET

Comme indiqué en préambule de ce programme, l'opération du bâtiment Energie constitue la première opération de la première tranche fonctionnelle de l'Eco-campus Nord Franche-Comté de l'aire urbaine Belfort-Montbéliard, elle-même inscrite dans le volet thématique Enseignement supérieur, recherche et innovation du CPER 2015-2020 (Contrat de plan Etat-Région de Franche-Comté).

La COMUE UBFC et le protocole d'accord UFC / UTBM

La COMUE Université de Bourgogne Franche-Comté (UBFC) réunit les principaux établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche de la grande région. Elle est forte d'environ 56 000 étudiants répartis sur 22 sites dans le Centre-Est de la France, connectée aux besoins de l'économie et aux aspirations des jeunes, et attachée à l'ensemble de ses pôles et de ses sites universitaires.

L'UBFC réunit ainsi les universités et écoles pour construire ensemble un espace d'enseignement et recherche commun. Dans cet esprit, l'UFC et l'UTBM ont signé un protocole d'accord en octobre 2015 qui porte création d'un nouveau pôle universitaire de Belfort-Montbéliard. Le projet Eco-Campus de Belfort est au cœur de cet accord.

Le projet Eco-Campus

Le projet de l'Eco-Campus est multidimensionnel (formation, recherche, urbanisme, valorisation). Dans le volet commun UFC/UTBM, il vise 3 objectifs :

- Mobiliser la communauté universitaire, les collectivités et les entreprises pour donner une identité forte au territoire ;
- Répondre, par la formation et la recherche, aux grands enjeux liés à l'énergie et aux mobilités ;
- Construire et réhabiliter pour offrir des conditions optimales de travail aux personnels et étudiants en faisant du site de Belfort Techn'hom un chantier école pour les formations et une vitrine technologique et scientifique pour les entreprises et les chercheurs.

Il s'agit ainsi de :

- Mieux articuler les formations, en créant une dynamique de rapprochement des équipes, en recherchant les mutualisations et en évitant les concurrences ;
- Coordonner les efforts pour limiter l'échec universitaire : des passerelles seront construites afin de proposer des solutions de réorientation aux étudiants en difficulté ;
- Construire des parcours d'excellence sur l'énergie ;
- Développer une stratégie patrimoniale commune.

L'UFC et l'UTBM souhaitent ainsi améliorer la visibilité de leurs formations et unités de recherche dans le domaine de l'énergie sur le site du Techn'hom. Parallèlement, l'UFC développera des départements tertiaires en centre-ville.

Un programme général du projet Eco-Campus a été réalisé dans le cadre de l'étude menée. Ce document développe le contenu global du schéma directeur retenu pour la réalisation de ce projet sur les volets immobilier et urbain.

Le bâtiment Energie

La construction du bâtiment Energie constitue l'opération majeure du projet Eco-Campus. En effet, ce nouvel équipement prévoit la co-localisation de la formation et recherche en sciences pour l'Ingénieur avec la réalisation de plateaux techniques pédagogiques et de recherche en un même lieu, permettant de développer la synergie Formation / Recherche pour les trois partenaires du projet que sont l'Université de Franche-Comté (UFC), l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM) et l'institut de recherche FEMTO-ST. Il s'agit ainsi d'un regroupement de plateaux aujourd'hui répartis sur plusieurs sites et bâtiments universitaires à Belfort.

Est également prévu dans le projet un espace d'accueil avec un showroom, vitrine des activités de l'Eco-Campus à destination de l'ensemble des communautés universitaires et scientifiques et des entreprises et collectivités partenaires

1.2 OBJECTIFS DU PROJET

La construction du bâtiment Energie doit permettre de répondre aux objectifs suivants :

- **Développer la synergie formation / recherche**, par la co-localisation de la formation et recherche en sciences pour l'Ingénieur avec la réalisation de plateaux techniques pédagogiques et de recherche en un même lieu. Il s'agit également de développer certaines formations, avec la création de locaux adaptés, notamment pour la formation sur l'hydrogène.
- **Initier la réalisation de l'Eco-Campus**, cette opération étant l'opération emblématique de ce projet et l'une des premières à être engagée.
- **Etre une vitrine technologique** des activités d'enseignement et de recherche sur l'énergie et la conversion de puissance. Le bâtiment se veut être un démonstrateur du savoir-faire et une « usine-école », avec l'intégration d'équipements expérimentaux à l'échelle 1.
- S'inscrire dans les objectifs de l'Eco-Campus, en concevant un **équipement performant et innovant d'un point de vue énergétique et environnemental**, ayant des coûts de fonctionnement et d'exploitation faibles
- **Anticiper une extension future du bâtiment**, le projet global étant phasé en deux étapes. Ainsi, les locaux créés en phase 1, tout en ayant leur propre fonctionnement avant la réalisation de la phase 2, doivent être conçus et réalisés de manière à pouvoir être connectés de manière cohérente avec le programme envisagé pour la phase 2. C'est pourquoi les espaces prévus dans le cadre de la phase 2 sont décrits succinctement dans le §1.3.1.
- **Veiller au phasage et à l'articulation avec l'ensemble des autres opérations de l'Eco-Campus**, notamment avec la réhabilitation du bâtiment C, voisin du futur bâtiment Energie, la démolition de la halle et la construction de la nouvelle chaufferie sur laquelle doit se raccorder le bâtiment Energie.

1.3 ENJEUX OPERATIONNELS

1.3.1 Phasage du projet

Le schéma directeur retenu a été décliné en plusieurs tranches fonctionnelles, opérationnelles et financières, permettant de consolider les opérations inscrites et financées dans le cadre du protocole d'accord relatif à la réalisation de la première tranche fonctionnelle de l'Eco-campus signé entre l'Université de Franche-Comté, l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, la Communauté d'Agglomération Belfortaine, le Conseil Départemental du Territoire de Belfort, le Conseil Régional Bourgogne-Franche-Comté et la Préfecture de Bourgogne-Franche-Comté le 30 mai 2016.

Plusieurs possibilités de phasages ont été étudiées. L'objectif visé est d'avoir une première tranche fonctionnelle dont les opérations permettent un fonctionnement viable de l'Eco-campus à l'issue de cette première tranche. Les tranches ultérieures de travaux intègrent les opérations nécessaires pour aboutir au schéma directeur retenu.

Dans cet objectif, il a été acté la réalisation du bâtiment Energie en deux phases. Afin de permettre au projet Eco-Campus de fonctionner dans les meilleures conditions dès la première phase, les autres opérations de cette première phase sont complémentaires au projet de phase 1 du nouveau bâtiment pour répondre aux objectifs des volets formation et recherche. Cette première phase intègre les transferts sur le site du Techn'hom du département Sciences et Energie de l'UFR STGI et de l'ensemble des équipes de recherche de FEMTO-ST actuellement situées au Parc technologique.

Le projet du bâtiment Energie est ainsi prévu en deux temps :

- **Phase 1 – Construction d'environ 70% de la surface totale du bâtiment Energie projeté à terme**

La conception de la phase 1 du bâtiment, objet de la présente opération, doit permettre l'extension de celui-ci, sans modification majeure sur ce qui aura été construit. Il s'agit ainsi d'anticiper le fonctionnement futur du projet d'ensemble décrit au travers de grands principes fonctionnels dans le présent programme.

Le contenu de la première phase a été défini en concertation avec les équipes enseignantes et de recherche qui avaient auparavant travaillé sur la définition des besoins du projet, afin qu'elle soit cohérente avec le projet de formation et de recherche.

La première phase comprend ainsi la réalisation :

- Des espaces d'accueil et de showroom,
- Une partie des espaces d'enseignement,
- L'ensemble des plateaux techniques de la recherche,
- Une partie des locaux logistique.

Les surfaces non créées dans cette première phase seront temporairement aménagées dans le bâtiment A du site de l'UFC.

■ Phase 2 – Poursuite de la construction du bâtiment Energie

Cette deuxième phase permettra de libérer des surfaces dans d'autres bâtiments sur le campus, et ainsi d'enclencher la suite des opérations prévues pour la réalisation du projet Eco-Campus.

Cette seconde phase comprend, pour une surface estimée à ce stade à environ 1 600 m² utiles, soit environ 2 500 m² répartis sur 2 niveaux :

- Un espace de valorisation, avec un espace dédié aux start-up,
- Le complément des espaces d'enseignement,
- Des ateliers pour la partie « recherche »,
- Le complément de la logistique, avec des réserves et des locaux divers (ménage, etc.).

Des liens fonctionnels avec certains espaces de la phase 1 seront à respecter, afin d'avoir une cohérence globale une fois le bâtiment achevé. Ces liens fonctionnels figurent sur le schéma fonctionnel général (§7.1). Les espaces prévus en phase 2 sont également décrits dans le présent document.

A noter que certains espaces prévus en phase 1 pourront temporairement servir à un usage puis être réaffectés à l'issue de la phase 2, sous réserve que la réaffectation puisse se faire sans travaux majeurs.

1.3.2 Interface avec le bâtiment C

Dans le projet retenu, il est prévu d'implanter les espaces tertiaires dédiés aux équipes de recherche au 2^{ème} étage du bâtiment C (bureaux, salles de réunion, etc.) – bâtiment devant lui-même faire l'objet d'une réhabilitation complète sous maîtrise d'ouvrage du Grand Belfort. **Afin de permettre un fonctionnement optimal, un lien fonctionnel entre ce niveau et la partie recherche du bâtiment Energie est demandée.**

La forme de ce lien fonctionnel devant intégrer une différence de niveaux (bureaux au R+2 du bâtiment C et plateau technique en RDC du bâtiment neuf) n'est aujourd'hui pas arrêtée (passerelle ou hall commun + liaison verticale, etc.) Les candidats de maîtrise d'œuvre devront être force de proposition sur ce point. **La réalisation de ce lien fonctionnel est incluse dans la présente opération.**

Se référer à la partie 5.1 « Intégration du bâtiment au site » pour plus de détails sur cette interface.

2 PRESENTATION DES PARTIES PRENANTES DU PROJET

2.1 L'UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE (UFC)

L'Université de Franche-Comté (UFC) est une université pluridisciplinaire implantée dans 5 villes de la région : Besançon, Belfort, Montbéliard, Vesoul et Lons-le-Saunier. Créée en 1423 à Dole sous le titre d'Université des deux Bourgognes (la "ducale", l'actuelle Bourgogne et la "comtale", l'actuelle Franche-Comté), elle est transférée à Besançon en 1691.

Initialement constituée de trois facultés – théologie, droit canon et droit civil, médecine – le champ des disciplines enseignées couvre maintenant les grands domaines suivants : sciences fondamentales et appliquées, santé, technologie, lettres, langues, sciences du langage, sciences humaines et sociales, sciences du sport, droit, économie, gestion. Avec différents niveaux de diplômes – diplômes universitaires de technologie (DUT), licences, licences professionnelles, masters (M1 et M2), doctorats, diplômes d'ingénieurs.

L'UFC en quelques chiffres

23 131 étudiants en 2015-2016 dont 9% à Belfort

Une offre de formation structurée en **6 UFR (Unité de Formation et de Recherche)** et **7 Instituts ou Ecoles** dont 2 sont implantés à Belfort (développé ci-après)

27 unités de recherche dont les activités se répartissent selon trois domaines : sciences de l'environnement et de la santé (SES), sciences de l'homme et de la société (SHS), sciences pour l'ingénieur et sciences fondamentales (SIF)

5 sites – Belfort, Besançon, Lons-le-Saunier, Montbéliard, Vesoul

2.1.1 L'IUT de Belfort-Montbéliard

L'IUT de Belfort-Montbéliard accueille un peu plus de 1 650 étudiants (environ 1 350 en DUT, 300 en Licences professionnelles), répartis sur deux territoires, Belfort (environ 1 000 étudiants) et Montbéliard (environ 650 étudiants)¹. L'IUT de Belfort-Montbéliard est composé de 10 départements et autant de DUT et 13 licences professionnelles, offrant ainsi une grande variété de formations, principalement industrielles (7 départements), même si les départements tertiaires se sont développés ces dix dernières années. Les formations dispensées peuvent être suivies en formation initiale, en formation continue et, pour certaines, en apprentissage.

Pour autant, les filières scientifiques et techniques peinent à recruter des étudiants, alors même que le tissu industriel local est puissant. L'attractivité de ce type de formation est donc trop faible. Un des enjeux du projet Eco-campus est donc de donner une identité forte à l'établissement, en choisissant un thème de formation et de recherche fédérateur et répondant aux enjeux sociétaux : la transition énergétique et l'énergie du bâtiment.

Un des enjeux du rapprochement avec l'UFR STGI, FEMTO-ST et l'UTBM est également d'offrir aux enseignants-chercheurs de l'IUT de Belfort-Montbéliard la possibilité d'enseigner et d'encadrer des étudiants de haut niveau et ainsi de ne pas se couper de la recherche.

La force de l'IUT de Belfort-Montbéliard réside également dans ses liens avec le milieu professionnel. Cette dynamique entre enseignement, recherche et professionnalisation se retrouve à de nombreux niveaux : intervenants/chargés de cours, stages, projets tuteurés, recherche et développement, recherche-action, etc.

2.1.2 L'UFR STGI

L'UFR Sciences, Techniques et Gestion de l'Industrie (STGI) est la seule UFR de l'UFC située hors de Besançon. Elle est implantée à Belfort et à Montbéliard à partir du début des années 90. C'est donc une UFR jeune qui a su devenir un pôle actif de formation et de recherche et qui contribue au dynamisme et au rayonnement de l'Université de Franche-Comté. Sur les 22 000 étudiants que compte l'Université de Franche-Comté, 1 300 suivent actuellement les formations de l'UFR ; environ 800 d'entre eux étudient à Belfort et près de 500 autres à Montbéliard.

¹ Pour l'année universitaire 2016/2017

L'UFR STGI est une composante pluridisciplinaire. Ses filières relèvent des secteurs secondaire et tertiaire dans des domaines aussi divers que les sciences de l'ingénieur, les sciences de la vie et de l'environnement, le multimédia et l'informatique, le droit, la gestion, l'économie et les langues.

Le département des Sciences et Techniques réside actuellement dans le bâtiment Louis Néel à côté de la vieille ville de Belfort. Cette situation géographique en fait un cas un peu particulier. Il est en effet relativement éloigné des deux autres grands pôles de formations dans le domaine des sciences pour l'ingénieur, l'IUT de Belfort-Montbéliard et l'UTBM. Cette position complique fortement la mise en œuvre de mutualisations des moyens techniques notamment en allongeant les temps de transfert des étudiants d'un site à un autre, aspect rédhibitoire dans un contexte d'emplois du temps serrés.

Egalement situé loin du Techn'hom le département des Sciences et Techniques perd en image, en visibilité et en lisibilité, car il ne peut pas profiter de la dynamique de site comme celle insufflée, par exemple, par la Vallée de l'Energie. Enfin le relatif éloignement des laboratoires (Parc Technologique et Techn'hom) renforce l'effet de dispersion et n'est pas propice aux coopérations.

2.2 L'UNIVERSITE DE TECHNOLOGIE DE BELFORT MONTBELIARD (UTBM)

Créée en 1999, l'UTBM est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel. Membre du réseau des universités de technologie, elle est née du regroupement de deux établissements d'enseignement supérieur : l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Belfort (1962) et l'Institut Polytechnique de Sevenans (antenne de l'Université de Technologie de Compiègne – UTC - implantée à Sevenans en 1985).

L'UTBM délivre un diplôme d'ingénieur en 5 ans dans huit spécialités, dont cinq formations sous statut étudiant («Mécanique», «Energie», «Informatique», «Systèmes industriels», «Mécanique et ergonomie») et quatre en formation par apprentissage (« Génie électrique », « Logistique industrielle », « Informatique » et « Mécanique ») en partenariat avec l'Institut des Techniques d'Ingénieurs de l'Industrie (ITII) et le Centre de Formation d'Apprentis de l'Industrie (CFAI) de Franche-Comté.

L'UTBM propose également cinq masters dans les domaines de spécialité de ses équipes de recherche ; elle offre aussi une formation continue sous diverses formes (formations courtes non diplômantes, DU, etc.).

L'UTBM en quelques chiffres

3 030 étudiants en formation d'ingénieur, masters et doctorat dont 40% à Belfort

Une offre de formation structurée en **1 tronc commun et 5 départements de formation** dont 3 sont implantés à Belfort

11 équipes de recherche autour de **4 grandes thématiques** – Energie, Transport-Mobilités, Matériaux et Société

3 sites – Belfort, Sevenans, Montbéliard

Au contact étroit avec les industries du transport et de l'énergie, l'UTBM a privilégié une offre de formation dans ces domaines selon deux modalités : des formations spécifiquement orientées sur ces thématiques (transports, énergie) et des formations définies par un champ disciplinaire plus vaste comme l'informatique ou le génie industriel, dont les secteurs énergie et transports constituent un débouché important mais non exclusif.

D'un point de vue localisation, l'UTBM est située sur 3 sites. Le site de Montbéliard avec le département de formation EDIM (Ergonomie, Design et Ingénierie Mécanique), l'équipe de recherche ERCOS et une équipe du LERMPS (Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur les Matériaux, les Procédés et les Surfaces). Le site de Sevenans avec le département Tronc commun, le département Génie Mécanique et Conception, les équipes de recherche INCIS, MOS, LERMPS et RECITS. Le site de Belfort avec le département IMSI (Ingénierie et Management des Systèmes Industriels, le département Informatique, le département Energie ainsi que les équipes de recherche OPERA, ICAP, ECS et CCE.

2.3 L'INSTITUT FEMTO-ST

L'institut FEMTO-ST (Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique -Sciences et Technologies) est une Unité Mixte de Recherche associée au CNRS (UMR 6174) et rattachée simultanément à l'Université de Franche-Comté (UFC), l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et de Microtechniques (ENSMM), et l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM). FEMTO-ST a été créé le premier janvier 2004 par la fusion de 5 laboratoires de Franche-Comté actifs dans les domaines de la mécanique, de l'optique et des télécommunications, de l'électronique, du temps-fréquence, de l'énergétique et de la fluidique. En 2008, de nouvelles thématiques et donc de nouvelles équipes intègrent l'institut. Elles viennent compléter ou renforcer le panel déjà riche de FEMTO-ST dans les domaines de l'automatique et de la microrobotique, des matériaux et surfaces et de l'énergie. En 2012, l'institut élargit encore ses compétences et s'enrichit d'un nouveau département de recherche "Informatique des Systèmes Complexes".

Au sein du CNRS, l'institut FEMTO-ST est rattaché à l'institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (INSIS). Il regroupe des compétences variées et complémentaires, et cultive la pluridisciplinarité, le souci de l'excellence scientifique et de l'innovation. L'effectif total de FEMTO-ST est aujourd'hui d'environ 750 personnes dont 325 permanents (220 chercheurs et enseignants chercheurs et 82 ingénieurs, techniciens et administratifs). Les recherches sont conduites avec l'aide de 220 doctorants qui reçoivent ainsi une formation de haut niveau par la recherche.

La recherche au sein de FEMTO-ST est menée dans les domaines des sciences de l'ingénieur et des sciences de l'information, en cohérence avec la tradition industrielle de la Région. Elle est structurée en 7 départements scientifiques :

- le département Automatique et Systèmes Micro-mécatroniques (AS2M)
- le département Energie
- le département Informatique des Systèmes Complexes (DISC)
- le département de Mécanique Appliquée
- le département Micro Nano Sciences et Systèmes (MN2S)
- le département d'Optique
- le département Temps Fréquence

Le département Energie, entièrement implanté à Belfort, est composé de 2 équipes complémentaires :

- SHARPAC : Systèmes électriques Hybrides, Actionneurs électriques, systèmes Piles A Combustible
- THERMIE : Thermique Ecoulements instrumentation et Energie

Les principaux axes de recherche du département ÉNERGIE de l'Institut FEMTO-ST concernent les convertisseurs statiques, les systèmes Piles à combustible, le PHIL – Power Hardware In the Loop, la commande et Gestion d'Énergie, les actionneurs électriques, la métrologie et l'Instrumentation en Fluidique et Thermique, la thermique des systèmes énergétiques, les machines thermiques et les écoulements complexes.

Le département DISC est intégré à FEMTO-ST depuis 2012. L'une de ses équipes, nommée « AND » (Algorithmique Numérique Distribuée), est localisée à Belfort, sur le site de l'IUT. Composée de 25 membres dont 11 enseignants-chercheurs, AND traite les problématiques scientifiques liées à la simulation numérique et calcul sur grille, aux réseaux de capteurs, chaos et systèmes dynamiques discrets, et à la bio-informatique.

Le DISC, via AND en particulier, développe de plus en plus de travaux collaboratifs sur le thème de l'énergie avec le département ENERGIE, par exemple dans le domaine des microgrids.

Lors de l'évaluation AERES en 2011, l'Institut FEMTO-ST a obtenu la note A+ et le département ÉNERGIE la note A. L'évaluation HCERES de 2016 est très positive pour FEMTO-ST et affiche une progression (l'HCERES ne délivre plus de notes), les départements ENERGIE et DISC sont très bien évalués.

3 LE PROJET SCIENTIFIQUE

La recherche réalisée sur l'Eco-campus a pour objet l'énergie et la conversion de puissance. Le projet scientifique de recherche de l'Eco-Campus s'appuiera sur 3 plateformes situées au Techn'hom, dont le bâtiment Energie, objet de la présente opération, le bâtiment F de l'UTBM, déjà en fonction et non impacté par le projet, et le bâtiment A de l'UTBM qui va faire l'objet d'un projet de réhabilitation.

Extraits de la présentation du volet Recherche (rédacteurs : David Bouquain, Raphaël Couturier, François Lanzetta, Marie-Cécile Péra)

Les enjeux

Défis scientifiques :

- Optimisation systémique de la conception de chaînes de conversion d'énergie (écosystèmes complexes)
- Systèmes de conversion d'énergie auto-résilients (diagnostic/pronostic et contrôle adaptatif)
- Gestion de flux de données et de flux de puissance en temps réel
- Big Data et Deep Learning (IA)

Impacts socio-économiques :

- Ingénierie verte
- Vecteur Hydrogène-Energie
- Applications stationnaires
- Applications transport
- Bâtiment intelligent
- Création d'un nouvel écosystème : convergence EnR / Transport / Stationnaire
- Emergence de nouveaux modèles d'affaires soutenables du point de vue économique, environnemental et social

Les thématiques

Production sûre, propre et efficace de l'énergie (DOMINANTE COMPOSANTS) :

- Conception et mise en œuvre de générateurs électriques à haut rendement
- Moteurs à apport de chaleur externe
- Générateur de froid
- Polygénération (électricité, chaud, froid, masse)

Gestion de l'énergie (DOMINANTE SYSTEME) :

- Supervision des flux d'énergie (lois de gestion, flux de données)
- Contrôle commande des composants
- Micro-réseaux et intégration des énergies renouvelables
- Sûreté de fonctionnement, durée de vie (diagnostic, pronostic, décision, exploitation de base de données)

4 axes thématiques :

- Gestion optimisée des flux et des vecteurs d'énergie
- Production efficiente, propre et durable d'énergie
- Infrastructures et bâtiments à bilan énergétique nul ou positif
- Rationalisation de la consommation d'énergie

Le projet scientifique

Compétences scientifiques :

- Génie électrique
- Génie énergétique
- Informatique
- Modélisation et simulation numérique
- Instrumentation et métrologie

FEMTO-ST – 3 équipes + axe transverse

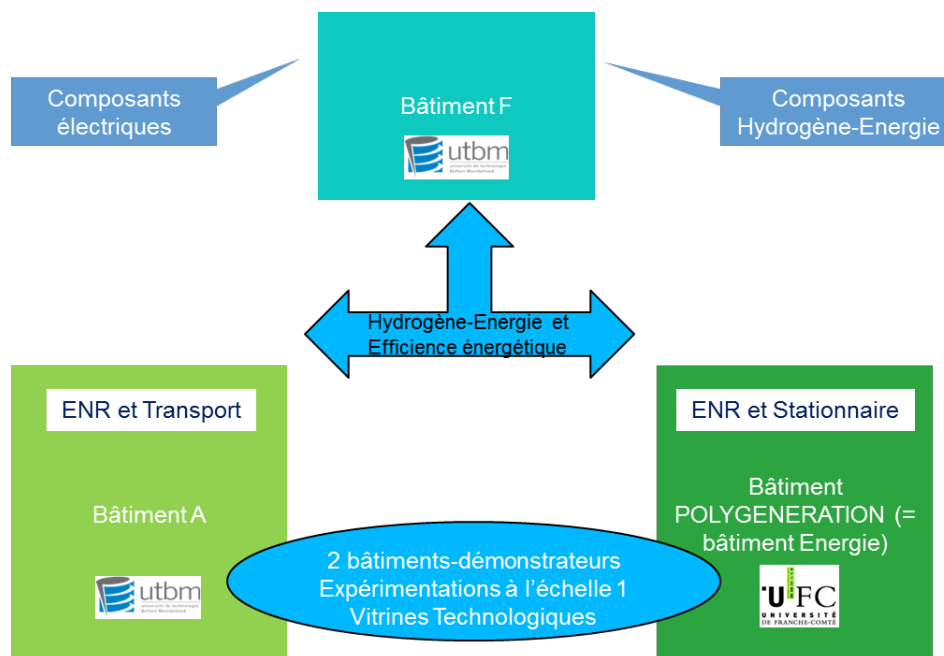
- ENERGIE, équipe SHARPAC (Systèmes Hybrides, Actionneurs, systèmes Pile A Combustible)
- ENERGIE, équipe THERMIE (Thermique, Ecoulements, instrumentation et Energies)
- DISC, équipe AND (Algorithmique Numérique Distribuée)
- Axe transverse RECITS (Humanités)

Compétiteurs :

- CEA LITEN, Grenoble
- LAMIH, Valenciennes
- CETHIL (Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon), Lyon
- ECN (Energy research Center of the Netherlands), Petten, Pays-Bas
- European Institute for Energy Research (EIFER), Karlsruhe, Allemagne
- Argonne National Laboratory, Chicago, USA

Les 3 plateformes sur le Techn'hom

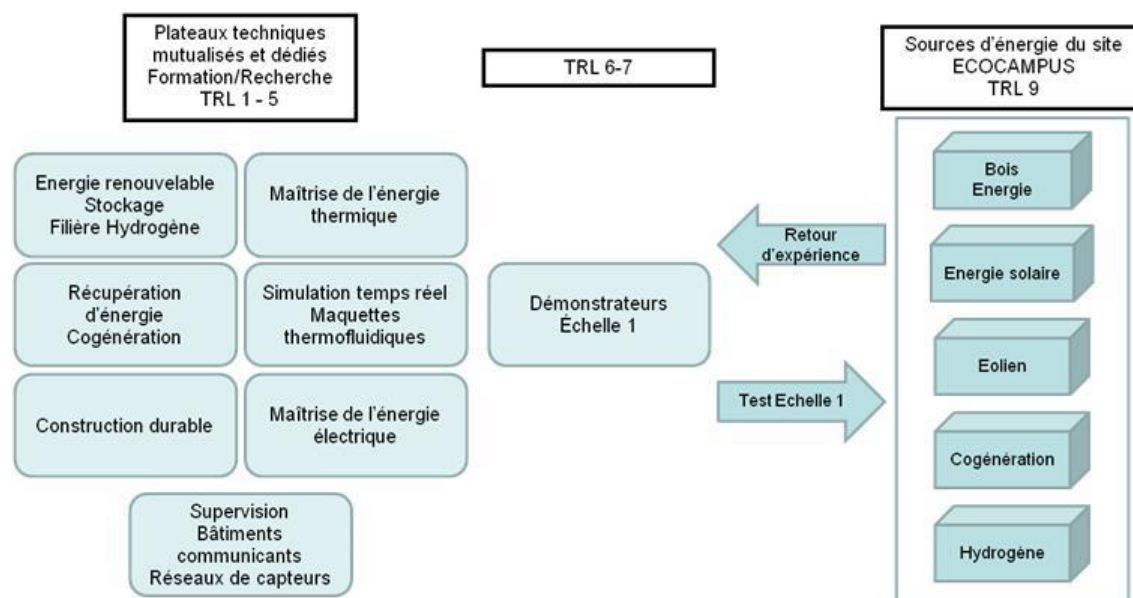
Objectif : Développer un pôle de référence européen en recherche, formation, innovation, dans le domaine des énergies renouvelables, sur des axes bien identifiés et reconnus à l'international



Bâtiments démonstrateurs - un atout pour la recherche :

- Constitution de bases de données en exploitation (production, consommation) en conditions réelles
- Montée en TRL² → connexion de nouveaux systèmes pour validation sur site (TRL > 6)
- Retour d'expérience sur la satisfaction des usagers
- Visibilité par la mise à disposition de base de données pour benchmark (Europe et Monde)
- Vitrine technologique, crédibilité accrue pour le transfert et la valorisation

Les équipements



Nota : Ce schéma constitue un **schéma de principe général à l'échelle de l'ensemble du campus**. Le projet spécifique au bâtiment Energie est développé ci-après dans le § 5.3 « Exigences particulières de conception du bâtiment ». L'intégration ou non des équipements dans le nouveau bâtiment et dans le coût opération est donc précisée dans les chapitres ultérieurs et dans les fiches espaces.

² TRL : Technology Readiness Level – Niveau de Maturité Technologique (Standard européen)
Echelle de 1 (recherche amont) à 9 (système à maturité commerciale)

4 PRESENTATION DU SITE

4.1 SITE ET SITUATION

4.1.1 Localisation

Le site universitaire du Techn'Hom est situé sur la commune de Belfort, commune de l'est de la France située dans le département du Territoire de Belfort (90) et la Région Bourgogne-Franche-Comté.

L'aire urbaine belfortaine est classée 76^{ème} de France en termes de population, avec près de 115 000 habitants.

Données générales sur Belfort :

- Population : 49 519 habitants (2015)
- Densité : 2 896 hab. / km²
- Altitudes : Mini 654 m – maxi 650 m
- Intercommunalité : Grand Belfort (communauté d'agglomération)



Source : Wikipédia

Le Techn'hom est situé au nord-ouest du centre-ville de Belfort.



Source : GoogleMaps

Plan d'ensemble

Le nom du site « Techn'hom » provient du parc urbain d'activités du même nom situé à proximité immédiates des implantations universitaires de l'IUT de Belfort-Montbéliard et de l'UTBM à Belfort.

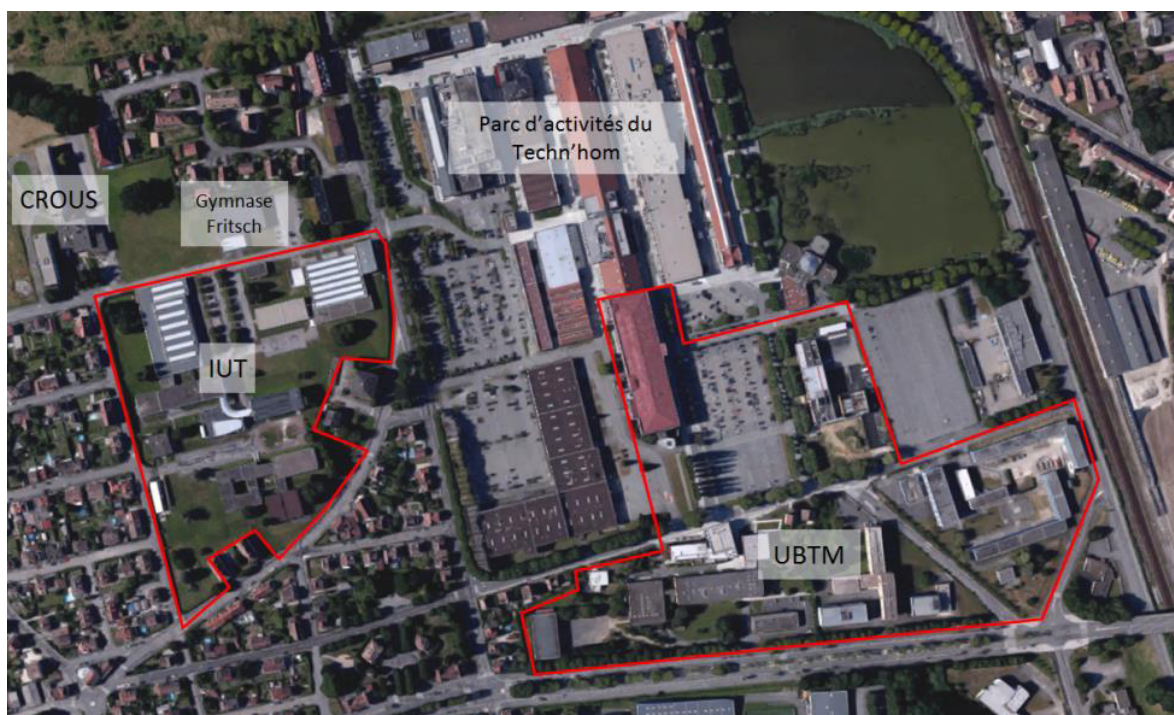
Il s'agit d'un parc d'immobilier d'entreprises, qui accueille plus d'une centaine d'entreprises industrielles et tertiaires et 7 000 salariés sur un parc de 110 ha ; c'est le cœur de la Vallée de l'énergie. Héritier de l'histoire industrielle belfortaine, le parc réunit de grandes entreprises dans les domaines du transport et de l'énergie, telles qu'Alstom, General Electric, mais aussi des PME dans le domaine industriel ou des services.

Le site de l'IUT, sur lequel sera implanté le bâtiment Energie se situent à l'ouest de ce parc d'activités.

Le site de l'UTBM, qui doit également utiliser le bâtiment Energie, se situe au sud du parc d'activités, à proximité immédiate de l'IUT.

Plan du parc urbain d'activités du Techn'hom

Source : <http://www.technhom.com/>



Implantations universitaires sur le site du Techn'hom

Source : GoogleMaps

Plan du site de l'IUT

Le site d'implantation du nouveau bâtiment Energie se situe en lieu et place de la halle C qui sera démolie préalablement (démolition non incluse dans la présente opération).



Source : <http://openstreetmap.fr/>

4.1.2 Cadastre

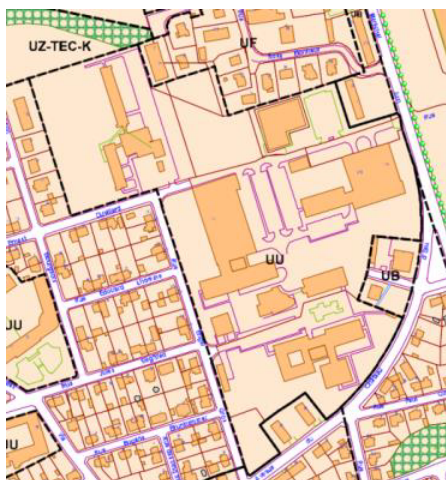
Le site du projet est situé sur la même parcelle que l'ensemble des bâtiments de la partie Nord du site de l'IUT :

Parcelle : 000 BW 442

Surface : 30 343 m²

Adresse de la parcelle : RUE ENGEL GROS
90000 BELFORT





4.1.3 Réglementation urbaine

Le site du projet se situe en zone UU du plan local d'urbanisme de la ville de Belfort, approuvé par délibération en date du 09 décembre 2004. Les concepteurs devront vérifier au moment du dépôt de permis quel est le règlement en vigueur.

La zone UU est une zone dont la vocation essentielle est d'accueillir des équipements publics et activités tertiaires.

Source : Plan de zonage du PLU de Belfort

Les principales règles d'appliquant sur la zone UU sont les suivantes :

ARTICLE UU 4 - DESSERTE PAR LES RESEAUX

Eaux pluviales : dirigées soit vers des dispositifs appropriés et proportionnés permettant l'évacuation directe des eaux pluviales vers un déversoir ou un bassin paysager. Soit vers le réseau public existant.

La parcelle est aujourd'hui desservie par un réseau unitaire. Toutefois, la MOA et l'Université souhaitent prévoir une séparation des réseaux à l'échelle du campus avec traitement in situ des eaux pluviales (noues prévues dans les espaces paysagers qui seront aménagés dans les tranches ultérieures du projet Eco campus).

ARTICLE UU 6 - IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS PAR RAPPORT AUX VOIES ET EMPRISES PUBLIQUES.

Les bâtiments [...] pourront s'édifier à l'alignement des voies existantes à modifier ou à créer ou à une distance minimum de 3 m de ce même alignement.

Toutefois, dans la mesure où il existe dans une voie des constructions édifiées dans un alignement de fait, les constructions devront être édifiées à l'alignement des constructions existantes.

D'autres implantations pourront être autorisées pour les projets de construction intéressant la totalité d'un îlot ou une ou plusieurs parcelles incorporées dans un projet d'ensemble.

ARTICLE UU 8 - IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS LES UNES PAR RAPPORT AUX AUTRES SUR UNE MEME PROPRIETE.

On observera entre deux bâtiments non contigus le prospect $D=(H+h)/2$, H et h étant les hauteurs respectives des bâtiments. Dans tous les cas, un recul minimum de 3 m devra être observé.

En lien avec la solution proposée pour la liaison entre le bâtiment C et le bâtiment Energie, il pourra être étudié la possibilité de considérer que ces deux bâtiments forment un ensemble unique. L'extension de phase 2 du bâtiment Energie devra être considérée comme étant une partie de la construction et non une construction distincte de la première.

ARTICLE UU 9 - EMPRISE AU SOL

L'emprise au sol de toutes les surfaces bâties ne doit pas excéder 60 % de la superficie du terrain.

Des emprises supplémentaires pourront être autorisées pour les constructions de bâtiments scolaires, sanitaires ou hospitaliers.

ARTICLE UU 10 - HAUTEUR MAXIMUM DES CONSTRUCTIONS

La hauteur absolue des constructions autorisées est de 16 m à l'égout du toit.

ARTICLE UU 12 - STATIONNEMENT DES VEHICULES

Stationnement VL : le nombre de place doit correspondre aux besoins de l'opération.

Stationnement vélo : néant.

Le projet du bâtiment Energie prévoit la suppression de places, il est en revanche prévu d'en retrouver dans les phases ultérieures du projet « Eco campus » sur l'emprise de la partie du bâtiment F qui doit

être démolie. Ce principe de décalage dans le temps de la création des places sera à consolider avec la ville dans le cadre des études de MOE.

ARTICLE UU 13 - ESPACES LIBRES ET PLANTATIONS

Espaces verts : les aires de stationnement seront plantées à raison d'un arbre de haute tige pour 4 places. Dans le cadre de garages en sous-sol sous dalle, la dalle devra être traitée en espaces verts (épaisseur minimum de terre végétales : 60 cm drain compris). Les surfaces libres de tout construction et non indispensables à la circulation automobile ou piétonnière devront être traitées en espaces verts. Dans le cadre d'un aménagement complet d'îlot, 20% du terrain doit être traité en espaces libres verts.

AUTRE

COS : néant.

4.2 DONNEES SOURCES

Plusieurs données sources sont fournies dans le Dossier de Consultation notamment le plan des réseaux et une étude géotechnique datant de la construction du bâtiment A Génie Civil.

Celles-ci constituent une base de données pour l'équipe de maîtrise d'œuvre. Toutefois ceux-ci auront à leur charge la réalisation de tous les diagnostics complémentaires qu'ils jugeront nécessaire à la réalisation de leur projet (sondages de sol...).

Dans le cadre des premières études de conception, l'équipe de maîtrise d'œuvre précisera les diagnostics à réaliser, le moment de leur réalisation et la personne en charge de leur réalisation (maître d'ouvrage, etc.).

5 PRINCIPES DIRECTEURS DE L'OPERATION

5.1 INTEGRATION DU BATIMENT AU SITE

5.1.1 Intentions urbaines, paysagères et architecturales

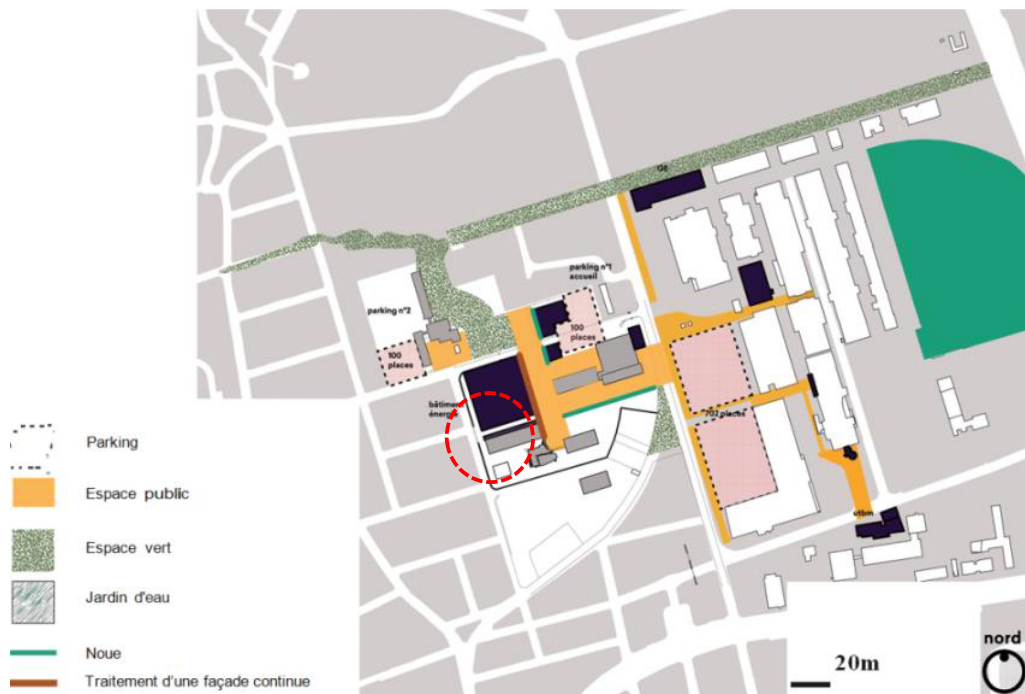
Ces intentions sont valables pour toutes les opérations envisagées dans le cadre du schéma directeur. Elles doivent donc servir de fil conducteur à la conception des différentes phases même si tous les aménagements ne seront pas réalisés à ce moment-là – espaces extérieurs paysagers notamment parvis hors phase 1.

A l'échelle du site

Dans le cadre du projet Eco-Campus, une analyse urbaine a été réalisée et a permis de faire ressortir les grandes caractéristiques du campus dans son environnement urbain, les problématiques de gestion de flux, de paysage et de structuration des espaces en mettant en évidence les atouts et les contraintes. Un schéma d'aménagement de l'Eco-Campus a été proposé afin de résoudre les problématiques identifiées, tout en redonnant toute sa place aux activités universitaires intégrées dans le tissu urbain du secteur. **Le bâtiment Energie y joue un rôle essentiel, en tant que bâtiment structurant, en tant que vitrine de l'Eco-Campus à l'échelle du site.**

Cette proposition s'appuie sur les liens entre le campus et le Techn'hom et joue des fuyantes offertes sur l'un et l'autre afin de dessiner une première couture entre les deux en réintégrant l'avenue du Maréchal Juin dans une urbanité redessinée. L'avenue dresse des perspectives en direction des bâtiments structurants : **le bâtiment énergie**, le bâtiment « shed », le learning center (côté UTBM), l'accueil du campus avec la chaufferie réhabilitée. Les grands axes piétonniers sont accompagnés de noues et desservent tels des parvis les principaux espaces de vie étudiante. Il s'agit également de mettre en valeur la technicité, vitrine du campus, par l'intermédiaire de la nouvelle chaufferie, élément symbole de ce savoir-faire. A l'intérieur du campus, de grandes esplanades glissent le long des bâtiments et permettent ainsi d'organiser et hiérarchiser les entrées-sorties des bâtiments.

La présence charismatique des chênes pédonculés est prolongée à l'intérieur du site, mis en valeur, ils assurent une continuité perçue de la forêt, à l'intérieur du campus, vers le Techn'hom. Sur l'avenue du maréchal Juin, une grande esplanade traverse l'avenue pour rejoindre le Techn'hom avec un axe doux et un évènement piéton.



Les grandes intentions sont ainsi reprises sur le schéma suivant :



Plusieurs intentions :

- ① Aménager un plateau d'échange entre l'axe principal et les cheminements doux
- ② Créer une rampe piétonne menant aux différents secteurs majeurs du site
- ③ Guider les vues vers les entrées principales
- ④ **Concevoir une nouvelle façade « vitrine » continue pour le bâtiment énergie**
- ⑤ Créer un véritable accueil avec un parking accessible depuis l'avenue
- ⑥ Aménager une piste cyclable le long de l'avenue
- ⑦ Conforter les liaisons piétonnes et cyclables vers l'UTBM
- ⑧ Prolonger les espaces verts existants pour une meilleure continuité
- ⑨ Créer un parking pour les étudiants et les salariés

A l'échelle du bâtiment Energie

Le paysage et les espaces extérieurs

Les espaces extérieurs bordant le bâtiment, limités aux stricts abords directs de celui-ci, pourront être aménagés comme des espaces d'agrément.

L'architecture

Rendre le campus désirable, tel est le projet de l'éco-campus.

- **L'enveloppe, opter pour des formes simples**

La simplicité des volumes bâtis et leurs formes contribuent à la qualité globale du campus. Cette sobriété de l'enveloppe du bâtiment favorise son insertion paysagère. **On ne recherche pas des formes compliquées.** On privilégie les jeux de façade et les effets de silhouette des bâtiments.

- **La façade principale orientée sur l'esplanade et ouverte sur le paysage**

La façade principale est la façade visible depuis l'Avenue du Maréchal Juin. La façade principale (côté esplanade centrale) et la façade arrière ne dialoguent pas de la même manière avec leur environnement. La première communique avec l'extérieur, accueille le public, offre une vitrine, anime l'esplanade. La façade technique a plus vocation à se fondre avec le paysage urbain, à dialoguer avec la rue. Les façades doivent être au plus proche des usages du bâtiment. Le Bâtiment énergie est une nouvelle vitrine, visible depuis l'Avenue du Maréchal Juin. Les façades est et nord (1) s'ouvrent sur le paysage et sont des appels pour l'extérieur. Par ces façades, l'Université met en avant son image **en matière de recherche. A noter que cette exigence s'entend à l'issue des deux phases. La façade ouest (5) ne devra pas être un arrière mais doit participer à animer un espace plus intime.**

Le bâtiment « C » jouxte le bâtiment énergie, il est dans la nouvelle perspective et participe au projet global. Son pignon sert d'axe **d'alignement (2)**. Pour les effets de silhouette, l'architecture du bâtiment Energie devra composer avec les hauteurs, les volumes et les toitures. Le bâtiment devra reprendre **le gabarit (la hauteur) de son voisin**. Le Bâtiment Energie a ainsi été imaginé en R+1 mais avec une hauteur équivalente R+2 (hauteur sous plafond importante en RDC).

Il devra également reprendre **l'alignement des façades voisines** et poursuivre **le traitement de l'esplanade (4) au droit de la façade vitrine**. Ces éléments sont très importants pour unifier les bâtiments.

Le projet de façade du bâtiment énergie devra dans la mesure du possible intégrer et traiter le pignon du bâtiment « C », pignon dont le traitement dépendra d'une maîtrise d'ouvrage différente. **Ainsi, les architectes devront proposer des scénarios avec des intentions déclinables sur le bâtiment « C »**, telles des prescriptions que la maîtrise d'ouvrage voisine devra mettre en œuvre sur son bâtiment pour unifier les objets et traiter cette nouvelle grande façade.

Pour les matériaux en façade, on privilégie le béton et/ou le métal et/ou le verre et/ou la brique.

Les couleurs utilisées seront idéalement issues de la palette ci-dessous (couleurs y compris leurs nuances). En cas de couleurs vives, il est imaginé que celles-ci évoquent la symbolique de l'énergie (exemple centre Pompidou Paris).



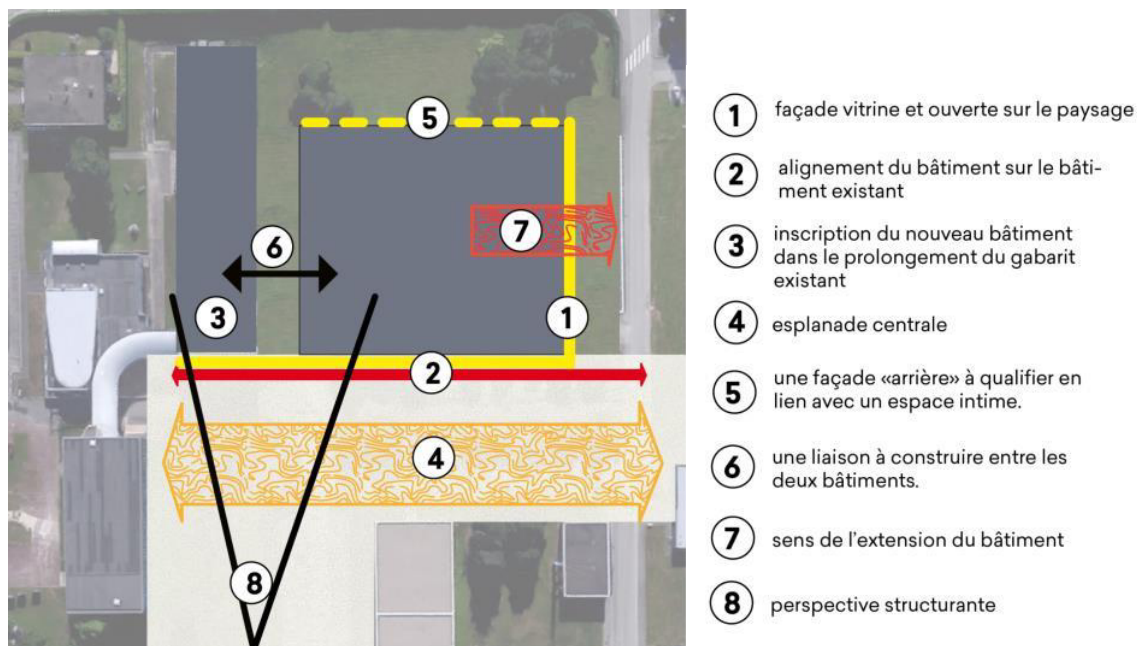
- **La toiture, cinquième façade du bâtiment**

Il conviendra de la traiter en tant que telle. Ainsi les machineries ou toute autre élément devront être traités au moment du dépôt de PC.

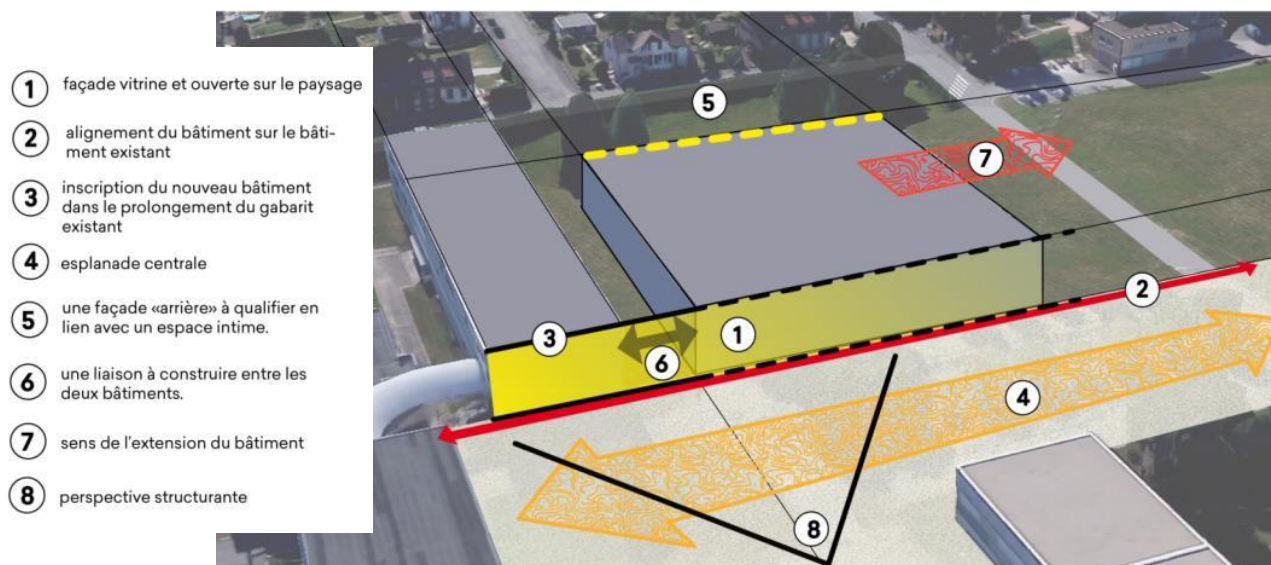
Le phasage

Pour construire le nouveau bâtiment énergie, le parking central existant sera amputé d'une moitié de sa capacité. La démolition du bâtiment existant et la construction du nouveau bâtiment demandent une emprise chantier qui interdira le stationnement côté bâtiment énergie. L'aménagement au droit du bâtiment énergie, en phase 1, sera traité par une bande d'enrobé de 2 mètres. Cette interface entre le bâtiment et le stationnement sera provisoire, dans l'attente de la réalisation de la grande esplanade.

Synthèse



Plan masse du Bâtiment énergie à l'issue des différentes phases



Axonométrie urbaine

L'inscription des accès dans ce schéma est précisée dans le chapitre 7.1.2.

5.1.2 Focus sur le lien avec le bâtiment C

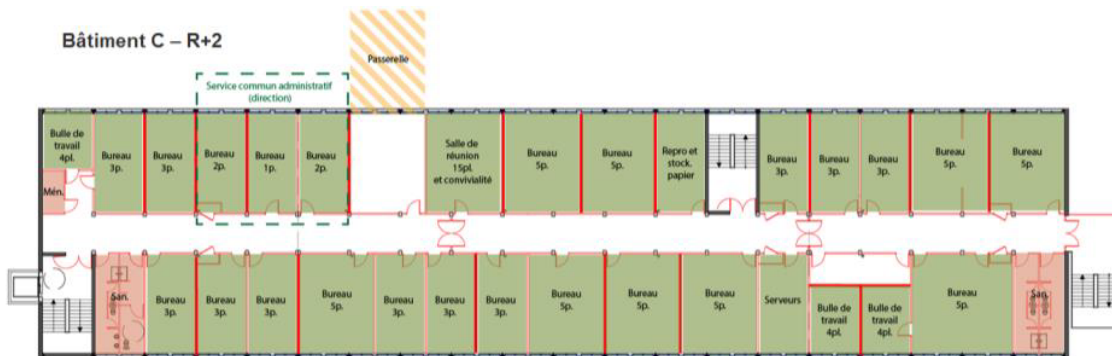
En termes d'architecture, le bâtiment Energie devra être un élément fort de la composition de l'Eco-Campus. Les intentions urbaines pressenties mettent le futur bâtiment Energie comme un élément structurant de l'Eco-campus, avec une architecture emblématique du campus, tout en s'intégrant parfaitement dans le paysage du Tech'hom, qui possède une identité affirmée.

De plus, le bâtiment Energie est prévu pour fonctionner en lien avec le bâtiment C existant. Le bâtiment C doit faire l'objet d'un projet de réhabilitation et doit accueillir à terme les directions des départements GEII et GTE de l'IUT au RDC (= vie des départements sur le plan ci-dessous), ainsi que des salles d'enseignement banalisées, informatiques et des laboratoires de langues mutualisées à l'échelle du site, et réparties entre le RDC et le R+1.

Au R+2 sont prévus l'ensemble des locaux tertiaires dédiés à la recherche. Une connexion doit être créée entre ce niveau et le futur bâtiment Energie afin de permettre aux personnels de recherche (enseignants-chercheurs et BIATSS) de pouvoir transiter le plus simplement possible entre leurs bureaux et les plateaux techniques du nouveau bâtiment, qui eux seront majoritairement localisés au RDC.

Le projet architectural du bâtiment Energie et du bâtiment C intègre cet espace de liaison entre les deux bâtiments. Cette liaison retenue se décrit sous la forme suivante :

- Création d'une passerelle entre les espaces de recherche du bâtiment Energie et le R+2 du bâtiment C qui accueillera les locaux tertiaires des équipes de recherche – l'arrivée de la passerelle étant envisagée en position centrale par rapport à la longueur du bâtiment. Une circulation verticale devra être associée à cette passerelle le cas échéant afin de gérer la différence de niveau éventuelle entre les différents espaces de recherche.
- ✱ ~~Création d'une véritable liaison entre les deux bâtiments, accolant l'espace d'accueil du bâtiment Energie au bâtiment C. Cette liaison pourrait prendre la forme et la fonction d'un accueil commun entre les deux bâtiments, point d'entrée des différents usagers (étudiants, personnels, chercheurs, visiteurs). L'espace de showroom serait en lien direct avec cet espace d'accueil. Cet espace accueil / showroom, prévu dans le programme du bâtiment Energie, constituerait la vitrine de cette plateforme innovante regroupant recherche, formation et valorisation. Cette configuration intégrera la gestion des différences de niveaux et permettra de s'affranchir de la création d'une passerelle entre les deux bâtiments au R+2. Cet espace central assurera le lien à ce niveau entre les bureaux des chercheurs et le nouveau bâtiment, sans passage par les espaces d'enseignement, permettant d'assurer la sécurisation des espaces de recherche. Cette seconde option est à privilégier d'un point de vue fonctionnel.~~



Extrait de la faisabilité étudiée concernant le réaménagement du bâtiment C

5.2 EXIGENCES DE CONCEPTION DU BATIMENT

Il s'agit dans cette partie et dans la suite de définir les principales exigences de conception qui doivent guider le maître d'œuvre pour l'élaboration de son projet. Ces exigences sont reprises et détaillées dans la suite du présent programme, dans les volets fonctionnel et technique.

5.2.1 Un équipement performant d'un point de vue énergétique et environnemental

Concernant l'exemplarité souhaitée pour le bâtiment Energie, il a été défini dans le programme technique initial que cette dernière ne devra pas nécessairement passer par la mise en œuvre de systèmes spécifiques, déjà présents à profusion dans le bâtiment, mais devra reposer sur 2 bases :

- * Le niveau de performance thermique et d'empreinte carbone. Conformément à l'arrêté du 10 avril 2017 relatif à l'exemplarité des bâtiments publics, applicable à compter du 1^{er} septembre 2017, le bâtiment devra atteindre a minima :
- Le niveau Energie 3 du label E+C- (équivalent BEPOS) a minima ; l'obtention du niveau E4 devra néanmoins être étudiée, ainsi que ses conséquences techniques et économiques (sous l'angle investissement et charges de fonctionnement) ;
- Le niveau Carbone 1 du label E+C- ;
- Le niveau 1 du label « bâtiments biosourcés » (minimum de 18 kg/m² de surface de plancher) ;

Le niveau de performance défini précédemment répond en tout point au nouveau référentiel de la RE2020 applicable dès le 1er juillet 2022.

[AF1][AF2]

- * La qualité générale du bâti et la connaissance exhaustive de ce dernier, par l'atteinte d'un niveau « Excellent » selon les critères du référentiel de certification « NF HQE Bâtiments Tertiaires », pour l'activité « Enseignement », dernier millésime (version du 01/09/2017). Le projet devra en outre satisfaire un niveau minimum pour chacune des 14 cibles HQE, selon le profil présenté ci-dessous :

CIBLE	PERFORMANCE MINIMUM
Relation du bâtiment avec son environnement immédiat	TP
Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction	P
Chantier à faible impact environnemental	TP
Gestion de l'énergie	TP
Gestion de l'eau	P
Gestion des déchets d'activité	P
Maintenance – Pérennité des performances environnementales	TP
Confort hygrothermique	P
Confort acoustique	B
Confort visuel	P
Confort olfactif	P
Qualité sanitaire des espaces	P
Qualité sanitaire de l'air	P
Qualité sanitaire de l'eau	B

(B = Base, P = Performant, TP = Très Performant)

L'opération candidatera à l'obtention ~~d'une labellisation « Energie Carbone »~~ et d'une certification HQE[AF3].

L'atteinte du niveau de performance minimum exigé pour chacune des cibles devra être prouvée par l'équipe de conception à chaque phase de rendu de projet (une justification devra être produite pour chaque préoccupation HQE, et renvoyer le cas échéant vers le ou les document(s) technique(s) intégrant la preuve).

Pour les cas où l'atteinte des niveaux de performance nécessite la fourniture d'une étude spécifique complémentaire (simulation thermique dynamique, étude de lumière, etc.), cette étude sera réputée incluse dans la mission du concepteur. Les hypothèses employées dans ces études devront correspondre à un fonctionnement réaliste, et devront faire l'objet d'une validation préalable du maître d'ouvrage sur proposition du concepteur. Le maître d'ouvrage se réserve le droit de refuser des hypothèses qu'il jugerait non réalistes (exemple : la fermeture de protections solaires opaques toute la journée sur une zone à occupation prolongée pour garantir le confort thermique d'été). Les fichiers sources des différentes études réalisées devront être diffusés au maître d'ouvrage en même temps que les rapports, ainsi que des extractions logicielles complètes sous format Word, Excel ou PDF.

L'équipe de conception certifie avoir connaissance des exigences développées dans les référentiels pré-cités, et les intégrer dans le projet. Le concepteur devra :

- La fourniture de l'ensemble des éléments permettant d'alimenter les documents « management » (document permettant le suivi de la QEB, etc.). La création de ces documents « management » et leur suivi seront réalisés en dehors du cadre de la présente mission.
- La fourniture de l'ensemble des documents « projets » tels que définis dans le référentiel du Système de Management de l'Opération édité par CERTIVEA (dont carnet de vie, carnet d'entretien, etc.).

L'équipe de conception participera aux réunions d'analyse spécifique sur ces thématiques, et aux audits de certification / labellisation (le cas échéant). Si les prestations de maîtrise d'œuvre induites par ces exigences ne sont pas clairement identifiées par la loi MOP et ses décrets, par dérogation, elles sont réputées incluses dans la mission de base.

5.2.2 Un équipement innovant, démonstrateur et support des activités d'enseignement et de recherche sur l'énergie

Le futur bâtiment Energie représente un enjeu particulier dans l'Eco-Campus qui se veut exemplaire et démonstrateur sur le volet de l'énergie. A ce titre, plusieurs exigences seront intégrées à sa conception tels que :

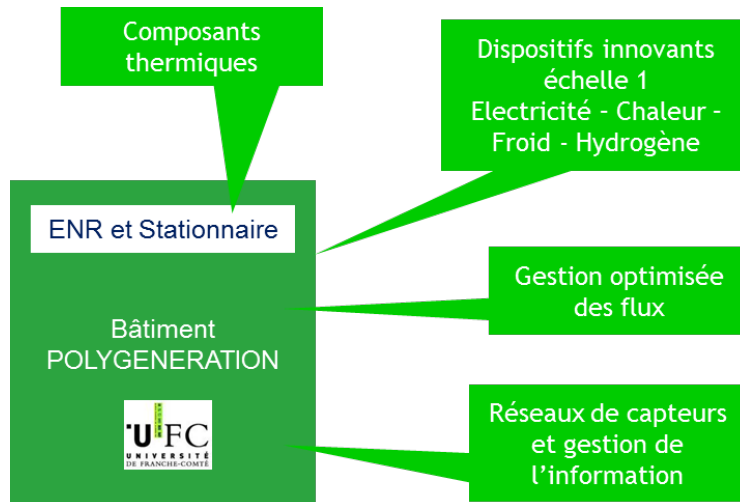
- Les CTA, les installations de chauffage (notamment la sous-station) et de froid devront être visitables par les groupes, sans manipulation possible.
- Un accès en lecture aux paramètres et tableaux de bords de la GTC devra être prévu sur plusieurs postes accessibles aux équipes pédagogiques au sein du bâtiment Energie et idéalement au sein des autres bâtiments de l'IUT, en plus de l'accès principal.
- Le bâtiment comprendra des salles de démonstration dont les systèmes thermiques (ventilation, froid, chaud) fonctionneront de manière indépendante du reste du bâtiment. Ces salles seront équipées en capteurs.

A noter qu'il devra y avoir une déconnexion entre le matériel utilisé pour les TP et les équipements du futur bâtiment qui ne serviront qu'à la présentation visuelle.

Il sera toutefois étudié les possibilités de valorisation des flux d'énergie liés au fonctionnement du matériel de TP, qui ne sont pas actuellement mis à profit. A cette fin des plannings type d'utilisation de chaque matériel seront construits par l'IUT, et alimenteront une STD/SED (simulation thermique/énergétique dynamique) qui réalisée en phase conception.

Sont présentés ci-après les réflexions en cours des équipes de recherche de FEMTO-ST, en lien également avec l'enseignement, sur les équipements qu'ils souhaitent développer dans le cadre du projet. **Sauf à ce que certains de ces équipements soient prévus comme équipements techniques du bâtiment, il s'agit sinon d'équipements de TP uniquement.** *Extraits de la présentation du volet Recherche (rédacteurs : David Bouquain, Raphaël Couturier, François Lanzetta, Marie-Cécile Péra)*

Bâtiment POLYGENERATION = Bâtiment Energie = bâtiment objet de la présente opération

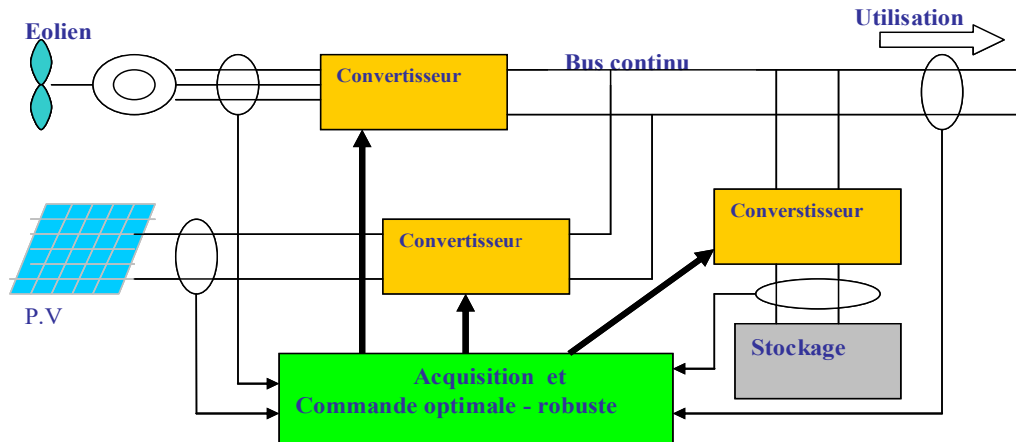


Activités

- Contribution à la fourniture énergétique pour le bâtiment
- Co-génération et co-gestion du mix énergétique (électricité-chaleur- froid-hydrogène)
- Démonstrateurs et prototypes sur site
- Retour d'expérience en conditions réelles
- Mutualisation recherche – formation
- Vitrine technologique et valorisation

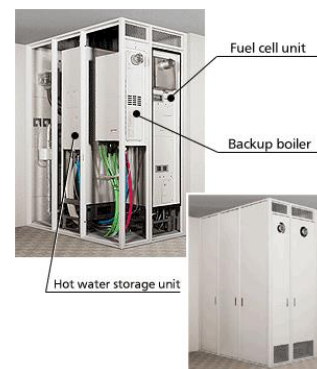
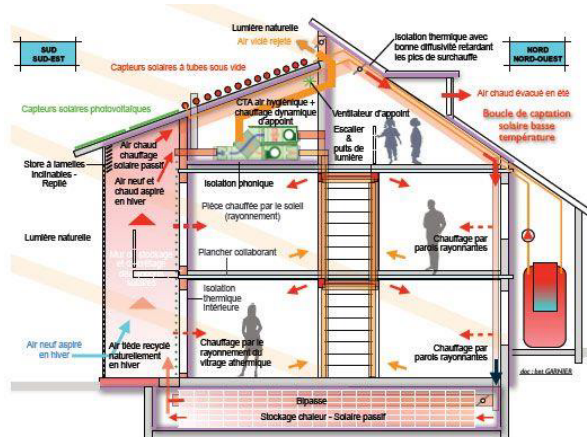
Production d'énergie par EnR

- Panneaux photovoltaïques + batteries d'accumulateurs + convertisseur statique (CVS)
- Eolienne + batteries d'accumulateurs + CVS
- Mesure et sauvegarde de la puissance fournie par chacune des sources
- Centrale météo (anémomètre + éclaircissement + température + humidité) + système de sauvegarde



Production d'énergie efficace et hybridation de sources : équipement intégré au bâti

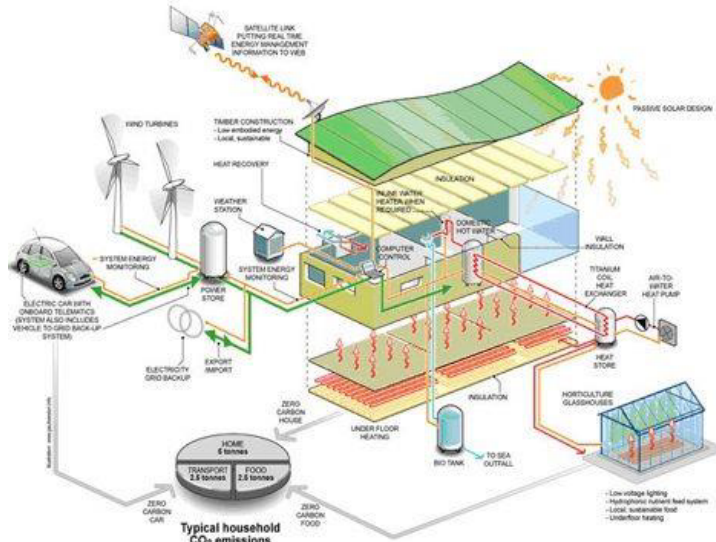
- Solaire passif/actif et plancher solaire direct mixte
- Système micro-cogénération pile à combustible PEMFC (alimentation par gaz naturel)
- **Piles à combustible (alimentation par gaz Hydrogène)**
- Polygénération : couplage cogénérateurs (chaleur/électricité) / production de froid
- Pompes à chaleur (procédés magnétocalorique et Stirling)
- Récupération de chaleur des eaux grises
- Stockage thermique basse température
- Conception bioclimatique du bâtiment à énergie positive (Building Information Modeling)
- Enveloppes et parois intelligentes (production de chaleur et d'électricité, matériaux à changement de phase, parois à performances contrôlées)



Production d'énergie efficace : équipement scientifique

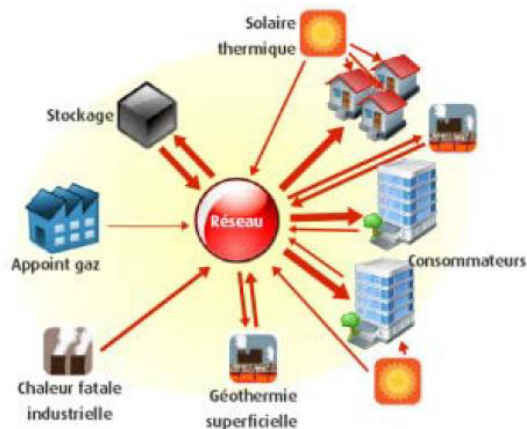
- Captation d'énergie cinétique de l'eau de pluie et production d'électricité
- Production d'électricité thermoélectrique sur conduits de fumées de chaudière à biomasse
- Couplage chaleur/froid au bâtiment

→ Couplage de systèmes de production d'énergie au bâti



Optimisation de la consommation d'énergie du bâtiment via des capteurs sans fils

- Surveillance la production d'énergie du bâtiment (composant par composant)
- Piloter la charge à distance
 - En fonction des conditions environnementales des salles
 - Capteurs dans les salles : température, humidité, nombre de personnes
- Objectifs
 - Minimiser la consommation énergétique des bâtiments
 - Collecter et stocker d'une manière intelligente une grande masse de données
 - Analyser les données stockées pour obtenir des modèles prédictifs
 - Optimiser la consommation d'énergie des capteurs alimentés par des batteries
 - Gestion des sources d'énergie en temps réel
 - Métrologie des flux énergétiques (systèmes, volumes, parois)
 - Gestion Technique du Bâtiment et supervision patrimoniale



Synthèse

Ainsi, **l'instrumentation et les équipements techniques du bâtiment devront pouvoir, dans la mesure du possible en termes de possibilités techniques et d'impact sur le coût du projet, servir de support à la recherche, ainsi qu'à l'enseignement – présentation visuelle essentiellement :** capteurs (température, CO₂, etc.) implantés judicieusement dans certains espaces, accès aux données de la GTB pour exploitation en travaux pratiques et en recherche, station météo, GTC spécifique sur CTA de l'espace thermique appliquée, etc.

Et inversement, les équipements scientifiques et pédagogiques, comme les sources de chaleur (chaudières, etc.) pourront permettre, si cela est possible, d'alimenter le réseau de chauffage du bâtiment, mais également global du site, tout en offrant un retour d'expérience en exploitation à des fins de recherche et de pédagogie.

Le détail des équipements à prévoir dans le coût opération est précisé dans les fiches espaces.

5.2.3 Un équipement évolutif et flexible

Le programme a été élaboré à partir d'une organisation déterminée en fonction des besoins et évolutions connus. **L'université est toutefois un milieu en constante évolution.**

Il apparaît dès lors essentiel de proposer une conception des locaux largement modulaire permettant d'accompagner ces évolutions en ménageant au mieux des possibilités de réaffectation des locaux, de recloisonnement, de réaménagement intérieur.

Le maître d'œuvre doit placer sa réflexion dans une stratégie immobilière qui garantisse à la fois la flexibilité et l'adaptabilité des locaux et des installations, même si au départ les pratiques actuelles doivent pouvoir être assurées dans des conditions parfaites, telles que définies dans le présent programme.

Dès la conception, des solutions techniques offrant une faculté d'adaptations ultérieures des locaux aux changements prévisibles ou imprévisibles des usages, des pratiques d'enseignement, des effectifs ou des évolutions technologiques seront proposées par les candidats.

Pour répondre aux performances de flexibilité et d'adaptabilité, le projet devra ainsi intégrer les réflexions suivantes :

- Prévoir une souplesse d'adaptation de la trame constructive et de la trame de façade,
- Optimiser impérativement le nombre et la localisation des structures porteuses au sein des plateaux, ainsi que le nombre de murs de refends pour faciliter l'évolution du bâti,
- Concevoir le cloisonnement pour minimiser l'interaction sur les réseaux en cas de réagencement ultérieur,
- Organiser et distribuer les réseaux et implanter les équipements terminaux pour satisfaire les exigences d'adaptabilité et de facilité d'usage.

5.2.4 Un équipement sécurisé

Deux pôles nécessitent une attention particulière en termes de sécurité :

- La plateforme d'enseignement en raison de la dangerosité des installations sur l'hydrogène
- Les locaux de recherche en raison de la confidentialité des manipulations et des installations sur l'hydrogène.

6 PROGRAMME QUANTITATIF DES LOCAUX

6.1 DONNEES DE CADRAGE

Méthodologie de la définition des besoins pour le projet de nouveau bâtiment Energie

La démarche entreprise pour la définition des besoins a fortement mobilisé les équipes enseignantes et de recherche qui se sont réunies dans des groupes de travail thématiques. La démarche générale a été la suivante :

- Thématisation des plateaux et sous-plateaux pédagogiques et de recherche
- Analyse des occupations par formation (volumes horaires correspondant aux heures d'enseignements sous forme de TP – Travaux Pratiques - prévues par les programmes des formations en tenant compte du nombre de groupes de TP).
- Dimensionnement sur la base des équipements / TP accueillis sur chaque plateau et des besoins annexes (espace de travail pour les étudiants, les enseignants, les chercheurs stockage, etc.)

Effectifs étudiants

Les formations et les effectifs étudiants correspondant qui seront amenés à utiliser les plateaux techniques pédagogiques du bâtiment Energie sont les suivants :

Formations	Effectifs (2016)
DUT Génie Thermique et Energie (GTEMT2E) de l'IUT BM (UFC)	97
DUT Génie Electrique et Informatique Industrielle (GEII) de l'IUT BM (UFC)	124
DUT Génie Civil – Construction Durable de l'IUT BM (UFC)	134
Licences professionnelles VEGA, EnR et CTPEB	67
Département Sciences et Energie de l'UFR STGI (UFC)	240
Département Energie de l'UTBM	408

Ces effectifs sont donnés à titre indicatif et sont susceptibles d'évoluer.

Les plateaux techniques pédagogiques permettront d'accueillir un ou plusieurs groupes TP, constitués selon les formations de :

- UTBM : 14 étudiants max
- IUT : 16 étudiants max
- UFR STGI : 20 étudiants max.

Effectifs recherche

Les effectifs en recherche concernés par le projet représentent environ 80 personnes (chiffre de 2022), dont :

- Enseignants-chercheurs permanents THERMIE : 31, AND : 15
- 15 BIATSS / ITA
- non permanents THERMIE : 40 à 45, (doctorants et post-doc), AND : 19
- 10 stagiaires

Pour information, dans le bâtiment hébergeant la plateforme Hydrogène Energie, l'équipe SHARPAC et FCLAB accueille environ 120 personnes.

6.2 PROGRAMME DES SURFACES

Les besoins théoriques identifiés pour le bâtiment Energie sont au stade de la programmation:

- Pour l'ensemble des deux phases, **5 515 m² SU** soit environ 7 940 m² SP,
- Pour la phase 1, **3 932 m² SU** soit environ 5 660 m² SP.

Les surfaces sont exprimées en :

- En Surfaces Utiles (SU), consacrées aux activités, à l'exclusion de surfaces telles que :
 - Les circulations générales, couloirs, allées de liaison entre deux locaux distincts, dégagements, paliers, emprises d'ascenseurs et monte-charge,
 - Les sanitaires,
 - Les locaux techniques en étages courants, gaines ou trémies techniques,
 - L'emprise des murs, poteaux et cloisons, l'emprise au sol des éléments de sécurité et de traitement de l'air,
 - Les locaux techniques des installations générales (locaux de VMC, poste de transformation, armoires électriques...),
 - Les surfaces de stationnement, de balcons loggias...
- En Surfaces Plancher (SP), ensemble des surfaces à l'exclusion de surfaces telles que :
 - Les circulations verticales ;
 - Les locaux techniques en combles, sous combles ou terrasses ;
 - L'emprise des murs extérieurs et intérieurs porteurs
 - Les surfaces de stationnement, de balcons loggias...
- En Surfaces Hors Œuvre Nette (SHON) : pour rappel, aujourd'hui cette surface n'est plus utilisée ; le dépôt de permis s'effectue aujourd'hui en surface de plancher.

L'étude de programmation s'attache à définir les locaux appartenant à la Surface Utile.

Les surfaces en sanitaires font l'objet d'une réglementation stricte. Les sanitaires devront être prévus par le concepteur en nombre suffisant suivant la capacité d'accueil des constructions.

Le calcul des autres surfaces s'appuie sur l'utilisation de ratios couramment constatés pour des bâtiments équivalents. Pour cette étude, afin d'étudier la faisabilité du projet et d'estimer son coût, les ratios suivants ont été utilisés :

- Ratio moyen de 1,40 pour le rapport SDO / SU
- Ratio moyen de 1,44 pour le rapport SP / SU
- Ratio de 1,10 pour le rapport SHON / SP

Le tableau suivant présente les besoins en surface pour l'ensemble du projet (phases 1 et 2) puis les besoins en surface de la phase 1 uniquement.

Les surfaces à prévoir en phase 2 apparaissent en vert.

Afin de respecter les impératifs de conception et pour permettre notamment l'adaptation à une trame régulière, une certaine tolérance est admise dans le respect des surfaces utiles. Toutefois, en aucun cas les surfaces utiles unitaires proposées par le projet ne pourront présenter d'écart trop important par rapport aux surfaces du programme : **La tolérance généralement admise est ainsi de + ou - 5 %**. Les exigences fonctionnelles du programme doivent en revanche être strictement respectées.

La performance immobilière de l'Université est un objectif primordial pour le Maître d'ouvrage impliquant une optimisation et une gestion rigoureuse des surfaces et locaux utilisés à termes. Cet objectif se traduit pour le projet dans les termes suivants : La construction neuve devra faire apparaître **des rendements SHON/SU compris entre 1,45 et 1,50**.

Dans le cadre de l'avant-projet sommaire modificatif, le groupement devra remplir le tableau de surface fourni dans le DCE avec les surfaces utiles prévues dans son projet pour la phase 1. Il devra également indiquer la SP et la SHON de son projet.

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Surfaces utiles PROGRAMME PHASE 1			
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total
Accueil / Valorisation		250 m²				130 m²			
Accueil / Showroom		130 m²				130 m²			
Hall d'accueil	ACC-1	50 m²	1	50 m²		50 m²	1	50 m²	
Espace d'attente			1	pm			1	pm	
Showroom	ACC-2	40 m²	1	40 m²		40 m²	1	40 m²	
Salle de réunion 20 pers.	ACC-3	40 m²	1	40 m²		40 m²	1	40 m²	
Sanitaires	SAN		2	pm			2	pm	
Valorisation		120 m²				0 m²			
Espace start-up		40 m²	3	120 m²				0 m²	
Enseignement		3 398 m²				2 605 m²			
Energie Thermique		854 m²				854 m²			
Sciences de la thermique		490 m²				490 m²			
Thermodynamique 1	ENS-1	90 m²	1	90 m²		90 m²	1	90 m²	
Thermodynamique 2	ENS-2	90 m²	1	90 m²		90 m²	1	90 m²	
Systèmes thermofluidiques	ENS-3	50 m²	1	50 m²		50 m²	1	50 m²	
Transferts thermiques 1	ENS-4	75 m²	1	75 m²		75 m²	1	75 m²	
Transferts thermiques 2	ENS-5	125 m²	1	125 m²		125 m²	1	125 m²	
Mécanique des fluides	ENS-6	60 m²	1	60 m²		60 m²	1	60 m²	
Thermique appliquée		260 m²				260 m²			
Thermique appliquée	ENS-7	145 m²	1	145 m²		145 m²	1	145 m²	
Mécanique des fluides	ENS-8	115 m²	1	115 m²		115 m²	1	115 m²	
Espaces communs		104 m²				104 m²			
Espace enseignants	ENS-9	24 m²	1	24 m²		24 m²	1	24 m²	
Espace étudiants	ENS-10	60 m²	1	60 m²		60 m²	1	60 m²	
Stockage	ENS-11	20 m²	1	20 m²		10 m²	2	20 m²	
Construction durable		283 m²				0 m²			
Acoustique		PM				PM			
Construction - Pratique du Dimensionnement en Mécanique (PDM)		55 m²				0 m²			
Plateforme TP		55 m²	1	55 m²					
Mécanique des milieux continus et mécanique newtonnienne		140 m²				0 m²			
Plateforme TP		140 m²	1	140 m²					
Mécanique des poutres		PM				PM			
Topographie		PM				PM			
Matériaux		PM				PM			
Mise en œuvre		PM				PM			
Electricité du bâtiment		PM				PM			
Espaces communs		88 m²				0 m²			
Espace enseignants		18 m²	1	18 m²					
Espace étudiants		50 m²	1	50 m²					
Stockage		20 m²	1	20 m²					
Energie électrique		1 134 m²				1 134 m²			
Automatisme		110 m²				110 m²			
Salle de TP	ENS-12	110 m²	1	110 m²		110 m²	1	110 m²	
Automatique		90 m²				90 m²			
Salle de TP	ENS-13	90 m²	1	90 m²		90 m²	1	90 m²	
Conversion d'énergie		210 m²				210 m²			
Salle de TP	ENS-14	190 m²	1	190 m²		190 m²	1	190 m²	
Dépôt	ENS-15	20 m²	1	20 m²		20 m²	1	20 m²	
Informatique industrielle et instrumentation - acquisition		240 m²				240 m²			
Salle de TP 20p.	ENS-16	60 m²	2	120 m²		60 m²	2	120 m²	
Salle de TP 40p.	ENS-17	120 m²	1	120 m²		120 m²	1	120 m²	
Electricité générale		80 m²				80 m²			
Salle de TP	ENS-18	80 m²	1	80 m²		80 m²	1	80 m²	
Electronique		170 m²				170 m²			
Salle de TP	ENS-19	80 m²	2	160 m²		80 m²	2	160 m²	
Dépôt	ENS-20	10 m²	1	10 m²		10 m²	1	10 m²	
VEGA		160 m²				160 m²			
Salle projet	ENS-21	80 m²	2	160 m²		80 m²	2	160 m²	
Espaces communs		74 m²				74 m²			
Espace enseignants	ENS-22	24 m²	1	24 m²		24 m²	1	24 m²	
Espace étudiants	ENS-23	50 m²	1	50 m²		50 m²	1	50 m²	

[GR4][AF5]

Energies renouvelables		842 m²			
Energétique bâtiment : échelle 1		180 m²			
Plateforme TP	ENS-24	140 m ²	1	140 m ²	
Equipement du bâtiment				PM	
Salle supervision GTB	ENS-25	40 m ²	1	40 m ²	
Espace H2		290 m²			
Plateforme TP	ENS-26	190 m ²	1	190 m ²	
Espace de formation continue		100 m ²	1	100 m ²	
Espaces communs		52 m²			
Espace enseignants	ENS-27	12 m ²	1	12 m ²	
Espace étudiants	ENS-28	30 m ²	1	30 m ²	
Stockage	ENS-29	10 m ²	1	10 m ²	
Solaire thermique et photovoltaïque - Stockage thermique		105 m²			
Plateforme TP		105 m ²	1	105 m ²	
Stockage chimique électrochimique		65 m²			
Plateforme TP		65 m ²	1	65 m ²	
Eolien et hydroélectricité		150 m²			
Plateforme TP		150 m ²	1	150 m ²	
Biomasse - Géothermie		PM			
Espaces communs		285 m²			
Atelier petit bricolage	ENS-30	40 m ²	1	40 m ²	
Magasin métrologie	ENS-31	25 m ²	1	25 m ²	
Bureau techniciens 2 p.	ENS-32	30 m ²	1	30 m ²	
Stockage	ENS-33	10 m ²	1	10 m ²	
Salle projet	ENS-34	30 m ²	6	180 m ²	
Sanitaires	SAN			pm	
Recherche		1 577 m²			
Plateau technique - Equipe SHARPAC		PM			
Plateau technique - Equipe SHARPAC & THERMIE		1 067 m²			
Écoulements complexes		58 m²			
Salle compresseur	REC-1	7 m ²	1	7 m ²	
Écoulements compressibles	REC-2	22 m ²	1	22 m ²	
Bancs régénérateurs	REC-3	28 m ²	1	28 m ²	
Machines thermiques		73 m²			
Magnétocalorie	REC-6	45 m ²	1	45 m ²	
Machines basse température	REC-10	28 m ²	1	28 m ²	
Thermique du bâtiment		106 m²			
Zones ambiances contrôlées	REC-12	61 m ²	1	61 m ²	
Caractérisation matériaux	REC-13	45 m ²	1	45 m ²	
Métrologie et Instrumentation en Fluidique et Thermique (MIFT)		366 m²			
Hall mise au point des diagnostics optiques et Zone de préparation, de conditionnement et de prototypage				200 m ²	
<i>Visualisation, Vélocimétrie, Thermoacoustique et Préparations Systèmes</i>	REC-14	122 m ²	1	122 m ²	
<i>Diffusion MIE et RAYLEIGH</i>	REC-16	78 m ²	1	78 m ²	
Hall moyens de caractérisation thermo-fluidique				64 m ²	
<i>Souffleries</i>	REC-20	64 m ²	1	64 m ²	
Hall capteurs et sondes thermoélectriques				102 m ²	
<i>Fabrication et mise au point et Salle de chimie</i>	REC-24	45 m ²	1	45 m ²	
<i>Caractérisation et calibration</i>	REC-25	57 m ²	1	57 m ²	
Espace de manipulations et de recherche Hydrogène		359 m²			
Zones atmosphère contrôlées SHARPAC				225 m ²	
<i>Espaces de manipulation de recherche</i>	H2-1 à 5	45 m ²	5	225 m ²	
Zones atmosphère contrôlées pré-équipées Femto		-3 m ²		135 m ²	
<i>Trigénération</i>	H2-6		1	0 m ²	
<i>Moteurs à apport de chaleur externe</i>	H2-7	45 m ²	1	45 m ²	
<i>Planck - Analyses de gaz</i>	H2-8	45 m ²	1	45 m ²	
<i>Caractérisation des contacts électriques glissants</i>	H2-9	45 m ²	1	45 m ²	

[AF6]

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL			
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total
Plateau technique - Espaces communs		104 m²			
Bureaux ITA-Biatss	REC-27	32 m²	1	32 m²	
Salle Graduate Schoole et CMI	REC-28	43 m²	1	43 m²	
Salle de projet recherche	REC-29	28 m²	1	28 m²	
Vestiaire et douches	VEST		1	pm	
Sanitaires	SAN		1	pm	
Ateliers		510 m²			
Espaces tertiaires		72 m²			
Bureau techniciens 3p.		24 m²	3	72 m²	
Espaces techniques		438 m²			
Atelier équipement lourd		255 m²	1	255 m²	
Atelier montage mécanique /électrotechnique		83 m²	1	83 m²	
Magasin mécanique		80 m²	1	80 m²	
Réalisation de circuits imprimés		20 m²	1	20 m²	
Locaux tertiaires		PM			
Logistique		215 m²			
Stockage		150 m²			
Réserve matières		150 m²	1	150 m²	
Stockage gaz	LOG-1	15 m²	1	pm	
Informatique		15 m²			
Salle serveurs	LOG-2	15 m²	1	15 m²	
Entretien		50 m²			
Local ménage	LOG-3	5 m²	6	30 m²	
Local déchets	LOG-4	20 m²	1	20 m²	
Circulation	CT			pm	
Locaux techniques	LT			pm	
TOTAL SU		5 440 m²			
SDO = SU*1,40		1,4			
Surface dans oeuvre (SDO) estimée		7 615 m²			
SP = SU*1,44		1,44			
Surface de plancher (SP) estimée		7 833 m²			
SHON = SP*1,1		1,1			
Surface hors oeuvre nette (SHON) estimée		8 616 m²			

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL			
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total
Plateau technique - Espaces communs		104 m²			
Bureaux ITA-Biatss	REC-27	32 m²	1	32 m²	
Salle Graduate Schoole et CMI	REC-28	43 m²	1	43 m²	
Salle de projet recherche	REC-29	28 m²	1	28 m²	
Vestiaire et douches	VEST		1	pm	
Sanitaires	SAN		1	pm	
Ateliers		510 m²			
Espaces tertiaires		72 m²			
Bureau techniciens 3p.		24 m²	3	72 m²	
Espaces techniques		438 m²			
Atelier équipement lourd		255 m²	1	255 m²	
Atelier montage mécanique /électrotechnique		83 m²	1	83 m²	
Magasin mécanique		80 m²	1	80 m²	
Réalisation de circuits imprimés		20 m²	1	20 m²	
Locaux tertiaires		PM			
Logistique		215 m²			
Stockage		150 m²			
Réserve matières		150 m²	1	150 m²	
Stockage gaz	LOG-1	15 m²	1	pm	
Informatique		15 m²			
Salle serveurs	LOG-2	15 m²	1	15 m²	
Entretien		50 m²			
Local ménage	LOG-3	5 m²	6	30 m²	
Local déchets	LOG-4	20 m²	1	20 m²	
Circulation	CT			pm	
Locaux techniques	LT			pm	
TOTAL SU		5 543 m²			
SDO = SU*1,40		1,4			
Surface dans oeuvre (SDO) estimée		7 760 m²			
SP = SU*1,44		1,44			
Surface de plancher (SP) estimée		7 982 m²			
SHON = SP*1,1		1,1			
Surface hors œuvre nette (SHON) estimée		8 780 m²			

Certaines surfaces des plateaux « Construction durable » et « Energies renouvelables » sont indiquées PM car localisées dans d'autres bâtiments.

Les surfaces des sanitaires, des circulations et des locaux techniques sont également indiqués PM car elles ne rentrent pas dans la SU. Elles sont en revanche comptabilisées dans le ratio permettant de passer de la SU à la SP.

Les lignes surlignées en orange dans le tableau ci-avant correspondent aux modifications liées à l'évolution du programme de travaux du plateau « Recherche ».

La redistribution de l'espaces « Recherche » a été revue en prenant en compte l'intégration des besoins liés aux « Zones de manipulations et de recherche Hydrogène » **en conservant la surface totale initiale du projet.**

7 PROGRAMME FONCTIONNEL DES LOCAUX

7.1 FONCTIONNEMENT GENERAL

7.1.1 Schéma fonctionnel

Le schéma présenté ci-après montre l'organisation souhaitée de l'équipement **au terme des deux phases** ~~au regard des besoins exprimés~~.

Principe de lecture

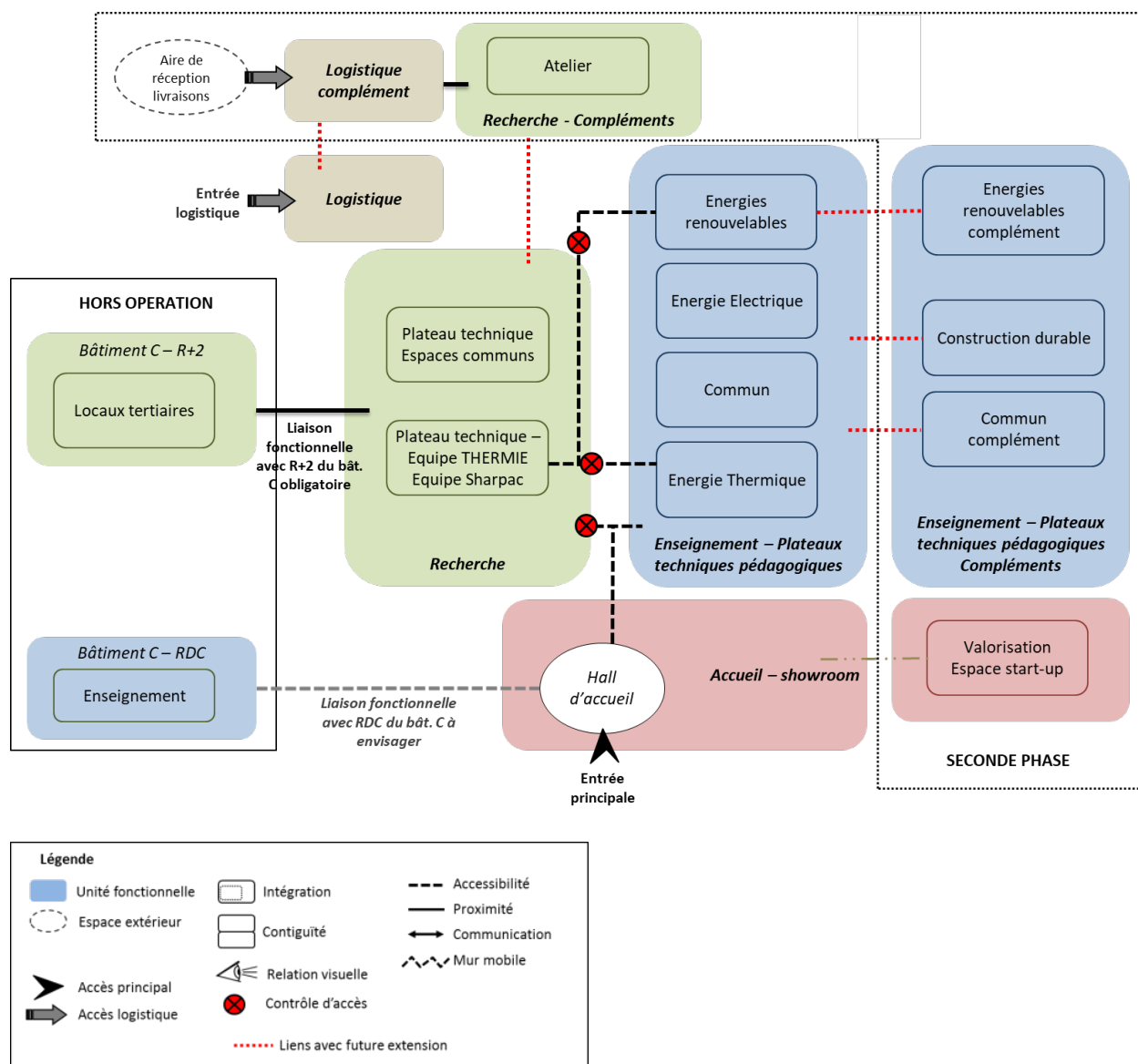
Un organigramme est la représentation schématique des relations des espaces les uns par rapport aux autres. Il ne constitue en aucun cas une ébauche de plan. Ainsi, la taille et la forme des unités fonctionnelles représentées sur ces documents ne préjugent en rien de l'architecture future ou de l'implantation des locaux sur le site. Seules les relations entre les unités fonctionnelles sont importantes, il s'agit de relations d'accessibilité, de proximité ou de contiguïté :

1. **La contiguïté** implique une liaison directe entre les espaces ou les unités fonctionnelles (nécessairement mitoyens)
2. **La proximité** implique une liaison de courte distance entre locaux, à même niveau, dans une même zone géographique ou sur deux étages contigus disposant d'une liaison directe.
3. **L'accessibilité** implique de prévoir une liaison simple, utilisant les axes de circulation principaux.

Cela permet de hiérarchiser clairement les relations spatiales entre locaux, de manière à ce que les concepteurs puissent proposer une organisation des espaces la mieux adaptée aux exigences de fonctionnement de l'établissement.

Dans la partie suivante est détaillée la fonctionnalité envisagée de chaque entité fonctionnelle, avec un schéma fonctionnel spécifique. Les principes de lecture sont ceux décrits précédemment.

Schéma fonctionnel d'ensemble



7.1.2 Organisation des accès

Le bâtiment Energie devra disposer d'un **accès principal orienté vers le cœur du campus**. Cet accès est à axer sur la future entrée du site, tel que décrit dans la partie 5.1 « Intégration du bâtiment sur le site ». Une réflexion sera faite sur le lien avec le bâtiment C, qui sera complémentaire avec le bâtiment Energie, puisqu'il accueille les autres locaux d'enseignement des départements GTE et GEII, ainsi que les espaces tertiaires de la recherche au R+2.

Les autres accès à prévoir sont les suivants :

- Accès spécifique à l'une des salles du plateau « Energie électrique » (salle VEGA décrite dans le chapitre 7.3.3), avec deux portes de garage pour permettre l'accès de véhicules dans cet espace,
- Accès spécifique à la plateforme TP H2 du plateau « Energies renouvelables », avec une porte de garage pour permettre l'accès de véhicules dans cet espace,
- Accès logistiques (local poubelle, etc.)

Ces accès sont envisagés sur la façade arrière ou sur la rue Duvillard.

Ils devront être pensés de manière à ne pas entraver l'implantation de la future extension du bâtiment sauf à être pensés comme des accès temporaires qui seront relocalisés lors de la seconde phase.

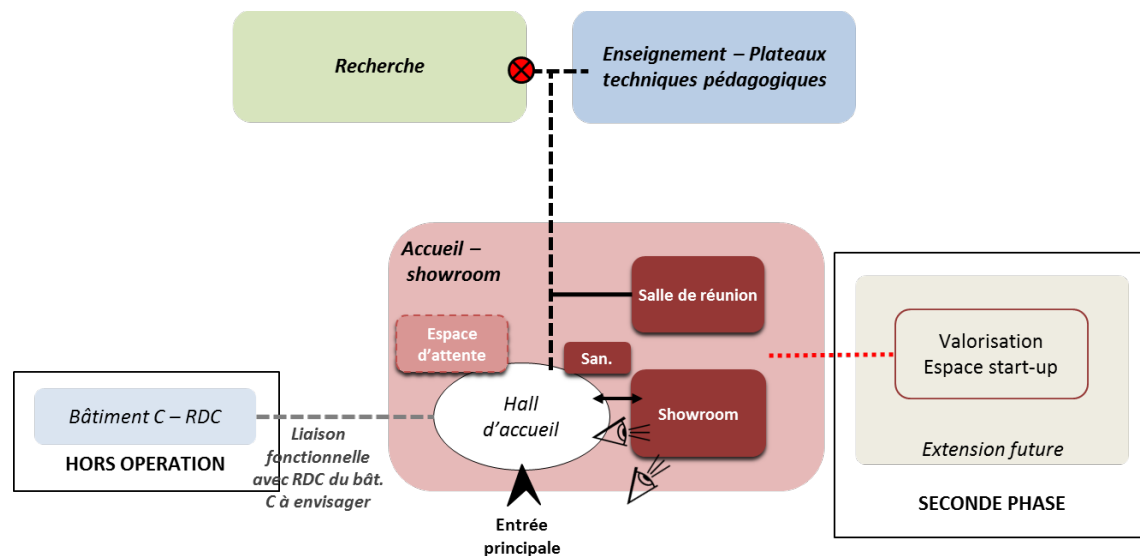
7.2 ACCUEIL – SHOWROOM

Surfaces

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Observations
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	
Accueil / Valorisation		250 m²				
Accueil / Showroom		130 m²				
Hall d'accueil	ACC-1	50 m ²	1	50 m ²		
Espace d'attente			1	pm		Intégré dans le hall d'accueil - Pour 3/4 fauteuils
Showroom	ACC-2	40 m ²	1	40 m ²		Exposition d'équipements
Salle de réunion 20 pers.	ACC-3	40 m ²	1	40 m ²		Prestige.
Sanitaires	SAN		2	pm		H et F.
Valorisation		120 m²				
Espace start-up		40 m ²	3	120 m ²		

Nota : les surfaces en vert ne sont pas à prévoir dans le cadre de la phase 1.

Schéma fonctionnel



Description fonctionnelle détaillée des locaux prévus en phase 1

Le **hall d'accueil** constitue l'entrée principale du bâtiment. Il participe de ce fait à l'identification et à la visibilité du bâtiment sur le campus.

Lieu d'accueil, d'information, d'échanges et de rencontres mais également d'orientation et de desserte des espaces du bâtiment, sa conception doit être claire, lisible et intelligible. Il doit être conçu de manière conviviale, largement ouvert sur l'extérieur et bénéficier d'un éclairage naturel généreux. Les visiteurs doivent pouvoir percevoir facilement dès leur entrée les services mis à leur disposition (accueil, affichages, sanitaires publics,...) mais également le showroom ainsi que les circulations verticales assurant la desserte des niveaux supérieurs du bâtiment.

Il permettra également la mise en place de réceptions événementielles avec la possibilité d'organiser des buffets dans le cadre de colloques, séminaires, etc.

Il n'accueillera pas de personnel fixe.

Le concepteur devra proposer un système permettant le contrôle d'accès entre les zones accessibles au public et celles réservées à la recherche.

Un **espace d'attente**, composé de 3/4 fauteuils et d'une fontaine à eau, est intégré dans le hall, en dehors des zones de passage.

Divers espaces d'information sont à prévoir au sein de l'accueil avec écrans d'informations et panneaux d'affichage.

Ces espaces d'information doivent être positionnés de manière à être facilement visibles depuis les zones de passages principales et depuis l'espace d'attente.

Le **showroom** est un local permettant de montrer aux personnes extérieures les différentes innovations des laboratoires de recherche. Il est un support de communication auprès des partenaires industriels, institutionnels et académiques. Il disposera de démonstrateurs dans les différentes thématiques. Cette salle devra recevoir un traitement particulièrement qualitatif. Ce local sera accessible et visible depuis l'espace d'accueil. Il sera préférentiellement situé en façade du bâtiment, afin de participer à l'aspect vitrine du bâtiment Energie.

Une **salle de réunion**, dimensionnée pour accueillir 20 personnes en configuration réunion, est positionnée à proximité du hall d'accueil, tout en étant assez isolée pour ne pas entraîner de gêne sonore due aux flux dans le hall. La salle doit disposer de nombreuses prises PC et RJ45 afin de pouvoir y brancher des ordinateurs portables. Ce local s'organise autour d'une table modulable et est équipé d'un mur blanc, d'un vidéoprojecteur, d'une sonorisation avec boucle magnétique et permet la visioconférence. Cette salle est équipée d'un système d'occultation.

Des **sanitaires** sont directement accessibles depuis le hall. Ils comprennent une zone homme et une zone femmes séparée :

- Zone sanitaire hommes : une cabine PMR et une cabine non PMR, 2 urinoirs et 2 lavabos ;
- Zone sanitaire femmes : une cabine PMR, deux cabines non PMR et 2 lavabos.

Description sommaire des locaux prévus en phase 2

L'espace start-up est un espace de manipulations de 120 m² qui doit être accessible depuis l'accueil. Cet espace est découpé en trois zones expérimentales de 40 m² situées en rez-de-chaussée.

Il répond aux mêmes caractéristiques que l'espace recherche – hauteurs sous plafond, arrivées en fluides : électricité (mono et triphasé), eau froide avec piquages pour l'alimentation des bancs expérimentaux évier (eau froide / eau chaude), évacuation (siphon de sol et mural), eau glacée avec récupération et recyclage, gaz (azote), ligne gaz (pour alimentation en gaz autres qu'azote et air comprimé), évacuation de fumées.

Les locaux devront répondre potentiellement aux normes ATEX (Cf. exigences techniques).

Chaque zone devra bénéficier d'un accès contrôlé par badge avec portes d'accès larges (2 x 1,1 m), éclairage naturel avec possibilité d'occultation, réseau internet (RJ45) et wifi.

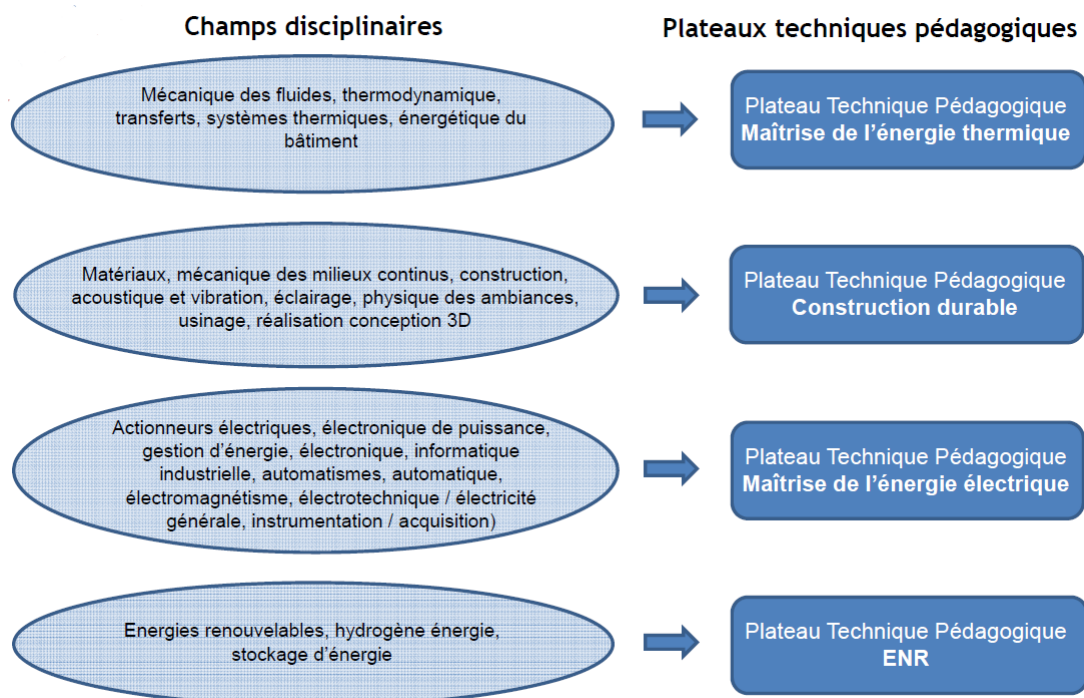
7.3 ENSEIGNEMENT

L'objectif de regroupement des formations scientifiques et techniques de l'UFC sur le site de l'IUT, à proximité également de l'UTBM, se concrétise notamment par la création de plateaux techniques pédagogiques, au sein du nouveau bâtiment « Energie ». Ces plateaux regroupent ainsi différents espaces d'enseignement autour d'une même thématique.

En lien avec la recherche, la réflexion sur la mise en place de plateaux techniques pédagogiques répondant aux besoins des formations scientifiques et techniques de l'IUT Belfort-Montbéliard (DUT GTE, DUT GEII, DUT GC-CD, Lpro VEGA, Lpro EnR, Lpro CTPEB), du département Sciences et Energie et de l'UFR STGI (Licences IEE et TE, Masters EE et ITE, CMi H3E) et de l'UTBM (Dépt Energie) a notamment porté sur les éléments suivants :

- Regroupement des équipements pédagogiques existants
- Identification de plateaux autour des grandes disciplines de formation et par niveau de formation
- Subdivision d'un plateau technique spécifique à un champ disciplinaire en sous espaces distincts
- Regroupement des équipements d'un plateau technique sur un espace identifié (salle) ou intégrés aux bâtiments (installations à échelle 1 en phase d'exploitation)
- Possible porosité entre les plateaux techniques pédagogiques et le plateau recherche (CMI, Elèves ingénieurs)
- Composition des plateaux techniques établie à partir d'un inventaire du matériel existant
- Taux d'occupation d'un plateau technique (utilisation par plusieurs formations simultanément)

Le schéma suivant présente les correspondances entre champs disciplinaires et plateaux techniques pédagogiques :



Source : Présentation de la réunion du comité de projet NFC (M.C. PERA et P. DESEVAUX – IUTBM – FEMTO ST)

Les plateaux pédagogiques thématiques sont chacun composés de la manière suivante :

- Espaces accueillant le matériel pédagogique, support d'expérimentation et de mesure dans les différentes disciplines (thermodynamique, conversion d'énergie, etc.), plus ou moins ouverts en fonction des contraintes de bruit, d'émission de chaleur, de sécurité. Des équipements lourds (petites souffleries, chaudières, etc.) seront utilisés dans certains espaces.
- Espaces communs situés de manière centrale au sein de chaque plateau, avec un espace pour les enseignants permettant la surveillance visuelle de tous les espaces, et un espace pour les étudiants pour leur permettre de travailler correctement sur table (rédaction des rapports de travaux pratiques par exemple).

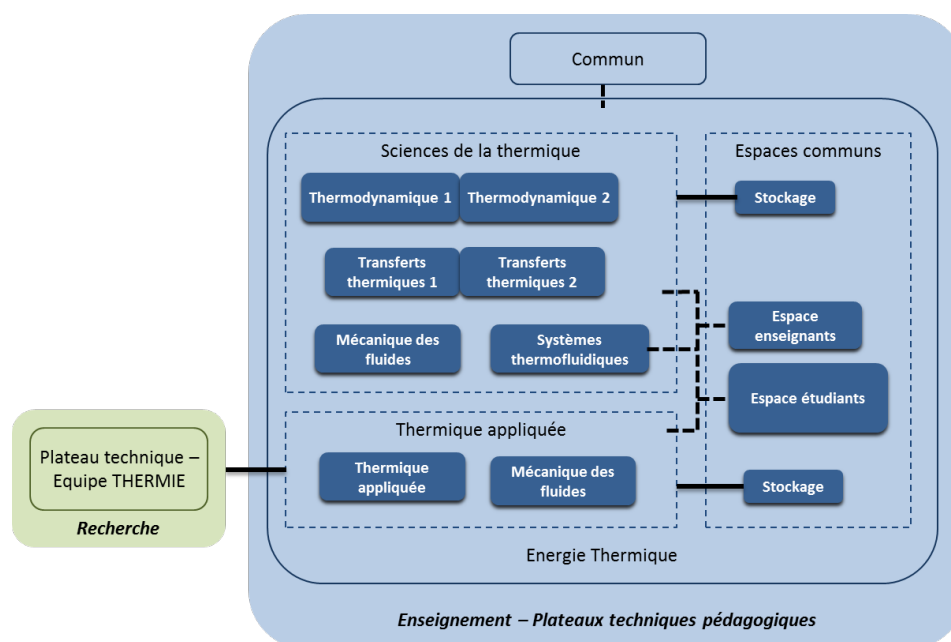
Les plateaux pédagogiques sont mutualisés entre toutes les formations précédemment citées. Ils sont conçus de manière à accueillir plusieurs groupes de travaux pratiques en même temps (soit des groupes de 16 à 20 étudiants). Ainsi, un agencement particulier permettant d'accueillir plusieurs formations en même temps (sous-espaces distincts, cloisons amovibles, TP facilement déplaçables) est exigé.

7.3.1 Plateau Energie Thermique

Surfaces

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Observations
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	
Energie Thermique					854 m²	
Sciences de la thermique					490 m²	Localisation possible en étage
Thermodynamique 1	ENS-1	90 m ²	1	90 m ²		
Thermodynamique 2	ENS-2	90 m ²	1	90 m ²		
Systèmes thermofluidiques	ENS-3	50 m ²	1	50 m ²		
Transferts thermiques 1	ENS-4	75 m ²	1	75 m ²		
Transferts thermiques 2	ENS-5	125 m ²	1	125 m ²		
Mécanique des fluides	ENS-6	60 m ²	1	60 m ²		
Thermique appliquée					260 m²	Localisation en RDC
Thermique appliquée	ENS-7	145 m ²	1	145 m ²		Proximité Recherche
Mécanique des fluides	ENS-8	115 m ²	1	115 m ²		
Espaces communs					104 m²	
Espace enseignants	ENS-9	24 m ²	1	24 m ²		
Espace étudiants	ENS-10	60 m ²	1	60 m ²		Tables et chaises répartis par îlots de 16 ou 20
Stockage	ENS-11	20 m ²	1	20 m ²		Avec deux portes d'accès

Schéma fonctionnel



Description fonctionnelle détaillée des locaux prévus en phase 1

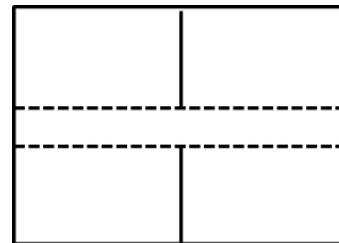
Le plateau technique pédagogique de maîtrise de l'énergie thermique est constitué de 2 plateaux thématiques et d'espaces communs. Il est souhaité que les espaces soit les plus flexibles possibles dans leurs aménagements, afin de pouvoir modifier la configuration des espaces sans difficulté. Ainsi, les espaces devront avoir des formes simples (rectangles ni trop large ni trop profond), et devront être desservi en réseau par des connecteurs (fluides divers – voir les fiches espaces) répartis régulièrement dans les espaces ouverts.

Le premier plateau thématique est dédié aux **sciences de la thermique**. Ce plateau dispose de peu de contraintes, puisque les travaux pratiques accueillis prennent place sur des paillasse simples et ne requièrent pas de réseaux spécifiques (eau glacée uniquement en complément des réseaux classiques en eau, électricité et air comprimé). Ce plateau peut être implanté en étage.

Afin de permettre une visibilité entre les salles, des cloisons vitrées en partie supérieur (à partir de 1,20 mètres environ) entre toutes les salles TP en sciences de la thermique et sur la circulation desservant les salles sont souhaitées.

Ce plateau est lui-même subdivisé en 4 sous-secteurs, situés à proximité les uns des autres (accessible depuis une même circulation principale) :

- Thermodynamique : 2 salles de 90 m², permettant chacune d'accueillir 2 groupes de 20 étudiants en simultané. Ces deux salles sont soit contiguës, soit face à face, afin de créer un « pôle thermodynamique » et ont la même configuration : organisation avec un couloir central et des paillasse sèches de chaque côté, et possibilité de séparation par des cloisons à mi-hauteur, permettant une visibilité d'un espace sur l'autre.
- Systèmes thermofluidiques : salle de 50 m² permettant d'accueillir 1 groupe de 20 étudiants, fermée (nuisances sonores dues au fonctionnement de certains équipements). Les travaux pratiques de cette salle requièrent l'utilisation de beaucoup d'eau. Ainsi, des points d'eau (10 minimum) sont à répartir dans la salle de manière régulière. Le matériel utilisé dispose généralement de roulettes, ainsi aucun paillasse n'est nécessaire. Cependant, afin de permettre aux étudiants de prendre des notes, de rédiger leur compte-rendu d'expérimentation, des tables de travail (tables pliantes sur roulettes) sont nécessaires.
- Transfert thermique : 1 salle de 75 m² et une salle de 125 m². Même besoin que pour la thermodynamique.
- Mécanique des fluides : 1 salle de 60 m². Tout comme pour les systèmes thermofluidiques, les travaux pratiques de cette salle requièrent l'utilisation de beaucoup d'eau. Cependant, il s'agit ici d'équipements utilisés sur des paillasse sèches avec éviers et arrivées d'eau en périphérie.



Le second plateau thématique est dédié à la **thermique appliquée**. Ce plateau est plus contraignant que le premier, notamment en termes de nuisances sonores, mais également de réseaux, de charges au sol, etc. En effet, il accueille des équipements de simulation thermique, avec de la production de chaleur, du traitement d'air, des souffleries, etc. Ce plateau sera donc implanté en rez-de-chaussée et à proximité du plateau de recherche.

Ce plateau est lui-même subdivisé en 2 plateaux séparés :

- Thermique appliquée : espace de 145 m² accueillant des équipements lourds, avec une implantation murale : sources de chaleur type chaudières, cogénération, CTA, PAC, etc. Ainsi, cet espace devra disposer d'un linéaire de mur très important (minimum 20 mètres), directement sur un mur extérieur. Le traitement de l'air est essentiel dans cet espace. Des extractions et prises d'air extérieur sont à prévoir selon les équipements. La desserte en réseaux de cet espace sera étudiée finement au cours des études de conception avec les futurs utilisateurs des équipements. Cet espace devra être bien sécurisé en termes de contrôle d'accès. Une GTC spécifique est souhaitée pour la CTA de cet espace.
- Mécanique des fluides : espace de 115 m² accueillant des équipements de type soufflerie, pompes, etc. Cet espace est moins contraint que celui de thermique appliqué, mais nécessite tout de même une vigilance sur le traitement acoustique notamment, les équipements étant pour certains très bruyants. Des extractions d'air pour les équipements ad hoc sont nécessaires.

Enfin, un espace commun à tout le plateau énergie thermique sera localisé au cœur du plateau, accessible facilement depuis l'ensemble des salles. Il sera composé :

- D'un espace pour les enseignants : espace permettant aux enseignants de poser leurs affaires, d'avoir accès à un ordinateur. Espace prévu pour 4 postes de travail.
- D'un espace pour les étudiants : espace permettant aux étudiants de travailler sur table, en parallèle des travaux pratiques dans les salles. Cet espace sera notamment plus proche de la salle thermofluidique, qui ne dispose pas de paillasse permettant la rédaction des rapports de TP (prévoir 10 postes informatiques).
- D'un local de stockage : un par niveau, à proximité des salles. Permet le stockage du matériel de TP non utilisé et autres matériels.

7.3.2 Plateau construction durable

Pour mémoire, ce plateau n'est pas concerné par la phase 1 de l'opération.

Surfaces

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Observations
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	
Construction durable					283 m²	
Construction - Pratique du Dimensionnement en Mécanique (PDM)					55 m²	
Plateforme TP		55 m²	1	55 m²		
Mécanique des milieux continus et mécanique newtonnienne					140 m²	
Plateforme TP		140 m²	1	140 m²		HSP 5m pour TP Lance Bille
Espaces communs					88 m²	
Espace enseignants		18 m²	1	18 m²		2 postes
Espace étudiants		50 m²	1	50 m²		Tables et chaises répartis par îlots de 8
Stockage		20 m²	1	20 m²		

Nota : les surfaces en vert ne sont pas à prévoir dans le cadre de la phase 1.

Description sommaire des locaux prévus en phase 2

Ce plateau doit accueillir notamment les équipements de TP actuellement aux départements GTE, GC-CD et à l'UFR STGI, en lien avec la mécanique des milieux continus, la mécanique newtonnienne et la PDM. Il implique peu de contraintes particulières : Localisation possible à l'étage, hauteur sous plafond de 3,50 m...

Les besoins en prises et arrivées de fluides sont les suivants :

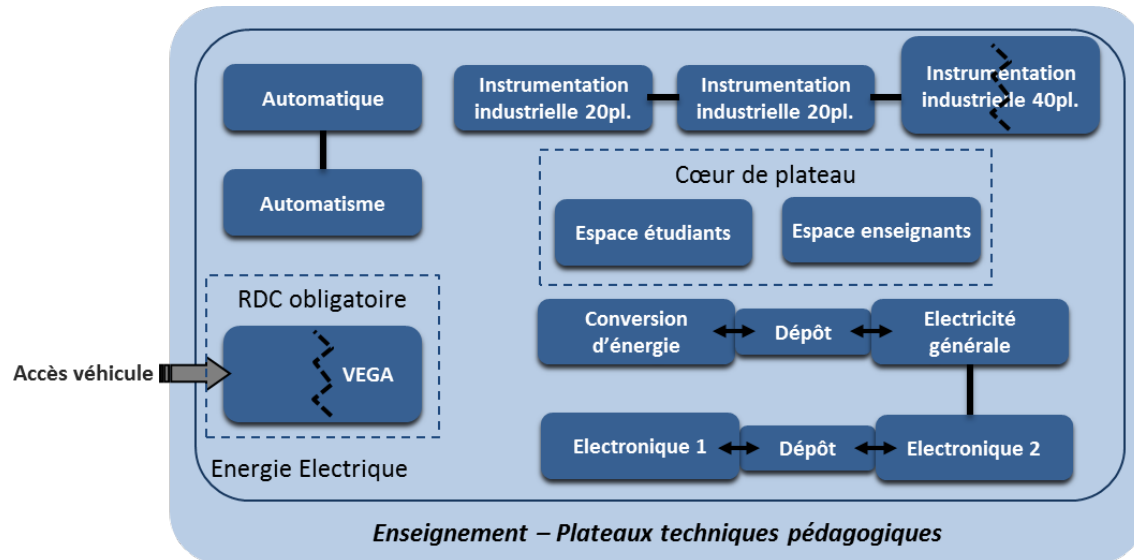
- Pack de prises 230 et RJ 45 (poteaux avec prises) tous les 3 mètres
- Prévoir une arrivée triphasée par salle
- Arrivée et évacuation d'eau – 1 point / 15 m²
- Prévoir un évier / 60 m² d'espace
- Air comprimé – 1 prise / 50 m²

7.3.3 Plateau Energie Electrique

Surfaces

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Observations
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	
Energie électrique					1 134 m²	Salles desservies par circulation
Automatisme					110 m²	Proximité automatique.
Salle de TP	ENS-12	110 m²	1	110 m²		Paillasse pour 20 étudiants, armoires de rangement
Automatique					90 m²	
Salle de TP	ENS-13	90 m²	1	90 m²		
Conversion d'énergie					210 m²	Salle vitrine / proximité électricité générale.
Salle de TP	ENS-14	190 m²	1	190 m²		
Dépôt	ENS-15	20 m²	1	20 m²		A localiser entre conversion énergie et électricité générale
Informatique industrielle et instrumentation - acquisition					240 m²	A répartir 2 par 2.
Salle de TP 20p.	ENS-16	60 m²	2	120 m²		
Salle de TP 40p.	ENS-17	120 m²	1	120 m²		Divisible en 2 salles
Electricité générale					80 m²	Proximité électronique et conversion d'énergie
Salle de TP	ENS-18	80 m²	1	80 m²		
Electronique					170 m²	Proximité électricité générale.
Salle de TP	ENS-19	80 m²	2	160 m²		
Dépôt	ENS-20	10 m²	1	10 m²		A localiser entre les deux salles électronique
VEGA					160 m²	en RDC, avec porte de garage (accès véhicule)
Salle projet	ENS-21	80 m²	2	160 m²		Possibilité d'ouverture / fermeture
Espaces communs					74 m²	
Espace enseignants	ENS-22	24 m²	1	24 m²		
Espace étudiants	ENS-23	50 m²	1	50 m²		+ Paillasse dans les salles

Schéma fonctionnel



Description fonctionnelle détaillée des locaux prévus en phase 1

Le plateau technique pédagogique de maîtrise de l'énergie électrique est constitué de 7 plateaux thématiques et d'espaces communs. L'ensemble de ce plateau technique pédagogique peut être implanté en étage, avec l'ensemble des espaces les uns à côté des autres (accessibles depuis une même circulation principale), excepté la salle projet VEGA, qui doit obligatoirement être implantée en rez-de-chaussée car elle doit disposer d'un accès directement depuis l'extérieur pour les véhicules.

Les plateaux thématiques sont les suivants :

- **Automatisme** : salle de 110 m² pouvant accueillir jusqu'à 2 groupes de 20 étudiants. Organisation avec un côté système et un côté équipements en réseaux. Les TP sont majoritairement sur des paillasse mobiles. Des prises électriques et RJ45 sont nécessaires pour alimenter les équipements des TP (Alimentation générale en 24V continue à proximité de chaque paillasse). En termes de réseaux, il est souhaité de l'air comprimé (2 picages, un de chaque côté de la salle), 1 prise triphasée de chaque côté de la salle et un point d'eau. Il est également souhaité de pouvoir programmer l'éclairage de cette salle en protocole DALI et accéder aux données de fonctionnement, consommation d'énergies, mesure de débit d'air, ouverture des fenêtres, température, etc. Enfin, il est aussi attendu la mise en place d'un bus KNX pour la commande et gestion de la salle. Cette salle sera située à proximité de la salle automatique.
- **Automatique** : salle de 90 m². Besoins similaires à la salle automatisme.
- **Conversion d'énergie** : cette salle de 190 m² doit accueillir du matériel assez lourd (moteurs, etc.). Une localisation en étage est possible à condition de prévoir une charge au sol suffisante et d'avoir un monte-charge pour le déplacement des équipements. Cette salle sera génératrice de nuisances sonores.

Dans ces trois espaces, des tables et des chaises compléteront les installations de TP – idéalement pour une vingtaine d'étudiants.

- Un **dépôt de 20 m²** est à localiser entre la salle de conversion d'énergie et la salle électricité générale, pour le stockage du matériel de TP non utilisé et autres matériels. Le dépôt est directement accessible depuis ces deux salles.
- **Informatique industrielle et Instrumentation-acquisition** : il s'agit de salles informatiques de 20 places (60 m²) avec des postes informatiques et du petit électronique, organisées de la manière suivantes :
 - 2 salles de 60 m²
 - 1 salle de 120 m², qui peut être divisée en 2 salles de 60 m² par un mur mobile. Afin d'offrir de bonnes conditions d'enseignement, les tables de la salle devront toutes être orientées dans le même sens, pour mettre les deux configurations (unifiée ou divisée).
- **Electricité générale** : salle de 80 m² pour des travaux pratiques sur de petits équipements sur paillasse. Nécessité de prises triphasées et d'un réseau DC continu, et de 2 RJ45 par paillasse. Cette doit être à proximité de la salle électronique et de la salle conversion d'énergie.
- **Electronique** : 2 salles de 80 m². Même besoin que pour la salle électricité générale. Elles doivent être situées à proximité de la salle électricité générale.
 - Un dépôt de 20 m² est à localiser entre les deux salles d'électronique, pour le stockage du matériel de TP non utilisé et autres matériels. Le dépôt est directement accessible depuis ces deux salles.
- **VEGA** : cette salle projet est composée de 2 espaces de 80 m², séparés par un mur mobile pour offrir deux configurations possibles. Elle permet l'étude de véhicules « tests ». Ainsi, chaque espace doit disposer d'une porte de garage pour permettre à un véhicule d'entrer. Chaque salle est équipée de 10 postes informatiques.

Enfin, un espace commun à tout le plateau énergie électrique sera localisé au cœur du plateau, accessible facilement depuis l'ensemble des salles. Il sera composé :

- D'un espace pour les enseignants : espace permettant aux enseignants de poser leurs affaires, d'avoir accès à un ordinateur. Espace prévu pour 4 postes de travail.
- D'un espace pour les étudiants : espace permettant aux étudiants de travailler sur table, en parallèle des travaux pratiques dans les salles.

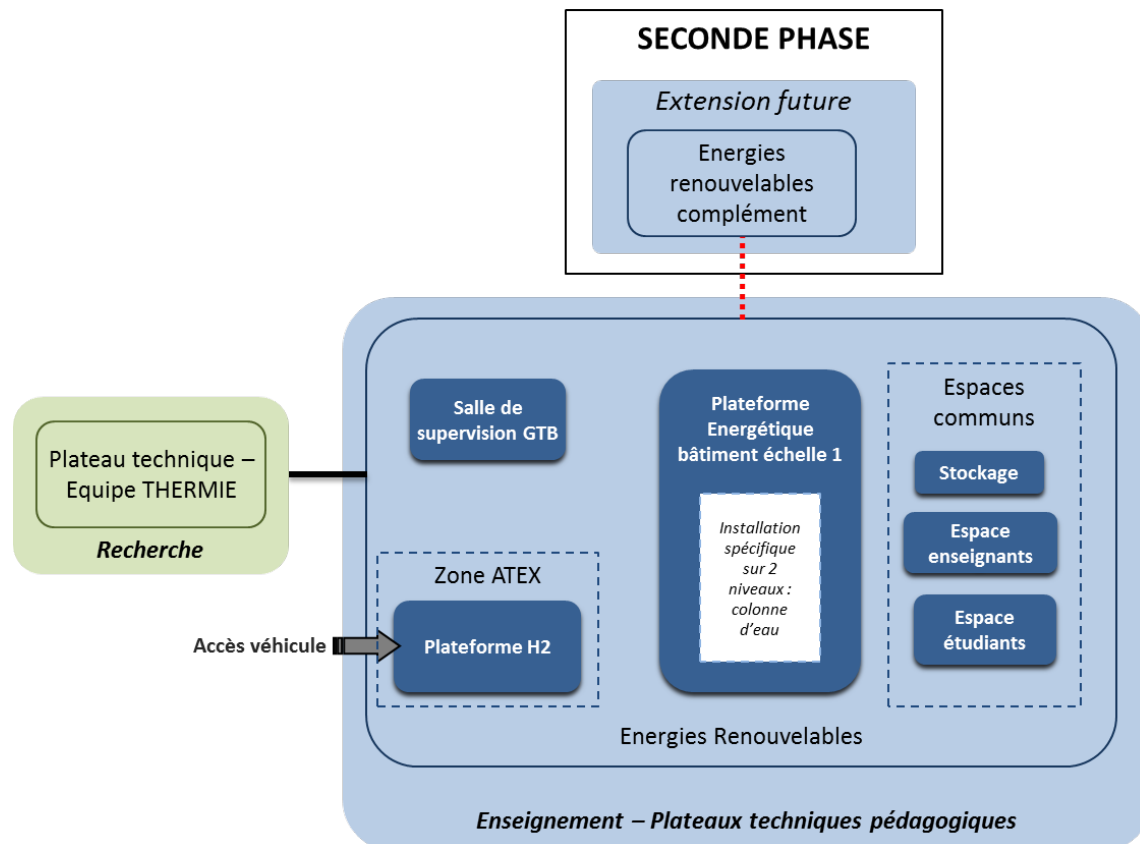
7.3.4 Plateau Energies Renouvelables

Surfaces

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Observations
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	
Energies renouvelables					842 m²	
Energétique bâtiment : échelle 1					180 m²	
Plateforme TP	ENS-24	140 m²	1	140 m²		
Equipement du bâtiment				PM		Panneaux solaires et PV, récupérateur d'eau, éolienne
Salle supervision GTB	ENS-25	40 m²	1	40 m²		
Espace H2					290 m²	
Plateforme TP	ENS-26	190 m²	1	190 m²		ATEX
Espace de formation continue		100 m²	1	100 m²		
Espaces communs					52 m²	
Espace enseignants	ENS-27	12 m²	1	12 m²		
Espace étudiants	ENS-28	30 m²	1	30 m²		
Stockage	ENS-29	10 m²	1	10 m²		
Solaire thermique et photovoltaïque - Stockage thermique					105 m²	
Plateforme TP		105 m²	1	105 m²		
Stockage chimique électrochimique					65 m²	
Plateforme TP		65 m²	1	65 m²		
Eolien et hydroélectricité					150 m²	
Plateforme TP		150 m²	1	150 m²		
Biomasse - Géothermie					PM	Mutualisé avec Plateau thermique

Nota : les surfaces en vert ne sont pas à prévoir dans le cadre de la phase 1.

Schéma fonctionnel



Description fonctionnelle détaillée des locaux prévus en phase 1

Le plateau technique pédagogique énergies renouvelables est constitué de 2 plateformes TP et d'espaces communs. L'ensemble de ce plateau technique pédagogique est implanté en rez-de-chaussée, avec l'ensemble des espaces les uns à côté des autres (accessibles depuis une même circulation principale). La phase 2, non incluse dans la présente opération, prévoit la création d'espaces complémentaires pour ce plateau. Ainsi, la conception du plateau devra anticiper cette extension future, pour permettre d'avoir un pôle « énergies renouvelables ».

Les espaces à prévoir dans la cadre de la première phase sont les suivants :

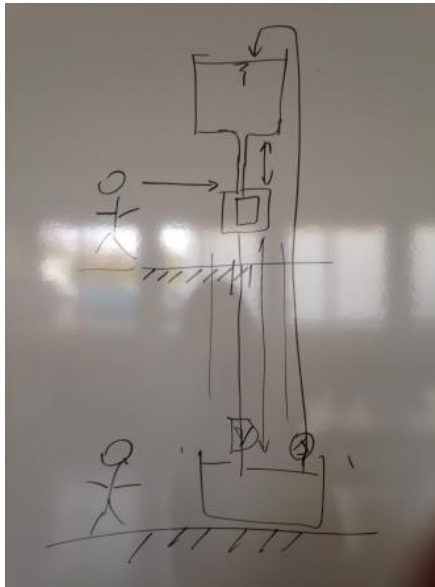
- Une plateforme de travaux pratiques sur l'énergétique du bâtiment à l'échelle 1 – Espace de 140 m² avec des équipements à échelle 1 (panneaux solaires, mur capteur, etc.). Le plateau doit être configuré selon un système « alvéolaire » avec un espace central et des « pétales » accueillant chacun un système spécifique. Une des alvéoles au moins devra permettre l'accès aux données GTB des capteurs solaires et de l'éolienne en visualisation et extraction seulement.

Une des alvéoles du plateau précédent contiendra un système spécifique qui nécessite un aménagement particulier. Il s'agit d'une « colonne d'eau » ou « tunnel hydrodynamique vertical » (STEP = micro-turbine, stockage gravitaire) d'une hauteur de 3 mètres environ, nécessitant une plateforme en hauteur pour accueillir le réservoir de stockage d'une capacité d'environ 600L. En contrebas, une turbine STEP (manipulations en enseignement) sera installée. Une pompe de relevage réinjectera l'eau dans le réservoir.

Exigences techniques :

- En partie haute : Réservoir (charge au sol à prévoir en conséquence)
- En partie basse : A l'aplomb de la partie haute, alimentation H₂O, vidange H₂O, alimentations Triphasé et Mono

Schéma de principe :



- Une salle de supervision de la GTB : salle permettant l'accès aux données de la GTB, en visualisation et extraction seulement. Il s'agit pour les étudiants et pour les chercheurs de pouvoir exploiter les données issues du bâtiment via les capteurs installés. Elle est dimensionnée pour accueillir 20 personnes environ au maximum.

A noter que les équipements du bâtiment tels que panneaux solaires, panneaux photovoltaïques, récupérateur d'eau ... Serviront également à des fins pédagogiques (observation uniquement).

- Une plateforme de travaux pratiques dédiée à l'hydrogène. Cet espace sera une zone ATEX.

Définition de la Directive Européenne : "ATmosphère EXplosive ou ATEX : "le mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé" - source : Directive 2014/34/UE du 26 février 2014

Ainsi, cet espace devra disposer d'un point faible en façade en cas d'explosion. Sa localisation au sein du bâtiment sera étudiée attentivement par rapport aux risques qu'il présente. Une vigilance particulière sera faite sur la ventilation de cet espace.

Ce local disposera d'une porte de garage pour permettre à un véhicule d'entrer.

Enfin, un espace commun à tout le plateau énergies renouvelables sera localisé au cœur du plateau, accessible facilement depuis l'ensemble des salles. Il sera composé

- D'un espace pour les enseignants : espace permettant aux enseignants de poser leurs affaires, d'avoir accès à un ordinateur. Espace prévu pour 2 postes de travail.
- D'un espace pour les étudiants : espace permettant aux étudiants de travailler sur table, en parallèle des travaux pratiques dans les salles.
- D'un local de stockage : à proximité des salles. Permet le stockage du matériel de TP non utilisé et autres matériels.

Description sommaire des locaux prévus en phase 2

Les locaux prévus en phase 2 constituent une extension du plateau EnR destinée à accueillir les équipements en lien avec les Energies renouvelables hors H2.

Leur localisation sera idéalement au RDC mais une localisation en R+1 est possible.

La hauteur sous plafond sera de 3,50 m minimum.

Prévoir évacuation fumées

Les besoins en prises et en arrivées de fluides sont les suivants :

- Pack de prises 230 et RJ 45 (poteaux avec prises) tous les 3 mètres
- Prévoir arrivée triphasée par salle
- Arrivée et évacuation d'eau – 1 point / 50 m² d'espace
- Prévoir un évier / 50 m²
- Air comprimé – 1 prise / 50 m²
- Eau glacée

L'espace « formation continue » (100 m²) sera équipé de tables et chaises pour 24 étudiants, d'un vidéoprojecteur et d'un tableau blanc.

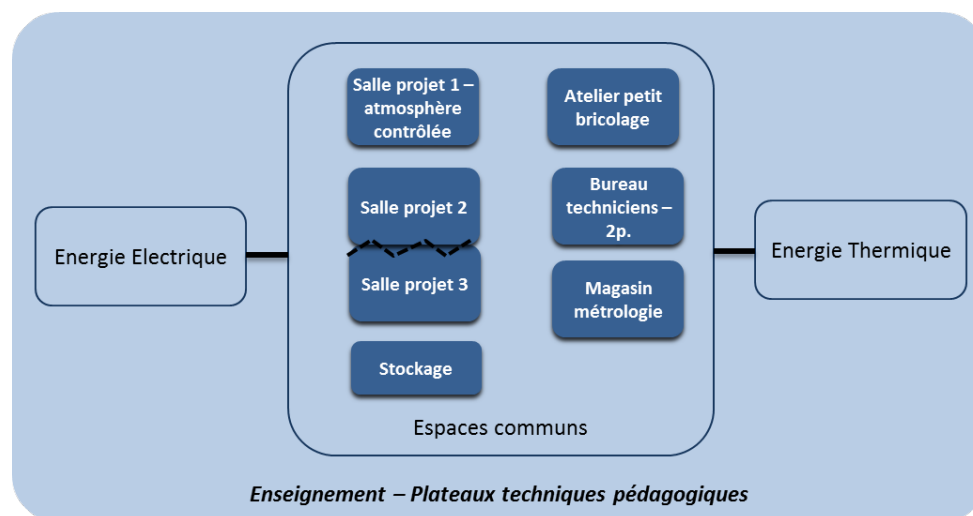
7.3.5 Espaces communs

Surfaces

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Observations
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	
Espaces communs					285 m²	
Atelier petit bricolage	ENS-30	40 m²	1	40 m²		
Magasin métrologie	ENS-31	25 m²	1	25 m²		8 paillasses + armoires de rangement
Bureau techniciens 2 p.	ENS-32	30 m²	1	30 m²		Y compris atelier
Stockage	ENS-33	10 m²	1	10 m²		
Salle projet	ENS-34	30 m²	6	180 m²		Dont une salle pouvant être pilotée (Clim, ventilation)
Sanitaires	SAN			pm		Blocs H et F à répartir dans le bâtiment.

Nota : seules 3 salles projet sur les 6 sont à prévoir dans le cadre de la phase 1.

Schéma fonctionnel



Description fonctionnelle détaillée des locaux prévus en phase 1

Les espaces communs sont des espaces mutualisés. Ils doivent donc être localisés au cœur des plateaux techniques pédagogie, entre les plateaux énergie thermique et énergie électrique, possiblement en étage.

Les espaces à prévoir sont les suivants :

- Atelier petit bricolage : atelier pour réaliser les éléments nécessaires aux projets tutorés des étudiants. Avec établis, etc.
- Magasin métrologie : matériel de mesure, accessible par les étudiants, sous surveillance des techniciens ou enseignants. Stockage du matériel de mesure.
- Bureau technicien pour 2 personnes : bureau avec 2 postes de travail, ainsi qu'un espace atelier (établis, petites perceuses, etc.)
- Stockage : pour le stockage de matériels divers.
- Salles projets : 3 salles de 30 m² pour le travail des étudiants sur les projets tutorés dont :
 - 1 salle à atmosphère contrôlée (température, hygrométrie, ventilation...) équipée de divers capteurs (température, hygrométrie, CO2, etc.)
 - 2 salles contiguës, séparées par un mur mobile, pour permettre d'avoir soit une salle de 60 m², soit 2 salles de 30 m².

Des sanitaires seront prévus à proximité de l'ensemble des plateaux pédagogiques, avec à chaque fois, un bloc H et un bloc F contigus.

7.4 RECHERCHE

7.4.1 Généralités

Pour rappel, dans le projet retenu, il est prévu d'implanter les espaces tertiaires dédiés aux équipes de recherche au 2^{ème} étage du bâtiment C (bureaux, salles de réunion, etc.). Afin de permettre un fonctionnement optimal, un lien fonctionnel entre ce niveau et la partie recherche du bâtiment Energie est demandée.

De plus, les espaces dédiés à la recherche doivent être entièrement sécurisés. En effet, **le laboratoire FEMTO relève d'une ZRR (zone à régime restrictif)**, qui est une zone à accès réglementé dans le cadre de la protection du potentiel scientifique et technique national. Cependant, la ZRR ne devrait pas être appliquée à tout le bâtiment mais plutôt à quelques zones de recherche et de start-up spécifiques.

L'ensemble des exigences spécifiques à chaque espace sont fournies dans les fiches espaces. Il s'agit ici de donner des grands éléments d'exigences techniques pour le plateau technique de la recherche. Ainsi, ce plateau doit notamment accueillir des bancs de caractérisation, avec des alimentations spécifiques en eau, électricité, air comprimé, hydrogène et autres fluides, avec les évacuations ad hoc. Certaines installations devront pouvoir se raccorder à une puissance de 50 kW au maximum par banc expérimental (chaleur, électricité, hydrogène) sur un réseau non expérimental.

Enfin, la phase 2, non incluse dans la présente opération, prévoit la création d'espaces complémentaires pour ce plateau, à savoir des ateliers (ou « pôle technique »). Ce pôle technique permettra la construction de manipulations, machines-outils, etc. avec par exemple des postes de soudure. Ces ateliers serviront pour l'ensemble de l'Eco-campus, principalement pour la recherche, mais également pour l'enseignement. Ils devront être implantés de manière à ce que les accès à ce pôle soit facilités au sein du site. Un positionnement central par rapport au site sera donc privilégié pour faciliter les interventions du personnel technique. Ainsi, la conception du plateau devra anticiper cette extension future, pour permettre d'avoir un pôle « recherche » bien identifié au sein du bâtiment.

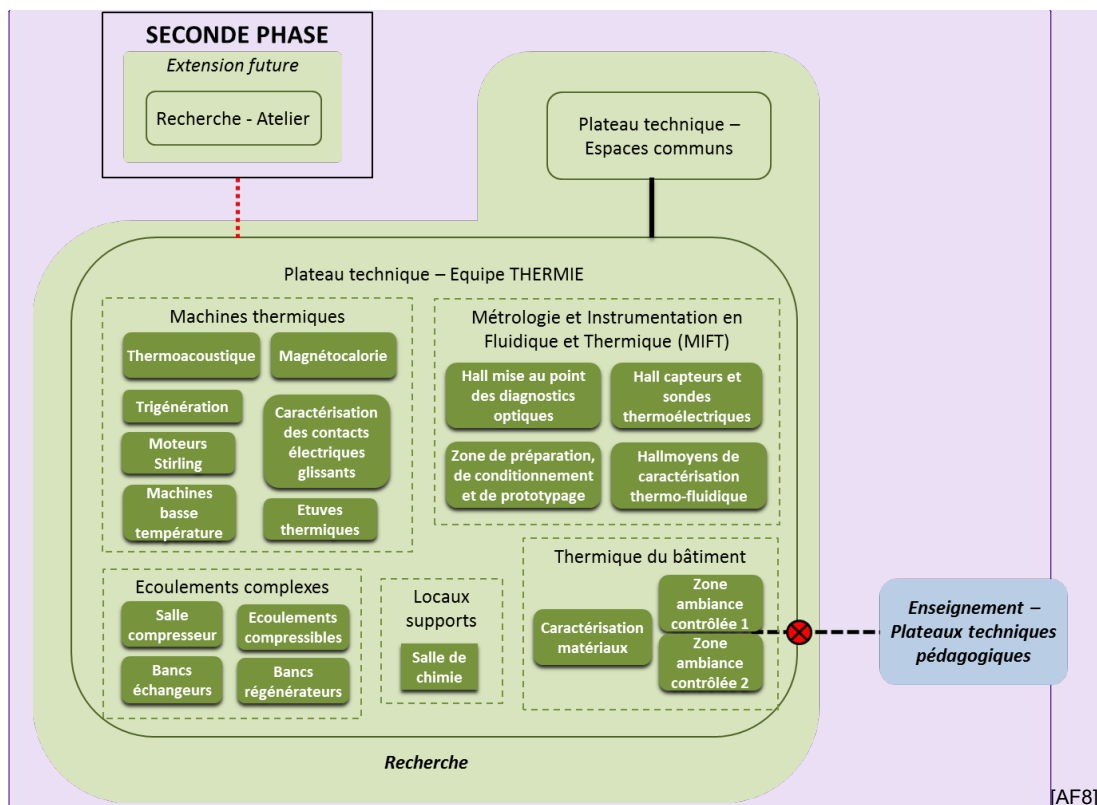
7.4.2 Plateau technique – Equipe THERMIE

Surfaces du programme modifié

Recherche		1 680 m²				
Plateau technique - Equipe SHARPAC		PM				Existant dans d'autres bâtiments ou mutualisation
Plateau technique - Equipe SHARPAC & THERMIE		1 067 m²				
Ecoulements complexes		58 m²				
Salle compresseur	REC-1	7 m²	1	7 m²		
Ecoulements compressibles	REC-2	22 m²	1	22 m²		
Bancs régénérateurs	REC-3	28 m²	1	28 m²		
Machines thermiques		73 m²				
Magnétocalorie	REC-6	45 m²	1	45 m²		
Machines basse température	REC-10	28 m²	1	28 m²		
Thermique du bâtiment		106 m²				
Zones ambiances contrôlées	REC-12	61 m²	1	61 m²		
Caractérisation matériaux	REC-13	45 m²	1	45 m²		
Métrologie et Instrumentation en Fluidique et Thermique (MIFT)		366 m²				
Hall mise au point des diagnostics optiques et Zone de préparation, de conditionnement et de prototypage				200 m²		
Visualisation, Vélocimétrie, Thermoacoustique et Préparations Systèmes	REC-14	122 m²	1	122 m²		
Diffusion MIE et RAYLEIGH	REC-16	78 m²	1	78 m²		
Hall moyens de caractérisation thermo-fluidique				64 m²		
Souffleries	REC-20	64 m²	1	64 m²		
Hall capteurs et sondes thermoélectriques				102 m²		
Fabrication et mise au point et Salle de chimie	REC-24	45 m²	1	45 m²		Evacuation des effluents, salles fermée et protégée. A confirmer
Caractérisation et calibration	REC-25	57 m²	1	57 m²		
Espace de manipulations et de recherche Hydrogène		359 m²				
Zones atmosphère contrôlées SHARPAC				225 m²		
Espaces de manipulation de recherche	H2-1 à 5	45 m²	5	225 m²		
Zones atmosphère contrôlées pré-équipées Femto		-3 m²		135 m²		
Trigénération	H2-6		1	0 m²		
Moteurs à apport de chaleur externe	H2-7	45 m²	1	45 m²		
Planck - Analyses de gaz	H2-8	45 m²	1	45 m²		
Caractérisation des contacts électriques glissants	H2-9	45 m²	1	45 m²		

[GR7]

Schéma fonctionnel



Description fonctionnelle détaillée des locaux prévus en phase 1

Le plateau technique de recherche pour le département Energie de FEMTO-ST est constitué de différentes plateformes et de locaux supports technique.

Il est constitué des 3 grandes zones d'essais :

- une zone de 4 salles mixant à la fois des équipements sans et avec possibilité de tests sous hydrogène.
- une zone construite autour de 11 salles d'expérimentations sans alimentation hydrogène, 2 salles de travail et de projet sans équipement de recherche spécifique ainsi que d'un bureau faisant également office d'accueil pour le plateau.

L'ensemble de ce plateau technique est implanté en rez-de-chaussée, avec l'ensemble des espaces les uns à côté des autres (accessibles depuis une même circulation principale). Les aspects mesures étant très importants, une mise à la terre spécifique devra être prévue pour l'instrumentation. Les locaux de recherche devront être accessibles par badge. Les hauteurs des salles seront de 4 m par défaut avec des faux-plafonds à 2,5 m dans certaines salles. Ces locaux de recherche seront alimentés en eau froide (évier et piquages) et évacuation par siphon de sol, eau glacée (4°C/8°C) avec circuit de récupération, air comprimé, gaz spécifiques (gaz de ville, azote) dans quelques salles, alimentations électriques de puissance (mono et triphasé) et réseau informatique. Il faudra prévoir des lignes gaz raccordables pour des besoins spécifiques.

Dans toutes ces alvéoles, une partie des linéaires de murs périphériques, sur toute la hauteur disponible sous plafond, pourra être réservée à l'aménagement de placards de rangement (optiques, mécano-optique, appareillages électroniques, équipements spécifiques et documentations techniques et scientifiques). Certaines salles devront être équipées en système d'évacuation de fumées.

Plateau 1 : Ecoulements complexes

Ce plateau accueille des bancs de caractérisation des écoulements dans des systèmes thermiques simples tels que des échangeurs ou des éjecteurs ou des systèmes plus complexes (machines thermiques par exemple) mais de faibles dimensions. Les bancs doivent permettre de tester de multiples situations thermo-fluidiques. Il est donc nécessaire de disposer de plusieurs points d'accès aux

différents réseaux : eau glacée, eau, air comprimé, courants faible et fort, évacuations (fumées notamment). Un réseau d'eau glacée sera utilisé pour évacuer des calories et devra bénéficier d'un réseau de récupération en boucle fermée.

L'ensemble de ces salles expérimentales devront être traitées phoniquement notamment les salles « Ecoulements compressibles » et « Magnétocalorie » qui intègrent des machines bruyantes.

La salle « Bancs régénérateurs » devra être localisée à proximité des salles « Machines à apport de chaleur externe » et « Machines basse température » et « Magnétocalorie » afin de bénéficier des réseaux d'alimentation en gaz et d'évacuation des fumées. L'ensemble des salles expérimentales devront être traitées phoniquement notamment les salles Compresseur et Ecoulements compressibles qui intègrent des machines bruyantes. La salle échangeurs devra être localisée à proximité des salles « Machines thermiques » afin de bénéficier des réseaux d'alimentation en gaz et d'évacuation des fumées.

Les accès de chaque salle doivent être sécurisés avec un accès par badge. Les locaux seront en rez-de-chaussée (Prévoir un faux-plafond à 2,5 m).

Plateau 2 : Machines thermiques

Ce plateau accueille des équipements qui ont la possibilité d'alimenter en complément le bâtiment en chaleur et en électricité, tout en offrant un retour d'expérience en exploitation à des fins de recherche, mais également pédagogique.

Cet espace est consacré à la conception et caractérisation des machines thermiques, de faibles puissances (de moins de 1 kW) et de puissances pouvant aller jusqu'à 30 kW. Ces machines utilisent une source d'énergie sous forme d'électricité ou de gaz de combustion et délivrent soit de la chaleur, soit du froid, soit de l'électricité, soit une combinaison des trois. Les ordres de grandeurs des puissances produites à évacuer sont de quelques centaines de watts à 30 kW.

Les accès de chaque salle doivent être sécurisés avec un accès par badge. Les salles doivent bénéficier d'une isolation acoustique car les machines peuvent être bruyantes.

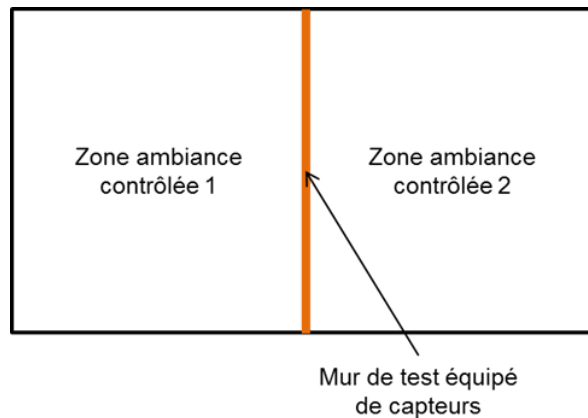
La salle 'Caractérisation des contacts électriques glissants' devra accueillir des bancs d'expérimentation qui nécessitent une forte puissance électrique (~30 kW) ainsi que des éléments mécaniques tournant à forte vitesse. Les contraintes de sécurité imposent que le local soit scindé en 2 avec 12 m² pour une salle de commande déportée. De plus en termes de qualité de mesure nous devons essayer d'éviter toute perturbation d'ordre mécanique (dalle anti-vibration). Les échauffements générés devront être compensés par une sur-ventilation du local.

Cet espace devra être proche de l'extension « atelier » où des machines seront usinées. Les salles « Machines à apport de chaleur externe Stirling », « Trigénération », « Machines basse température » doivent être proches les unes des autres.

Plateau 3 : Thermique du bâtiment

Ce plateau accueille des espaces permettant de réaliser des expérimentations sur divers matériaux pour étudier leurs propriétés thermiques. Ainsi, il est composé :

- D'une zone en ambiance contrôlée en température et hygrométrie qui comprendra une salle biclimatique : il s'agit de 2 chambres contiguës, dont l'ambiance interne en termes de climat (température, hygrométrie, pression) peut être contrôlée de manière indépendante. Les deux chambres seront séparées par une paroi équipée de capteurs que l'équipe de recherche pourra modifier : l'objectif est de pouvoir tester différents matériaux et d'étudier leur comportement thermique.



- D'une salle dédiée à la caractérisation thermique des matériaux : des équipements recherche y seront installés. En outre, cette salle sera instrumentée en capteurs (température, humidité, CO₂, COV...) ainsi que les parois extérieures (température, humidité) et équipée d'un mur trombe instrumenté sur la façade extérieure.

Ces salles seront situées à l'entrée de la partie recherche, à proximité des plateaux techniques pédagogiques. En effet, ces espaces serviront de démonstration aux étudiants même si aucun TP n'y sera pratiqué, étant un équipement scientifique dédié à la recherche et non à la pédagogie. Les étudiants doivent pouvoir accéder à ces salles, sans avoir à traverser tous les autres locaux de recherche (hors ZRR).

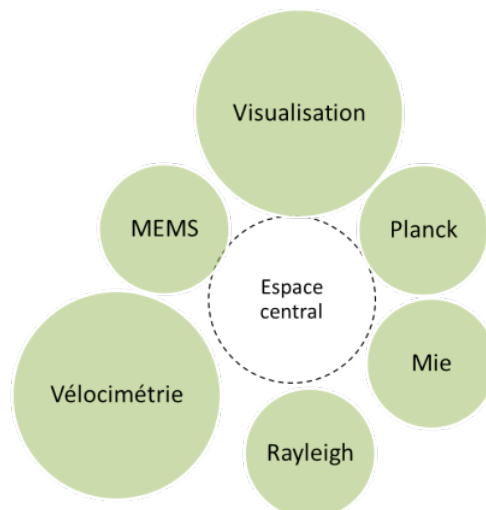
Plateau 4 : Métrologie et Instrumentation en Fluidique et Thermique (MIFT)

Ce plateau est lui-même composé de 4 sous-secteurs différentes salles situées à proximité les unes des autres et constituées de :

- Trois halls pour la mise au point des techniques de diagnostics optiques, pour la réalisation et la caractérisation de capteurs et de sondes basés sur des phénomènes thermoélectriques et pour les moyens de caractérisation thermo-fluidique.
- Une zone de préparation, de conditionnement et de prototypage.

Sous-secteur 1 : Instrumentation et méthodes vélocimétriques et optiques dans les fluides Le hall de « mise au point des techniques de diagnostics optiques »

Il pourra être configuré selon un système « alvéolaire » avec un espace plateau central et 6 « pétales » ou « alvéoles » accueillant chacun plusieurs manipulations de même spécificité, tel que représenté sur le schéma ci-après (même principe que pour la plateforme de travaux pratiques sur l'énergétique du bâtiment à l'échelle 1). Les différentes alvéoles devront être cloisonnées les unes par rapport aux autres tout en s'ouvrant sur un espace central commun (ou à défaut sur une large circulation commune).



Toutes focalisées sur des techniques de métrologie optiques, ces alvéoles dépourvues de tout éclairage naturel (source de bruit de mesure) devront respecter tous les critères en matière de sécurité laser. Les peintures murales lessivables devront être mates et non brillantes. Le sol devra présenter des caniveaux à câbles afin d'irriguer les différentes zones d'expériences en alimentations et fluides. Les deux plus grandes alvéoles doivent pouvoir accueillir 4 manipulations (Visualisation) et 3 manipulations (Vélocimétrie) positionnées sur des tables optiques de grandes dimensions (1.5*2m) alors que les quatre autres alvéoles accueilleront deux manipulations (sur des tables optiques). Pour les alvéoles Visualisation (RVV, BOS, Lidar, fluo...), Planck (Infrarouge, spectrométrie...), Mie (taille de goutte, de gouttelette, granulométrie...) et Rayleigh (diffusion, dosimétrie...) l'une des tables optiques est désignée comme 'table principale' car elle devra d'une part être située sur une dalle anti-vibratoire (2.5*4m) et avoir d'autre part une extraction escamotable à son aplomb (extraction d'air, d'aérosols voire de gaz de combustion). Ce même système d'extraction escamotable devra être présent dans les deux autres alvéoles [« Visu Vélocimétrie Thermoac Préparation syst »](#) [Vélocimétrie](#) (Laser Doppler, par images de particules, à fil chaud...) et MEMS, à l'aplomb de l'une des tables optiques présentes.

Toutes les alvéoles ont besoin de lignes gaz pour l'air comprimé et l'azote N2 ainsi que trois lignes [de](#) gaz raccordables pour des besoins spécifiques. De même, le réseau d'eau sera toujours distribué et accompagné de la présence de siphon de sol et parfois de siphon mural en plus.

[Les salles « Visu Vélocimétrie Thermoac Préparation syst » et « Planck analyse de gaz »](#) [Les alvéoles Visualisation et Planck](#) requièrent la présence d'une ligne gaz CO2 et de détecteurs ~~pour ce~~ gaz CO2 et ~~pour le gaz~~ CO également. Un réseau d'eau glacée devra être disponible dans les deux dernières alvéoles citées et dans l'alvéole Vélocimétrie.

[principalement](#) [\[AF10\]](#) [\[AF11\]](#)

Sous-secteur 2 : Le hall « moyens de caractérisation thermo-fluidique » lui-même composé de deux différents espaces fermés et isolés, car générateurs de fortes nuisances (sonores, thermiques, etc.).

- Trois salles dédiées aux souffleries, aux tunnels hydrodynamiques, méthodes de diffusions MIE et Rayleigh[AF12]

• ~~Une salle dédiée aux souffleries et aux tunnels hydrodynamiques~~

Cet espace accueillera au maximum quatre moyens d'essais (deux souffleries et deux tunnels hydrodynamiques) qui permettront d'appliquer sur des écoulements académiques les méthodes et les systèmes métrologiques qui sont mis au point dans les deux halls diagnostics optiques et capteurs et sondes thermoélectriques. Une extraction murale (air et aérosols) avec rejet sur l'extérieur et une extraction (air et aérosol) par la partie supérieure doivent être présentes. Ces équipements génèrent des niveaux sonores importants qui ne devront pas être propagés vers les autres halls et les autres zones ou plateaux, ce qui impose une isolation acoustique. De plus, les souffleries produisent des calories (échauffement des ventilateurs) qui devront être évacués.

Cette Ces salles seront pourvues de lignes gaz pour l'air comprimé et l'azote N2 ainsi que des lignes gaz raccordables pour des besoins spécifiques. De même, le réseau d'eau et le réseau eau glacée seront distribués et accompagnés de la présence de deux siphons de sol et de siphons muraux.

- Une salle « Planck Analyse de gaz »

• ~~Une cellule de combustion~~

La salle doit être climatisée afin de maintenir une température acceptable pour les systèmes de métrologie et avoir une extraction directe des produits de combustion. Cette cellule générera des niveaux sonores importants qui ne devront pas être propagés vers les autres halls et les autres zones ou plateaux, ce qui impose une isolation acoustique.

La panoplie gaz doit comporter l'air comprimé, l'azote N2, le méthane CH4, le CO2 et des lignes raccordables pour des besoins spécifiques, ce qui implique la présence de détecteurs CO2 et CO.

Sous-secteur 3 : la zone de préparation, de conditionnement et de prototypage destinée d'une part aux systèmes optiques et d'autre part aux systèmes d'acquisition-, sera située dans la salle « Visu Vélocimétrie Thermoac Préparation Sys ».

La première zone est dédiée à la préparation, au conditionnement et au prototypage de systèmes de métrologie optique qui seront déployés soit sur les autres plateaux recherche ou soit hors site, chez des partenaires académiques et industriels. Il est donc nécessaire d'avoir directement accès sur l'extérieur pour le chargement et le transport des systèmes. Une extraction devra être présente pour l'air et les aérosols.

La deuxième zone est dédiée à la préparation, au conditionnement et au prototypage de systèmes des systèmes d'acquisition. Cette zone sera équipée de plusieurs placards sur toute la hauteur afin de ranger les différents équipements et systèmes d'acquisition. C'est une zone à accès contrôlé (fermé par porte badgée) est disposée à proximité de la zone de préparation et de conditionnement des systèmes optiques.

Sous-secteur 4 : Le hall capteurs et sondes thermoélectriques.

Il possède deux espaces-salles : « Fabrication et mise au point Chimie » et « Caractérisation et calibration-matériaux ». Ces deux espaces seront alimentés en fluides (air comprimé, eau froide, eau chaude, eau glacée, azote), climatisés, sous éclairage naturel (occultation possible) et avec accès contrôlé.

- L'espace « Fabrication et mise au point Chimie » est destiné à la réalisation de capteurs. Cet espace, fermé, lumière naturelle, de hauteur sous plafond 2,5 m devra posséder plusieurs placards (sur hauteur sous plafond) pour le rangement de matériels de fabrication (composants, petits équipements).
- L'espace « Caractérisation et calibration-matériaux » permettra de tester les capteurs réalisés sous différentes conditions (optiques, thermiques). Cet espace, fermé, de hauteur sous plafond 4 m devra posséder plusieurs placards (sur la hauteur sous plafond) pour le rangement des capteurs, des composants et des petits équipements. Il faudra prévoir un système d'évacuation des fumées.

Locaux communs

~~Une salle de chimie est à créer au sein du plateau de recherche afin de faire les préparations de produits chimiques nécessaires aux expérimentations. Elle disposera de postes de travail sur des paillasses humides. Il s'agira d'une salle fermée, protégée et ventilée.~~

Plateau 5 : Hydrogène

Ce plateau accueille des salles d'expérimentation essentiellement sur des piles à combustible de type PEM **principalement** de faibles puissances, <30kW.

Les salles seront pourvues d'une zone à atmosphère contrôlée sécurisée qui abriteront des prototypes et système en développement. Les manipulations réalisées sur ces bancs expérimentaux requièrent la présence de ligne de gaz (Hydrogène, azote, air comprimé), d'évacuation d'effluent gazeux, de réseau d'eau de refroidissement (4 à 8°C), d'eau déminéralisée et d'eau brute et équipées d'un siphon de sol.

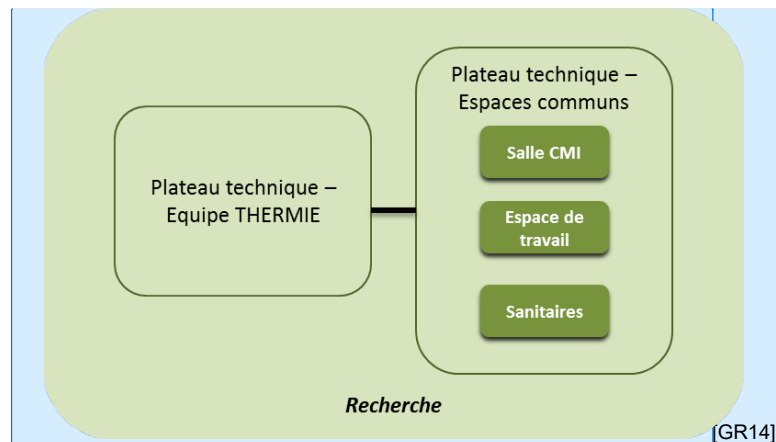
L'hygrométrie et la température sont des paramètres ayant une forte influence sur le résultat des manipulations. La salle équipé de capteurs d'hygrométrie et température monitorés pour permettre le suivi et l'enregistrement de ces paramètres^[AF13].

7.4.3 Plateau technique – Espaces communs

Surfaces

Plateau technique - Espaces communs		104 m ²			
Bureaux ITA-Biatss	REC-27	32 m ²	1	32 m ²	
Salle Graduate Schoole et CMI	REC-28	43 m ²	1	43 m ²	
Salle de projet recherche	REC-29	28 m ²	1	28 m ²	
Vestiaire et douches	VEST		1	pm	
Sanitaires	SAN		1	pm	

Schéma fonctionnel



Description fonctionnelle détaillée des locaux prévus en phase 1

La salle CMI doit permettre l'accueil de 20 étudiants, avec bureaux et paillasses. Cette salle sera dédiée à la formation du Cours Master en Ingénierie de l'UFR STGI. Elle sera située à proximité des plateaux techniques de la recherche.

L'espace de travail est à destination des chercheurs. Il permettra d'accueillir jusqu'à 10 à 15 personnes autour de tables de travail. Il sera situé à proximité des plateaux techniques de la recherche.

Des sanitaires seront prévus à proximité des plateaux de recherche, avec à chaque fois, un bloc H et un bloc F contigus.

7.4.4 Ateliers

Pour mémoire, ces espaces ne sont pas concernés par la phase 1 de l'opération.

Surfaces

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Observations
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	
Ateliers					510 m²	
Espaces tertiaires					72 m²	
Bureau techniciens 3p.		24 m²	3	72 m²		
Espaces techniques					438 m²	
Atelier équipement lourd		255 m²	1	255 m²		
Atelier montage mécanique /électrotechnique		83 m²	1	83 m²		
Magasin mécanique		80 m²	1	80 m²		
Réalisation de circuits imprimés		20 m²	1	20 m²		

Nota : les surfaces en vert ne sont pas à prévoir dans le cadre de la phase 1.

Description sommaire des locaux prévus en phase 2

Les « Espaces tertiaires » et « Espaces techniques » devront être situés à proximité les uns des autres (zone identique) et attenants à la recherche (niveau rez-de-chaussée). La hauteur sous plafond sera de 4 m (sauf pour les bureaux de techniciens). Prévoir les fluides suivants : eau froide, eau chaude, alimentation électrique (220 V), air comprimé.

Une attention particulière devra être portée au local « Réalisation de circuits imprimés » qui sera indépendant des autres locaux (ventilé avec extraction d'air vers l'extérieur et stockage de produits chimiques, siphon de sol, évier avec eau froide et eau chaude, douche).

Prévoir une ouverture des portes par badge ainsi que de grandes portes d'accès.

7.5 LOGISTIQUE

Surfaces

Entités fonctionnelle	N° Fiche Local	Surfaces utiles PROGRAMME TOTAL				Observations
		Surface unitaire	Nbre	Sous Total	Total	
Logistique		215 m²				
Stockage		150 m²				
Réserve matières		150 m²	1	150 m²		
Stockage gaz	LOG-1	15 m²	1	pm		En extérieur
Informatique		15 m²				
Salle serveurs	LOG-2	15 m²	1	15 m²		
Entretien		50 m²				
Local ménage	LOG-3	5 m²	6	30 m²		2 par niveau
Local déchets	LOG-4	20 m²	1	20 m²		

Nota : la réserve matières et 2 locaux ménage sur les 6 ne sont pas à prévoir en phase 1.

Description fonctionnelle détaillée des locaux prévus en phase 1

Un espace de stockage en extérieur pour les gaz, notamment l'hydrogène, est prévu. Il respectera les exigences de sécurité en fonction des gaz et des volumes stockés.

La salle serveur, d'une surface minimale de 15 m² est prévu. Il est doté d'un contrôle d'accès.

Les locaux ménage servent au stockage des produits d'entretien. Ils sont équipés d'un robinet de puisage et d'un vide seau. Ils sont distribués à raison de 2 par étage.

Le local déchets permet le stockage des containers en vue de l'évacuation périodique des déchets. Il devra disposer d'un siphon de sol et d'un robinet de puisage. Son accès se fait depuis l'intérieur et depuis l'extérieur du bâtiment.

Description sommaire des locaux prévus en phase 2

La réserve matière sera située en rez-de-chaussée et disposera d'un accès livraisons.

7.6 AUTRES ESPACES

7.6.1 Circulations internes

Il s'agit des espaces de distribution et de desserte verticale et horizontale des locaux. Leur organisation doit être simple et directe pour des raisons de fonctionnalités et d'adaptabilité des locaux. Ils doivent permettre de relier les entités fonctionnelles entre elles. Ils permettent la livraison des matériels, mobiliers, équipements et fournitures dans tous les espaces, comme la distribution ou l'évacuation des utilisateurs. Ils sont conçus de façon à limiter la longueur et la monotonie des couloirs, sans nuire à la lisibilité de l'espace (éviter les parcours labyrinthiques).

L'**éclairage naturel** peut contribuer favorablement à la qualité de ces lieux ; il sera effectué une réflexion importante sur cette utilisation de manière à éviter l'utilisation d'une lumière artificielle dans la journée par souci d'économie d'énergie. Malgré tout, l'éclairage devra être justement dosé et facilement modulable. Pour éviter des effets d'éblouissement ou de contrejour prolongés, on évitera de disposer les ouvertures de manière frontale, en fond de couloir notamment.

Concernant les **circulations verticales**, la perspective de plateaux techniques pédagogiques en étage nécessitera donc la présence d'au moins 1 ascenseur pour les usagers, et 1 monte-charge pour les équipements et mobiliers. Dans la mesure du possible, ces points de montée devront pouvoir être mutualisés avec l'extension future.

La signalétique de jalonnement, d'identification des locaux, de sécurité des locaux, technique et de maintenance est inclus au marché des travaux.

7.6.2 Locaux techniques

Il s'agit de l'ensemble des locaux nécessaires au fonctionnement technique du bâtiment : informatique, TGBT, sous station de chauffage, ventilation, unité d'air comprimé et d'eau glacée, etc. Les accès des locaux techniques seront contrôlés par clé, mais devront pouvoir être visitables, pour permettre aux étudiants, sous surveillance d'un enseignement, de pouvoir observer les équipements techniques du bâtiment. Cette exigence s'inscrit dans la volonté de faire du bâtiment Energie un bâtiment démonstrateur, support de la pédagogie.

En raison du coût très élevé que représente leur déplacement, l'implantation et le dimensionnement de ces locaux devront être pensés de manière à tenir compte de l'adaptabilité et de l'évolutivité du bâtiment ainsi que de l'extension à venir. En effet, il ne sera pas prévu de locaux techniques supplémentaires dans l'extension, dont les réseaux seront directement reliés à ceux du bâtiment objet de la présente opération.

Les concepteurs se reporteront pour plus de détail au chapitre 2 – Volet Technique. Ils offriront des conditions de travail de qualité : plafond blanc et murs clairs, sol lavable (peint ou carrelé), éclairage adapté et accès aisé aux équipements qui y sont implantés.

7.6.3 Espaces extérieurs

Les espaces extérieurs à réaliser dans le cadre de l'opération sont limités aux abords directs du bâtiment. L'ensemble des espaces extérieurs devront pouvoir s'intégrer parfaitement dans le futur aménagement du campus, tel que présenté dans la partie 5.1 « Intégration du bâtiment sur le site », qui sera réalisé après la livraison du bâtiment. Les espaces extérieurs à prévoir dans la présente opération sont les espaces suivants :

- Un petit parvis d'entrée menant au hall d'entrée du bâtiment, relié aux espaces extérieurs existant du site. En fonction de la configuration de la connexion avec le bâtiment C, ce parvis pourra être aménagé pour participer à créer une entrée commune aux deux bâtiments.
- Des accès aux portes de garages des espaces le nécessitant. Depuis les voiries du site, il s'agit d'aménager une voie carrossable menant à ces accès.
- Une zone d'évacuation des déchets en relation directe avec le local « déchets ».

Les abords immédiats du bâtiment pourront être végétalisés pour contribuer à la qualité paysagère du site.

PROJET ECO-CAMPUS

CONSTRUCTION DE LA PHASE 1 DU BATIMENT ENERGIE SUR LE SITE DU TECHN'HOM

**UNIVERSITÉ DE
FRANCHE-COMTÉ**



CHAPITRE 2 : VOLET TECHNIQUE, EXIGENCES GÉNÉRALES ET PARTICULIÈRES



Cette partie est organisée en deux chapitres :

1. **Le cadre performantiel général**, dont la vocation est de rappeler les exigences du Maître d'Ouvrage en termes d'économie générale du projet et de respect des réglementations ;
2. **Les performances à atteindre par domaine technique**, dont la vocation est de regrouper suivant une logique de corps d'état les performances techniques à atteindre en exprimant les principes généraux qui doivent conduire à la conception du projet, ainsi que les exigences particulières qui permettent de définir le niveau de prestation attendu.

Les dispositions qui suivent ont ainsi pour but de définir à l'intention des équipes de conception le niveau de qualité et de performances que le Maître de l'Ouvrage désire obtenir dans sa future construction.

Le projet présenté devra donc :

- S'appuyer sur les "données" liées au site (terrain, réseaux existants, PLU...) ;
- Respecter le niveau de qualité et les performances souhaités par le Maître de l'Ouvrage ;
- Respecter l'ensemble de la réglementation en vigueur au moment des études ;
- Respecter les objectifs de la maîtrise d'ouvrage explicités en amont ;
- Respecter le programme fonctionnel développé en amont.

1 CADRE PERFORMANCIEL GENERAL

1.1 RAPPEL DES PRINCIPALES EXIGENCES REGLEMENTAIRES

Toutes les réglementations en vigueur au moment de la réalisation, dans le domaine de la construction ou dans les domaines concernant le projet particulier seront évidemment applicables au projet.

L'équipe de conception est réputée avoir une parfaite connaissance des réglementations en vigueur ; la présentation suivante, non exhaustive, constitue donc un simple rappel.

Les exigences techniques et fonctionnelles du Maître d'Ouvrage ne diminuent en rien la responsabilité de l'équipe qui reste seule juge de la manière de respecter à la fois ces exigences et la réglementation en vigueur dans le cadre du coût maximal de l'opération.

1.1.1 Textes réglementaires

Le projet devra être conforme à l'ensemble de la réglementation française en vigueur au moment de sa réalisation et satisfaire notamment aux dispositions contenues dans les documents suivants :

- Les règlements et arrêtés concernant la sécurité incendie et les risques de panique dans les Etablissements Recevant du Public ;
- Toutes normes réglementaires concernant la protection des personnes contre les risques (courants électriques, chutes, etc), notamment la protection des personnes durant le chantier ;
- Le code du travail (livre second, conditions de travail, sécurité et hygiène) ;
- Le code de la construction et de l'habitation (le livre premier dispositions générales pour les dispositions constructives) ;
- Les règles de l'art, Normes Françaises, Documents Techniques Unifiés, règles de calcul en général et toutes les règles particulières applicables aux établissements publics ;
- Les matériaux ne relevant pas des DTU doivent justifier d'un avis technique ou d'une enquête technique d'aptitude à l'emploi ;
- Les règles d'urbanisme attachées à la situation géographique du bâtiment ;
- La réglementation en matière de risques liés aux légionnelles (circulaire DGS n°98/771 du 31.12.98 modifiée par la circulaire DGS 2005-493 du 28 octobre 2005) ;
- Le cahier des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux : décret n° 87-253 du 8 avril 1987 ; J.O. du 10 Avril 1987, Economie Finances ;
- La réglementation thermique dont les arrêtés décrivant la RT2012 suivants :
 - Arrêté du 26 octobre 2010, relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments ;
 - Arrêté du 28 décembre 2012, qui complète le premier arrêté ;
- La réglementation acoustique applicable à ce projet : la loi sur le bruit du 31 décembre 1992, arrêté du 30 mai 1996 l'arrêté du 27 novembre 2012 relatif à l'attestation de prise en compte de la réglementation acoustique applicable en France métropolitaine aux bâtiments d'habitation neufs ;
- Les réglementations locales des services techniques publics tels qu'EDF, service des eaux, service des égouts, voirie, etc...
- La réglementation en matière de handicap telles que les lois sur l'accessibilité et l'égalité des chances et notamment la réglementation "handicapé" des ERP (décret du 17/05/06 et arrêtés du 01/08/06 et du 20/04/17) ;
- La réglementation sanitaire départementale pour la ventilation des locaux ;
- Les réglementations parasismiques ;
- La loi sur l'Eau ;
- Les codes de construction pour l'EUROPE (Eurocodes) ;

L'équipe de maîtrise d'œuvre a, entre autre, pour charge de s'informer des dernières publications normatives et réglementations applicables relatives au projet au moment de sa réalisation.

1.1.2 Dispositions constructives

Pour la conception et la réalisation des ouvrages, le concepteur devra se conformer aux différents textes techniques normatifs en vigueur au moment de la conception et de la construction des bâtiments.

Les textes normatifs spécifient les caractéristiques des produits ainsi que les règles de conception et d'exécution des ouvrages ; ce sont principalement les Documents Techniques Unifiés, les Avis Techniques, les Appréciations Techniques d'Expérimentation.

Il est précisé que **l'emploi de matériaux et de procédés nouveaux non homologués** devra faire l'objet d'un avis du C.S.T.B ou d'un cahier des charges approuvé par le bureau de contrôle.

Rappel de la composition des Documents Techniques Unifiés :

- **Les « Cahiers des Clauses Techniques »** (CCT-DTU, ancien « Cahier des charges DTU »), indiquent les prescriptions techniques de mise en œuvre et le choix des matériaux.
- **Les « Règles de calcul »**, permettent de dimensionner les ouvrages en fonction des contraintes rencontrées.
- **Les « Cahiers des Clauses Spéciales »** (CCS-DTU), associés à chaque CCT, définissent les clauses techniques et administratives et les limites d'application des Clauses Techniques.
- **Autres documents à citer dans le CCAP** pour devenir contractuel (mémentos, guides de choix).

L'équipe de maîtrise d'œuvre doit aussi prendre en compte la mise en place progressive d'une normalisation européenne.

Cette normalisation a obligé, à partir de 1990, le groupe de coordination des textes à se convertir en commission générale de normalisation du bâtiment et à faire évoluer les DTU vers le système de normalisation national pour qu'ils puissent ensuite être insérés dans le système de normalisation européenne.

Cette normalisation n'est pas terminée et cette désignation englobe des textes de statut très divers : DTU, mais aussi, norme française homologuée (HOM indiquée NF), norme expérimentale (EXP).

Applications des normes dans les marchés publics

L'application des normes françaises homologuées dans les marchés est rendue obligatoire par le décret du 26 janvier 1984. Le code des marchés publics rend le Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) obligatoire. Le CCTG est composé des Cahiers des Clauses Techniques (CCT-DTU) et des DTU Règles de calcul, selon la liste donnée au Journal Officiel. Il est possible de rendre contractuelles des règles non contenues dans le CCTG en les indiquant dans le Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) et ceci à la demande du Maître d'Ouvrage et sur les conseils du bureau de contrôle ou de toute autre personne compétente.

1.2 ACCESSIBILITE AUX PERSONNES A MOBILITE REDUITE

Les textes applicables sont nombreux, les dispositions, applicables aux établissements recevant du public peuvent être considérées comme des dispositions minimales à optimiser et intégrer au plus tôt dans la conception, afin de garantir une sécurité et un confort optimal pour l'ensemble des utilisateurs.

Une attention particulière sera portée sur la prise en compte globale de l'accessibilité portant à la fois sur les zones ouvertes au public et sur les zones réservées au personnel. En particulier :

- Signalétique (sonore, visuelle, tactile, etc.) ;
- Adaptation des zones d'attente (sièges, mobilier) ;
- Evacuation : mise en place d'espaces d'attente sécurisés le cas échéant ;
- Adaptation des équipements :
 - Sanitaires
 - Ascenseurs
 - Escaliers
- Cheminements : praticabilité, nature des revêtements, rampes, pentes, etc...
- Signalisation : les symboles internationaux d'accessibilité sont utilisés lorsque les aménagements spécifiques ne sont pas facilement repérables.

Le concepteur ne doit pas oublier que cette accessibilité s'entend, comme l'accessibilité aux bâtiments, mais aussi comme accessibilité des espaces extérieurs.

1.3 CONFORT ACOUSTIQUE

Le confort acoustique est un paramètre déterminant pour le confort des usagers. Les bâtiments publics doivent être construits et aménagés de telle sorte « que soient limités les bruits à l'intérieur des locaux, par une isolation acoustique vis à vis de l'extérieur et, entre les locaux, par la recherche de bonnes conditions d'absorption acoustique, ainsi que la limitation des bruits engendrés par les équipements des bâtiments. ». Pour le maîtriser, il faut tenir compte des bruits extérieurs et des niveaux sonores souhaités dans chaque espace.

Le concepteur devra prendre en compte l'ensemble de la réglementation s'appliquant au bâtiment au moment de sa conception et notamment en ce qui concerne :

- L'isolement aux bruits aériens
- La correction acoustique des circulations communes
- L'isolement aux bruits d'impact
- L'isolement aux bruits d'équipements
- L'isolement aux bruits extérieurs

Sauf exigence fonctionnelle impérative, les candidats veilleront à éloigner les locaux calmes des sources de bruits. D'une manière générale les espaces calmes et les espaces bruyants seront ainsi dissociés, et des espaces tampons doivent être prévus entre eux pour renforcer l'isolation phonique (dépôts, rangements intégrés...).

Le traitement acoustique des locaux doit être conforme :

- Au document « Cahier des recommandations techniques de l'Éducation nationale »,
- A l'Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement,
- Aux exigences de la cible 9 du référentiel « NF HQE Bâtiments Tertiaires », niveau « Base », pour l'activité « Enseignement » (millésime du référentiel le plus récent).

A défaut d'exigence particulière, pour les impacts, la réglementation de l'habitation sera retenue.

Les demandes complémentaires devront apporter un plus par rapport aux exigences réglementaires.

1.4 SECURITE

L'ensemble des contraintes de sécurité fait partie intégrante des données à prendre en compte en amont du projet. Le maître d'ouvrage souligne ainsi l'absolue nécessité de répondre à toutes les contraintes de sécurité – sûreté générales suivantes pour le projet :

- Protection – détection incendie, circulations conformes aux règlements en vigueur,
- Protection contre les déprédations,
- Sécurité technique de fonctionnement des utilités d'énergie, électricité, eau,
- Sécurité des cheminements et circulations...

Deux spécificités du projet sont également à prendre en compte :

- Protection de la zone recherche (ZRR),
- Protection des zones à atmosphère contrôlée
- Protection des locaux à risques (Espace H2 ATEX).

Tout au long de l'élaboration du projet, il est par conséquent attendu une concertation avec le Contrôleur Technique et les membres de la future Commission de Sécurité (Service Départemental d'Incendie et de Secours notamment).

1.4.1 La sécurité incendie

La conception et l'aménagement du bâtiment doivent impérativement être conformes aux différents textes en vigueur applicables à la catégorie du bâtiment concerné. L'établissement rentre dans la catégorie des Etablissements Recevant du Public et comprend des locaux d'enseignement, des locaux de recherche, des locaux de maintenance, etc. La réglementation incendie (prévention, isolation, détection et protection) doit être examinée au regard de chaque spécificité.

Le bâtiment sera conforme aux exigences réglementaires des établissements recevant du public de type R (établissement d'enseignement).

A noter que l'alarme incendie ne sera ~~pas extensible commune~~ au bât C ~~+mais en revanche extensible pour la prise en compte d'une seconde tranche du bâtiment Energien avec 1 CSSI unique.~~

Quelques principes à respecter :

D'une manière générale, les locaux doivent être conçus de manière à assurer :

- L'évacuation rapide de la totalité des occupants dans des conditions optimales,
- L'accès de l'extérieur et l'intervention des services de secours et de lutte contre l'incendie,
- La limitation du feu à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

Ceci implique le respect de points importants :

- Le nombre et la largeur minimale des dégagements et circulations calculés proportionnellement au nombre de personnes appelées à l'utiliser,
- La longueur et la facilité du cheminement pour atteindre une zone protégée : L'utilisation de parois et portes offrant un degré minimum de résistance au feu pour assurer la protection des biens et des personnes.
- La définition de zones coupe-feu devra guider les choix dès le début du travail de conception,
- La conception du bâtiment devra minimiser les issues de secours indépendantes des circulations principales,
- Le bâtiment sera équipé de paratonnerre,
- Le type du système d'alarme sera adapté au nombre d'occupants des locaux considérés et reliés aux locaux de surveillance,
- Une liaison avec les sapeurs-pompiers doit être assurée par téléphone urbain, les modalités d'appel doivent être rappelées de façon claire et permanente près des appareils reliés au réseau urbain,
- La centralisation du réarmement des portes coupe-feu,

- La construction du bâtiment ne devra pas pénaliser l'accès des véhicules de secours,
- Les systèmes de désenfumage, trappe et conduits, seront étudiés avec soin,
- La signalisation et l'éclairage de secours seront conformes aux normes,
- Les emplacements des dispositifs d'extinction d'un feu seront prévus en installant des armoires de protection anti-vandalisme pour les extincteurs
- Des bornes incendie, à l'extérieur des locaux, en fonction de la disposition des bâtiments, seront installées pour faciliter les secours,
- Les protections concernant les risques d'incendie seront renforcées dans les plateformes,
- Les extincteurs ainsi que les plans d'évacuation dus au titre de la sécurité incendie sont compris dans le coût du bâtiment au titre des marchés de la construction.

A noter qu'il existe un poteau incendie au 2 rue Duvillard. Il est donc à 60 m du projet soit une distance très en deçà des 400 m. Au cas où cet équipement ne permettrait pas de satisfaire au besoin, il sera prévu de compléter ce dispositif dans le cadre de l'opération.

1.4.2 La sécurité des personnes

Généralités

La conception des espaces doit garantir la sécurité des personnes. En prévention des accidents corporels des mesures sont souhaitables :

- Séparations des flux extérieurs aux abords du bâtiment pour éviter les croisements entre piétons et véhicules motorisés, entre voitures et véhicules de livraisons.
- Eviter les sols glissants,
- Eviter les saillies du gros œuvre,
- Limiter le poids des plafonds suspendus,
- Nature des parois et des vitrages : Dans les locaux ouverts au personnel, les allèges doivent soit résister aux chocs, soit ne pas présenter de danger en cas de bris, soit être protégées. L'usage du verre armé ou trempé est déconseillé, tandis que le verre de sécurité, de préférence feuilleté est conseillé.
- Protéger les accès contre les chutes accidentelles d'objets tombant des ouvertures des étages les surplombant s'il a lieu (auvent, saillies, etc.).
- Limiter les possibilités de basculement ou de chutes d'objets dans les escaliers, les marches ne doivent pas permettre de déraiper.
- La fermeture des portes de recoupement sera automatique et asservie à l'alarme en cas d'incendie, elles resteront ouvertes pendant le fonctionnement normal de l'établissement. Il sera à éviter les ventouses magnétiques fixées sur des cloisons latérales. Il est préféré les blocs compacts de sécurité fixés en partie haute des huisseries. Ces blocs renferment les fermes portes et le dispositif de maintien des portes en position ouverte.
- Tous les organes de sécurité par rapport aux réseaux d'eau, de gaz, d'électricité ou de chauffage sont inaccessibles aux personnes mais aisément accessibles pour le personnel de maintenance et d'entretien.

Secteur ATEX

La plateforme de TP de l'espace H2 sera une zone **ATEX**^[AF15].

La conception de cet espace devra respecter les réglementations européennes et françaises en vigueur notamment la **norme NF M58-003 « Installation des systèmes mettant en œuvre l'hydrogène » publiée en décembre 2013** qui fixe les exigences des installations en matière d'équipements de production, de distribution, de récipients de stockage, de tuyauterie et, d'une manière générale, de tous les équipements fonctionnant à l'hydrogène ainsi que leurs accessoires.

Cette norme vise toutes les applications stationnaires faisant appel à l'hydrogène gazeux et on y trouve notamment toutes les questions sur les exigences relatives aux éléments de l'installation (distances, matériaux, ventilation, détection, tuyauteries, raccords, événements, vannes, soupapes, signalétique...).

Risques attentat

L'université commence à se poser cette question sous la responsabilité du FSD. La solution semble le contrôle d'accès. Des discussions seront à prévoir sur ce point entre la MOE et l'Université.

1.4.3 La protection contre les intrusions

Pour concevoir leur projet, les groupements sont invités à prendre en compte les éléments suivants :

- Le bâtiment abrite une **zone à régime restrictif (ZRR)** correspondant à une partie des locaux de recherche,
- Il abrite des matériels de valeur (matériel, outils, ordinateurs, audiovisuel, etc.).

Protection active

Les principes suivants sont retenus :

- Sur l'ensemble du site, « étanchéité » d'accès entre locaux publics (enseignement) et locaux non publics (locaux de recherche essentiellement mais aussi locaux de stockage, d'entretien...),
- Protection anti-effraction sur l'ensemble des locaux sensibles situés au rez-de-chaussée, portes et fenêtres,
- Alarmes anti-intrusion sur les locaux de la zone ZRR,
- Alarmes anti-intrusion sur les accès au bâtiment, dans les circulations principales et sur l'accès des locaux sensibles,
- Alarmes à l'ouverture des issues de secours donnant vers l'extérieur, avec possibilité de les désactiver sur demande,
- Système anti-intrusion par zonage.

Les portes des accès principaux et les locaux sensibles seront équipés de serrure de sécurité renforcée non reproductible (canon européen). Les accès de secours spécifiques seront ouvrables par poignées en face interne uniquement.

Contrôles d'accès

Le contrôle d'accès au bâtiment et à certains locaux (voir fiches locaux) sera assuré par le système de carte multi services de l'Université (Cf. détail dans le paragraphe 2.8.3.

1.5 PRISE EN COMPTE DE LA NOTION DU COUT GLOBAL

Le Maître d'Ouvrage attache une grande importance à l'incidence de l'investissement sur le budget d'exploitation et de maintenance.

La proposition du groupement devra prendre en compte les objectifs suivants :

- **Limiter le coût d'investissement** par une optimisation des choix concernant les options fonctionnelles, les matériaux, les principes constructifs et techniques et les équipements,
- **Garantir les meilleures conditions de durabilité** des différents constituants du bâtiment en adaptant en particulier les prestations aux conditions d'utilisation spécifiques des locaux,
- **Réduire les coûts de maintenance**, tout en maintenant un bon niveau de qualité de service,
- **Réduire les coûts d'exploitation**.

D'une manière générale, le maître d'œuvre devra adopter des procédés et des matériaux présentant une garantie prouvée de durabilité. Ils offriront une bonne qualité de vieillissement et une bonne résistance aux agressions extérieures. Les matériaux mis en œuvre seront adaptés à l'utilisation des locaux et à leur fonction. Les éléments de fonctions particulièrement soumis aux chocs ou vieillissement seront facilement remplaçables. Les éléments démontables, tels les faux-plafonds, faux-planchers ou cloisons mobiles, devront résister aux poses et déposes dans le respect des impératifs esthétiques des candidats.

Certains lieux devront faire l'objet de traitements particulièrement étudiés du fait de leur fréquentation importante. Il s'agit des circulations y compris ascenseurs, des locaux d'enseignement et des sanitaires. Ces espaces doivent donc faire l'objet de traitements particulièrement résistants tout en conservant un aspect compatible avec leur fonction d'espaces de convivialité (solidité des équipements et de leur mode d'accrochage le cas échéant).

1.6 FLEXIBILITE – EVOLUTIVITE

Le Maître d'ouvrage souhaite obtenir un bâtiment susceptible de pouvoir s'adapter aux modifications et évolutions inhérentes à ce type d'équipement.

Les aménagements et les équipements du bâtiment doivent donc être conçus et réalisés de façon à permettre l'adaptation des espaces aux besoins évolutifs des usagers, adaptation pouvant concerner aussi bien des réaménagements d'un ou deux espaces isolés que des ensembles plus importants.

A minima, la conception des espaces dédiés à l'enseignement et à la recherche devra ainsi intégrer :

- La possibilité de modifier le cloisonnement intérieur afin de pouvoir s'adapter à des configurations différentes.
- Une desserte par les réseaux non bloquante en cas de recloisonnement – desserte en goulotte ou sur colonne (limiter les arrivées sur paillasse).

2 PERFORMANCES A ATTEINDRE PAR DOMAINE TECHNIQUE

2.1 GROS ŒUVRE

2.1.1 Infrastructure

Fondations

Pour la conception des fondations, le concepteur se référera à l'étude géotechnique préliminaire fournie par le Maître d'ouvrage au stade concours. Le cas échéant, il sollicitera du Maître d'Ouvrage les études géotechniques complémentaires qu'il jugera nécessaires.

Sur la base des conclusions de l'étude géotechnique, il déterminera le type de fondations le plus approprié tant au terrain qu'à l'ossature générale du bâtiment. Il prendra notamment en compte les caractéristiques hydrologiques du site afin de déterminer la profondeur des constructions, le positionnement des constructions par rapport aux eaux souterraines, etc.

A noter que la démolition de la halle C préalablement à la construction du bâtiment neuf aura permis la purge des sols sur une profondeur de 1.50 mètre. La réutilisation de fondations existantes à des profondeurs plus importantes pourra être étudiée par l'équipe de conception.

Le cas échéant, les fondations du bâtiment neuf devront permettre de réaliser des galeries techniques à l'aplomb des cheminements des réseaux.

Vide sanitaire / galerie technique

Toute solution technique est envisageable dans la mesure où elle est justifiée et compatible avec les contraintes de site et de sol, la structure du futur bâtiment et le coût de l'opération.

La problématique du radon devra notamment être prise en compte (peut imposer la création d'un vide sanitaire).

Les galeries techniques doivent avoir une hauteur minimale de 1,80 m, être éclairées et ventilées, afin de permettre la maintenance des réseaux sous dallage. Les dalles couvrant les vides sanitaires le cas échéant seront isolées.

2.1.2 Structure

La stabilité générale et la résistance des structures doivent être étudiées en tenant compte :

- Des données géologiques et géotechniques ;
- Des données climatiques ;
- Des contraintes de sécurité ;
- Des charges d'exploitation ;
- De l'application des règles de calcul des ouvrages, en particulier concernant la prise en compte des contraintes vibratoires.

La structure devra permettre une certaine flexibilité dans la position et l'utilisation des locaux. La trame doit donc être régulière et les voiles porteurs sont à éviter (en dehors des façades et des circulations verticales), au profit d'un système de poteaux et poutres.

Les poteaux tombants à l'intérieur du volume utile de l'ensemble des espaces d'enseignement et de recherche, du hall d'accueil, etc. sont proscrits. Ils sont fortement à limiter dans les grands espaces, ou alors à positionner judicieusement par rapport à la configuration de la salle.

Les gaines techniques verticales doivent offrir une souplesse maximale d'utilisation et d'évolution. Elles ne doivent pas subir de dévoiement sur la hauteur du bâtiment et devront être dimensionnées pour permettre d'accepter les évolutions technologiques.

Charges d'exploitation

Les charges minimales au sol à prendre en compte pour les locaux sont les suivantes :

Type de locaux	Charges d'exploitation daN/m ²
Hall, circulations, escaliers	4,0 KN/m ²
Zone de bureaux et locaux associés	2,5 KN/m ²
Laboratoires, salles de TP	3,5 à 5 KN/m ²
Plateformes, ateliers, plateaux techniques	5 à 15 KN/m ²
Espaces de travail banalisés (enseignants, étudiants)	2,5 KN/m
Espace de reprographie	2,5 KN/m ²
Salle de réunion / showroom	3,5 KN/m ²
Stockage inférieurs à 20m ²	3,5 KN/m ²
Sanitaires, locaux ménage	1,5 KN/m ²
Local poubelle	4,0 KN/m ²
Locaux techniques	4,0 KN/m ² minimum et selon installations techniques du local

Les charges d'exploitation et surcharges ponctuelles par local sont indiquées dans les fiches espaces et constituent des exigences minimales.

Afin de permettre l'évolutivité du bâtiment, les candidats s'attacheront à uniformiser les caractéristiques des planchers dans une même zone.

Hauteur sous plafond

Il s'agit de la hauteur libre de tout élément constructif (poutres, etc.) ou technique, même ponctuel (passage de fluides ou d'air, faux plafonds ou faux planchers).

La hauteur libre minimale est comprise entre 2,50 et 4.50 mètres pour l'ensemble des locaux.

Des hauteurs supérieures ponctuelles peuvent être demandées en lien avec des installations de TP ou de recherche.

Ces hauteurs sont précisées dans les espaces.

2.2 CLOS ET COUVERT

2.2.1 Toiture

La réalisation d'une toiture terrasse est imposée au moins sur une partie du bâtiment. Celle-ci accueillera des équipements scientifiques accessibles pour la recherche uniquement (notamment éolienne, station météo...) mais dont les données de fonctionnement seront accessibles en lecture pour l'enseignement via la GTC.

Afin de garantir la sécurité des chercheurs amenés à accéder à la toiture, celle-ci devra être accessible aisément (escalier fixe) et protégée, a minima par des équipements de protection collective (clôture périphérique ou garde-corps à l'exclusion de lignes de vie). De plus, l'accès à la toiture sera protégé par une serrure propre à cet accès.

Les parties transparentes ou translucides de la toiture le cas échéant doivent être conçues et / ou traitées de manière à ne pas induire d'inconforts visuels, thermiques (surchauffe l'été, difficulté de chauffage l'hiver), acoustiques (pluie et vent) et garantir un nettoyage facile.

La durabilité et la fiabilité de l'étanchéité de la toiture terrasse recouvrent plusieurs aspects :

- La conception générale du plan masse, de la volumétrie du bâtiment et des détails constructifs ;
- Le choix des matériaux et des techniques de réalisation ;
- La qualité de la mise en œuvre pendant la phase travaux ;
- Le suivi des tâches périodiques de vérification et d'entretien préventif.

2.2.2 Façades

Les façades du bâtiment devront s'intégrer dans la composition globale du campus, à savoir en relation avec les nouvelles perspectives liées au schéma d'aménagement urbain retenu mais aussi avec son rôle principal et son exposition au cœur du campus. Toutes les façades devront ainsi être traitées comme des façades principales et jamais comme des façades arrière.

Des façades lisses seront privilégiées. Les matériaux d'imitation seront évités. Les revêtements de type vêture seront calepinés avec soin.

Les descentes d'eaux pluviales seront invisibles, et intégrées dans le bâtiment, les barbacanes et trop pleins desservant potentiellement les surplus d'eau de pluie dans l'espace public sont interdits. Les mises en œuvre des matériaux devront éviter les souillures liées à l'eau.

Le projet sera étudié de manière à favoriser l'ensoleillement des espaces. Les formats de verre seront larges et généreux. Les matériaux utilisés pour les ouvrants doivent être le bois, l'acier ou l'aluminium. En aucun cas, il ne pourra être utilisé de PVC.

Les parois extérieures du bâtiment devront répondre aux règles de qualités essentielles de confort acoustique et thermique, de sécurité, d'étanchéité, d'imperméabilité à l'air, de durabilité, d'aspect et d'entretien ainsi qu'aux conditions climatologiques de la zone.

De plus, elles devront :

- Présenter des performances thermiques des produits utilisés en façade et pour les menuiseries extérieures permettant de respecter les objectifs de développement durable (voir référentiel HQE et hiérarchisation des cibles) ;
- Répondre à l'exigence de durabilité, en particulier les joints de façades auront une durabilité garantie de 10 ans ;
- Être auto-lavables et ne nécessitant pas d'entretien courant – Durabilité 10 ans sans entretien lourd requis ;
- Disposer d'un renforcement des soubassements vis à vis des chocs accidentels et des frottements usuels, particulièrement au rez-de-chaussée et dans les parties accessibles (traitement anti-salissures des pieds de murs...) ;
- Disposer d'un traitement des écoulements le long des façades de manière à éviter l'apparition des « coulures » ;
- Ne pas être à l'origine de bruits importants en cas de grand vent et de grêle ;

- Connaître un traitement anti-graffitis dans les parties sensibles (façades accessible depuis l'espace public notamment).

Les caractéristiques thermiques minimales à obtenir pour l'enveloppe sont les suivantes :

- Façades : $U \leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- Planchers hauts sur l'extérieur : $U \leq 0.15 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- Planchers bas sur l'extérieur ou locaux non chauffés : $U \leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Le système constructif retenu devra par nature limiter les ponts thermiques, l'ensemble de ces derniers devront faire l'objet d'un traitement.

2.2.3 Ouvertures extérieures

Menuiseries extérieures

Les menuiseries devront être conformes aux normes en vigueur (classement minimal A2-E2 V2) et une homogénéité sera recherchée afin de garantir la facilité d'entretien et d'intervention.

Les différents gabarits de portes et autres ouvertures extérieures seront impérativement adaptées à la destination des locaux, aux contraintes techniques, aux contraintes de sécurité.

L'utilisation du PVC n'est pas souhaitée.

Seules les portes conçues pour l'extérieur seront admises. Des portes en acier, avec une hauteur de passage de 2,2 m sont préconisées.

Les menuiseries extérieures devront présenter une performance minimale correspondant à l'atteinte d'un coefficient $U_{w \text{ max}}$ de 1,4 (fenêtre complète) et d'un coefficient $U_{g \text{ max}}$ de 1,1 $\text{W/m}^2\text{.K}$ (vitrage).

Les menuiseries extérieures devront être certifiées par un classement A4-E4-VA2 et dotées de doubles joints d'étanchéité à l'air.

Quincaillerie des menuiseries extérieures

Les serrures, y compris les serrures « de sûreté », doivent entrer dans le cadre d'un organigramme établi avec le responsable de l'équipement mais dont la réalisation est à la charge du groupement.

Les portes munies d'un contrôle d'accès doivent être également équipées d'une serrure.

Le nombre de double de clés est à préciser ultérieurement.

Les quincailleries devront être robustes, simples et porter un label de qualité S.N.F.Q.

Ouvrants

Les ouvrants seront particulièrement robustes, simples et facilement manœuvrables et de dimensions adaptées aux locaux.

Les critères suivants devront être respectés :

- Stricte limitation de l'encombrement des locaux à l'ouverture,
- Sécurité à l'ouverture pour éviter les accidents à l'intérieur des locaux,
- Sécurité contre les risques d'effraction,
- Dispositifs d'occultation ne présentant pas de gêne pour les manœuvres de l'ouvrant,
- Facilité d'entretien courant,
- Sécurité en cas d'incendie (éviter les dégagements toxiques).

Vitrages

Les vitrages seront proposés dans un souci d'optimisation du confort thermique, visuel et acoustique, vitrage double à faible émissivité à minima. Ils doivent participer à l'obtention des objectifs énergétiques indiqués au référentiel HQE.

Les verrières qui peuvent poser des problèmes délicats d'entretien (nettoyage) et d'échauffement des locaux devront être traitées avec des précautions particulières (accès, orientations, ventilations, matériaux teintés...). Les problèmes de bruits engendrés par les intempéries devront là aussi être pris en considération.

Nettoyage des vitrages

Des conditions optimales de nettoyage des vitres extérieures devront être remplies. En particulier, il est demandé au groupement de justifier de l'accessibilité à la totalité de la surface des éléments vitrés, sur les 2 faces et ce de manière aisée et peu coûteuse en matière de charges d'exploitation. (Description à fournir au sein de l'offre du groupement).

Occultations et protections

Les choix techniques concernant les protections solaires devront être justifiés par la réalisation d'une simulation thermique dynamique par le groupement, au stade avant-projet, selon des hypothèses d'utilisation validées par le maître d'ouvrage (sur proposition du groupement). Des hypothèses non réalistes (occultations opaques fermées à 100% toute la journée sur des locaux à occupation autre que passagère) pourront être refusées.

Les protections solaires devront être adaptées à chaque orientation (ex. : un brise-soleil vertical n'est pas adapté pour la protection d'une baie orientée au Sud).

Le choix du recours à des protections fixes ou mobiles devra être argumenté par le groupement, par orientation de façades.

Sur les baies exposées, les protections solaires devront être extérieures.

Les protections solaires motorisées devront pouvoir être commandées depuis la GTC.

2.2.4 Etanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air des locaux sera particulièrement soignée. Le coefficient de perméabilité à l'air sera inférieur à 0.6vol/h sous 50Pa, ce qui implique :

- Une très bonne étanchéité des menuiseries (doubles joints et réalisation soignée de l'étanchéité),
- Un traitement exhaustif de l'étanchéité à l'air par la mise en œuvre d'un freine vapeur le plus continu possible à l'arrière des parois perméables à l'air,
- Une limitation et un traitement étanche des pénétrations de réseaux à travers l'enveloppe du bâtiment,

Le respect de ces objectifs passe par un travail de description très précis dans les pièces de marché, qui devront contenir :

- Des carnets de détail explicites sur le traitement des ponts thermiques et de l'étanchéité à l'air,
- Des postes détaillés dans les CCTP et DPGF des lots concernés, avec une définition et un allotissement clairs des prestations à mettre en œuvre,
- Un chapitre spécifique dans tous les CCTP sur les objectifs à tenir, la façon dont ils seront vérifiés, et les conséquences pour l'entreprise dont les ouvrages s'avèreraient défectueux.

L'étanchéité à l'air sera vérifiée en cours de chantier par au minimum deux tests à la porte soufflante, à charge du concepteur-réalisateur :

- L'un à l'issue des travaux de clos et couvert,
- L'autre en fin de chantier avant réception.

La mesure de perméabilité à l'air sera réalisée conformément à la norme NF EN 13829 « Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments » et son guide d'application GA P50-784.

2.3 SECOND ŒUVRE

2.3.1 Cloisons intérieures

Principe général

Dans les zones publiques ou accessibles aux étudiants, tous les équipements mis en œuvre seront particulièrement **robustes**, traités en qualité "**Antivandalisme**" tant pour leur solidité que pour leur mode d'accrochage.

Lorsqu'une liaison visuelle est demandée entre un espace et un autre, une cloison vitrée doit être prévue.

Cloisons sur circulations

Le parement des cloisons sur les circulations devra avoir une bonne résistance mécanique aux chocs, en particulier avec un dispositif de renforcement à tous les angles saillants.

Les revêtements muraux ou peinture des autres parties doivent être lessivables et résistants aux nettoyages intensifs au moyen de détergents puissants (vernissage sur 1m de hauteur).

Cloisons des sanitaires

Les cloisons des sanitaires seront en dur. Les cloisons légères avec vide au-dessus et en dessous sont proscrites.

2.3.2 Menuiseries intérieures

Portes

Les portes sont dimensionnées en fonction de la réglementation incendie, des réglementations d'accessibilité et en fonction des activités réalisées dans les locaux qu'elles séparent (Cf. fiches espaces).

Les menuiseries doivent répondre aux exigences des normes françaises. Toute solution faisant appel à d'autres matériaux doit être soumise à l'appréciation du maître d'ouvrage.

Dans les cabines WC, les portes s'ouvriront vers l'extérieur et seront condamnables depuis l'extérieur. Elles seront munies d'indicateurs de présence.

Pour tous les types de porte, il est prévu des plaques de propreté de grandes dimensions, et en partie basse, des protections sur 0.25 m minimum, ainsi que des butoirs.

Les portes de recoupement doivent être asservies à une horloge, afin de systématiser son ouverture et sa fermeture, sans nécessité de réenclenchement porte par porte.

Pour les grands volumes (salles supérieures à 50 m²), les portes auront une hauteur de passage de 2,20 m.

Quincaillerie des menuiseries intérieures

Les serrures, y compris les serrures « de sûreté », doivent entrer dans le cadre de l'organigramme établi avec le responsable de l'équipement dont la réalisation est à la charge du groupement.

Les portes munies d'un contrôle d'accès doivent être également équipées d'une serrure. Le nombre de double de clés est à préciser ultérieurement. Les quincailleries devront être robustes, simples et porter un label de qualité S.N.F.Q. De plus, chaque porte devra être indépendante pour le verrouillage et le déverrouillage.

Vitrages des menuiseries intérieures

Les blocs portes de tous les locaux (excepté les sanitaires, locaux techniques et autres locaux sans occupation tels que les stockages) pourront disposer d'une partie latérale vitrée.

Les vitrages ne contribuent en aucun cas à affaiblir les qualités phoniques et thermiques des locaux qu'ils séparent, ni à en abaisser les niveaux de protection incendie ou anti-intrusion.

2.3.3 Revêtements murs – sols – plafonds

Les critères de choix des revêtements sont multiples, ils recouvrent les notions techniques, esthétiques, économiques, ergonomiques et de maintenance.

Pour le choix des matériaux, de leur mise en œuvre et des couleurs, le groupement doit proposer un aménagement intérieur convivial et confortable, mais aussi un aménagement pérenne, adapté aux fonctions des locaux et aux souhaits exprimés des utilisateurs.

Dans tous les cas, les matériaux sont choisis en fonction de leurs caractéristiques acoustiques, thermiques, de durabilité et d'entretien dans le respect des objectifs du référentiel HQE.

Sols

Revêtements

Les revêtements doivent être conformes aux normes en vigueur.

Les principes pour le choix des matériaux :

- Limiter les différentes natures de matériaux et les choisir pour leur facilité de remplacement suivant les types d'espaces du bâtiment,
- Privilégier les matériaux limitant les impacts environnementaux sur l'entretien, et les matériaux possédant une certification ou un label.

Dans les circulations communes les revêtements seront compatibles (esthétiquement, techniquement, et du point de vue de l'entretien) avec les locaux qu'elles desservent. Pour les locaux ouverts au public, à forte fréquentation, les paliers, et les circulations verticales, les revêtements sont à retenir en fonction des critères acoustiques, mais aussi d'impact visuel, de facilité de nettoyage et de durabilité. Ils sont antidérapants et résistants aux désinfectants.

La nature des sols souhaitée par local est détaillée dans les fiches espaces.

Classement UPEC

Les caractéristiques des revêtements de sol par type de locaux sont détaillées dans le document suivant : classement UPEC- cahier 3509 – Novembre 2004 - comité particulier de la marque NF-UPEC-groupe spécialisé n°12.

Par local, le classement de sol attendu est présenté dans les fiches espaces.

L'unité et la cohérence dans le choix des matériaux sont recherchées par plateau, le choix du matériau le plus contraignant doit donc être fait.

Murs

Le choix des teintes intégrera les objectifs en termes d'éclairage et de confort visuel (Cf. référentiel HQE). Les murs des locaux tels que les locaux ménage recevront en plus de la peinture un revêtement de type carrelage au-dessus des points d'eau. Dans les sanitaires il sera prévu de la faïence toute hauteur. Les angles saillants seront revêtus d'une baguette d'angle.

Les systèmes de peinture extérieure présenteront les garanties suivantes :

- Adhérence ;
- Étanchéité à l'eau ;
- Perméabilité à la vapeur d'eau ;
- Résistance aux salissures avec surfaces auto lavables ;
- Conservation d'aspect ;
- Durabilité.

Tous les locaux techniques seront peints en blanc avant toute installation technique.

Cheminements techniques, chemins de câbles, gaines

Ils doivent faire l'objet d'un traitement esthétique et cohérent avec l'architecture intérieure. Quel que soit le traitement retenu, celui-ci doit garantir une accessibilité réelle et simple des cheminements techniques.

Plafonds

Des faux plafonds seront prévus dans tous les locaux nécessitant un traitement acoustique (Cf. fiches espaces). Les plafonds des locaux ne recevant pas de faux plafonds seront obligatoirement peints.

Les matériaux de revêtement sont choisis en fonction de leurs caractéristiques acoustiques, thermiques, de durabilité et de facilité d'entretien, et doivent respecter les objectifs environnementaux.

Les faux-plafonds devront être conçus de manière à pouvoir modifier facilement les réseaux : Ils doivent obligatoirement être facilement démontables et remontables plusieurs fois de suite sans dégât apparent par le personnel technique (y compris en tenant compte de l'effet "doigts sales"), lorsqu'à l'intérieur du plafond suspendu existent des installations techniques visitables (câblages électriques, luminaires, canalisations d'eau, etc.). Ils doivent être fixés dans les circulations et les sanitaires. En outre la stabilité des faux-plafonds dans les zones d'appel d'air doit être traitée avec attention.

La protection thermique ou acoustique incluse éventuellement dans les faux-plafonds sera disposée en tenant compte :

- Des dépôts de poussière,
- De la nécessité de ventilation, des contraintes thermiques de fonctionnement des appareillages encastrés,
- Des compartimentages afférents à la sécurité incendie et éventuellement à la sûreté par rapport aux zones protégées et interdites.

La structure des faux-plafonds doit permettre de déceler presque instantanément l'existence d'une fuite ou infiltration, afin de pouvoir intervenir rapidement.

Toutes ces contraintes sont à lier aux impératifs esthétiques des projets des candidats et avec ceux de la qualité d'accueil des utilisateurs, de leur fiabilité et de leur concordance aux normes de sécurité requises.

2.3.4 Métallerie

Tous les ouvrages (garde-corps et grilles anti-chute) lorsqu'ils seront métalliques seront traités anticorrosion par métallisation ou galvanisation, ou inoxydable, y compris découpes, percements, fixations, parties vues ou cachées, et ne nécessitant aucun entretien pendant une période d'au moins 5 ans (garantie particulière à établir).

2.4 CVC – TRAITEMENT CLIMATIQUE

2.4.1 Conception générale

L'ensemble des installations techniques doit être conforme à la réglementation en vigueur.

La conception des équipements techniques nécessite de la part du groupement une étude technico-économique intégrant les coûts d'installation, les coûts d'exploitation, les coûts de maintenance et doit adopter les critères obligatoires suivants :

- Accessibilité des installations et gaines techniques ;
- Souplesse et simplicité d'utilisation, notamment adaptation au rythme des activités ;
- Séparation des circuits par nature de locaux et horaires d'occupation ;
- Régulation par circuits et par façades ;
- Programmation du chauffage, de la ventilation et de l'éclairage du bâtiment en fonction de l'occupation intermittente des locaux, afin de réduire sa consommation énergétique – Mise en place d'une GTC ;
- Dimensionnement des gaines techniques et installation en vue d'évolutions futures et notamment de l'extension prévue en phase 2.

2.4.2 Instrumentation du bâtiment

Comme décrit dans le paragraphe « 5.2.2. Un équipement innovant, démonstrateur et support des activités d'enseignement et de recherche sur l'énergie » du chapitre 1, le maître d'ouvrage souhaite profiter du caractère innovant du projet pour instrumenter et disposer d'outils de conduite et d'historisation de données horodatées à fins de recherche et d'enseignement.

L'instrumentation du bâtiment devra être connectée au système de GTC dont les spécifications sont décrites au chapitre 2.10 afin d'assurer les fonctionnalités de visualisation et d'archivage.

Mesures liées aux équipements et au confort du bâtiment

Certains locaux devront être instrumentés, dont a minima une salle projet des espaces communs et les zones « ambiances contrôlées ». Ceux-ci disposeront d'équipements techniques pouvant être pilotés par les étudiants et seront instrumentés pour fournir les informations suivantes :

- La température
- La présence
- Le taux de CO2
- L'hygrométrie
- L'éclairage
- Etc.

Mesures liées aux conditions extérieures

Le bâtiment disposera d'une « centrale météorologique » (hors marché) permettant l'évaluation de :

- La température extérieure moyenne (3 mesures)
- Le niveau d'ensoleillement sur plusieurs orientations
- Le taux d'hygrométrie
- La vitesse et l'orientation du vent.

Accès aux données techniques

L'accès aux données de la GTB sera prévu pour leur exploitation en travaux pratiques et en recherche.

2.4.3 Thermique – Chauffage

Prescriptions générales

Les installations de chauffage seront conformes à la réglementation en vigueur et aux exigences du référentiel HQE.

Pour mémoire, l'équipement devra obligatoirement être raccordé au réseau de chaleur de l'université pour son alimentation en chauffage. L'équipe de conception devra étudier et concevoir les solutions techniques de raccordement à ce réseau et à sa production. Une modernisation de la production d'énergie de ce réseau est en cours d'étude par l'IUT, l'étude de faisabilité est fournie en annexe.

Le projet reste dans tous les cas soumis à l'obligation de réalisation d'une étude de faisabilité d'approvisionnement en énergie conformément à l'arrêté du 18 décembre 2007. L'étude intégrera l'ensemble des prescriptions précisées dans l'arrêté, y compris celles considérées comme facultatives : calcul du coût global actualisé à 30 ans/annualisé, calcul du TRI pour chaque variante.

La maîtrise d'œuvre aura en charge la réalisation de cette étude une fois les besoins énergétiques précisément évalués, via simulation énergétique dynamique incluant les systèmes.

L'étude de faisabilité devra notamment également permettre de statuer sur le dimensionnement d'une production photovoltaïque et le cas échéant son taux d'autoconsommation.

L'étude intégrera un calcul des subventions possibles pour chaque variante étudiée.

Conception

La conception des installations secondaires devra permettre au bâtiment d'être alimenté par le réseau de chaleur du site.

Le recours à une solution de type basse température sera privilégié pour le projet.

Il convient de déterminer le système de distribution, d'émission et de régulation de chauffage les plus adaptés en fonction de la configuration/destination des locaux et dans un souci de confort, d'économie d'énergie et de maîtrise de la consommation et de sécurité, de souplesse d'utilisation. De plus, le souhait de modularité des espaces devra être pris en compte dans la conception des installations de chauffage.

Les systèmes de chauffage seront conçus en respectant les principes suivants :

- Les réseaux seront fortement calorifugés et l'architecture des réseaux évitera le transit des réseaux hors des volumes chauffés et sera optimisée pour limiter les longueurs de gaines et les changements de direction ;
- Au niveau des départs de chaleur, les consommations électriques des circulateurs seront limitées par l'utilisation de matériels économes (classe A ou classe A+).

Installation

Il est apporté un soin particulier à l'étude de zoning de l'installation par groupe de locaux afin d'en tirer le meilleur rendement et permettre une commande simple, en tenant compte de l'obligation d'assurer indifféremment la marche ou l'arrêt des différentes zones de l'équipement suivant son programme d'utilisation.

L'installation doit répondre aux exigences particulières suivantes :

- Possibilité d'appel de puissance spécifique dans une zone sans remettre en cause la programmation (modification exceptionnelle de l'occupation prévue, utilisation ponctuelle des locaux en dehors des heures d'ouverture habituelles) ;
- Circuits séparés par façade ;
- Régulation en fonction des conditions climatiques extérieures, de l'orientation des locaux, etc.
- Zoning a minima par étage et type de locaux.

Températures intérieures à respecter

Les températures de consigne des espaces sont traduites dans les fiches par local.

La différence entre les températures prises au niveau de la tête et des pieds d'un adulte debout ne doit pas excéder 2°C en tout endroit.

2.4.4 Ventilation – Climatisation

L'installation sera calculée selon la réglementation thermique en vigueur pour les bâtiments neufs (Arrêté du 26 octobre 2010 et Arrêté du 28 décembre 2012) et selon les exigences du référentiel HQE.

Le Maître d'œuvre justifiera les choix techniques qu'il propose afin de répondre aux consignes de température et de débits de ventilation indiquées dans les fiches espaces.

Dans le but d'optimiser les consommations, s'il le juge pertinent, le Maître d'œuvre pourra proposer des consignes différentes. La proposition du Maître d'œuvre sera soumise à l'arbitrage du Maître d'ouvrage.

Prescriptions générales

La vitesse de l'air dans les zones d'occupation ne doit pas excéder 0,30 m/s. Le groupement doit apporter un soin tout particulier à la lutte contre la stratification de l'air, d'autant plus lorsque la hauteur sous plafond est importante.

De manière générale, les dispositions suivantes seront prises pour assurer une distribution saine de l'air neuf :

- L'implantation des amenées et rejets d'air sera étudiée afin de prendre en compte les effets des vents dominants et d'éviter tout risque de re-circulation d'air vicié dans les locaux
- Les systèmes de ventilation doivent être conçus de manière à ne pas être perturbés par l'implantation de mobiliers, de rangements, etc.
- L'étanchéité des réseaux aérauliques sera particulièrement soignée et les moto-ventilateurs seront sélectionnés dans des modèles à haut rendement : entraînement direct, moteurs à courant continu, vitesse variable...
- Les groupes de ventilation seront disposés dans des locaux accessibles sans moyens d'accès particulier pour en faciliter la maintenance.

Cette distribution sera réalisée dans le respect de la directive européenne ERP (récupération d'énergie supérieur à 60%).

Des dispositions permettant un entretien régulier et des contrôles ultérieurs efficaces doivent être prises en compte, dès l'installation des équipements, en particulier en matière d'accessibilité.

Les parois internes des circuits d'arrivée d'air ne doivent pas comporter de matériaux pouvant se désagréger ou se décomposer en émettant des particules dangereuses pour la santé.

Enfin, la nature des systèmes de ventilation mis en œuvre devra être adaptée aux besoins de chaque local, en particulier pour les locaux à forte densité d'occupation ou les grands volumes.

Climatisation et rafraîchissement

Hors locaux spécifiques précisés dans les fiches espaces (locaux de recherche ou salle serveurs par exemple), il est demandé d'éviter autant que possible le recours à la climatisation, et de privilégier les systèmes de rafraîchissement. Si le recours à la climatisation est proposé, ce choix doit être justifié et localisé. Le système adiabatique sera favorisé.

Installations spécifiques liées aux activités de TP et de recherche

Des installations spécifiques d'extraction seront à prévoir dans certains locaux (Cf. fiches espaces), notamment dans la zone ATEX et sur le plateau de recherche.

Toute pièce technique et salle de TP recevant un système d'extraction relié à l'extérieur doit prendre en compte les conditions d'installation propres à assurer leur bon fonctionnement.

Pour ce faire, les aspects suivants seront à prendre en compte :

- La ventilation de compensation de l'espace : la compensation du débit d'air extrait devra être prévue, elle sera assurée par un moyen mécanique dont les bouches de soufflage d'air neuf doivent être placées de façon à ne pas perturber l'écoulement d'air aspiré.
- Les dispositifs d'extraction : l'installation respectera simultanément les prescriptions de sécurité relatives à tous les éléments constitutifs du système d'extraction. Le raccordement de l'extraction de plusieurs sorbonnes sur un même collecteur sera exclu compte tenu des risques (refoulement des polluants, explosion, agression chimique...).

L'ensemble du dispositif d'extraction sera conçu de façon à pouvoir dépasser le débit maximal prévu à l'installation d'au moins 10%.

Les matériaux constitutifs de l'ensemble du dispositif d'extraction seront résistants au feu et aux agressions chimiques provoquées par les produits transportés.

Le tracé des conduits d'extraction sera le plus direct possible afin d'éviter les dépôts. La vitesse de transport résultera de la recherche d'un compromis entre le bruit généré et les risques de dépôts. La valeur de 7,5 m/s constituera un maximum.

2.5 PLOMBERIE – SANITAIRES

2.5.1 Eau chaude et eau froide sanitaire

Les points d'eau froide et chaude sont spécifiés dans chaque fiche par local. Ils correspondent aux besoins liés à l'activité de chaque espace et comprennent outre l'arrivée et l'évacuation des eaux, l'équipement de plomberie et sanitaire correspondant.

Prescriptions générales

La fabrication et la pose des appareils sanitaires, ainsi que leur robinetterie devront être conformes aux spécifications définies au **D.T.U.60.1**. Les tuyauteries seront installées et choisies en respectant les **Règles Professionnelles UCH 24-79** en ce qui concerne les canalisations à l'intérieur du bâtiment et les **Règles Professionnelles UCH 26-78** en ce qui concerne les canalisations enterrées.

L'installation doit répondre aux prescriptions suivantes :

- Répondre aux objectifs de Qualité Environnementale (cf. référentiel HQE) ;
- Limiter et faciliter l'entretien des installations (durabilité, accessibilité), permettre l'isolation et la purge de chacun des points ;
- Limiter les perturbations acoustiques liées aux réseaux et aux appareillages ;
- Maintenir dans le réseau d'ECS une température suffisamment élevée pour prévenir le risque de légionellose tout en garantissant des températures de puisage adaptées aux usages de l'eau et évitant tout risque de brûlure.

Distribution et matériel

La conception du réseau de distribution d'eau potable permet d'intervenir par étage, par secteur dans le cadre des opérations de maintenance et d'entretien, sans paralysie de la totalité du système de distribution. Chaque appareil sanitaire est isolé individuellement.

De plus, compte tenu des faibles besoins en ECS du bâtiment, une production individuelle, au plus près des points de puisage, sera privilégiée.

La tuyauterie ne doit pas être implantée au-dessus des réseaux, installations et équipements électriques.

Pour un suivi et un contrôle efficaces des systèmes de gestion de l'eau, des moyens doivent être mis en place pour :

- Un comptage et un suivi des consommations par zones et usages et/ou systèmes, avec archivage des valeurs et possibilité d'établir des historiques, statistiques, analyses ;
- Un disjoncteur à eau permettant de couper la distribution pendant toutes les périodes de fractionnement hormis pour les installations techniques qui nécessitent une alimentation permanente (switch-flow) ;
- Une détection de défauts ;
- Un suivi de l'état de fonctionnement des installations.

2.5.2 Installations spécifiques liées aux activités de TP et de recherche

Il sera prévu un réseau d'eau spécifique en circuit fermé permettant d'alimenter certaines installations notamment au niveau du plateau thermique et de la recherche afin de ne pas fonctionner en eaux perdues.

Un circuit de refroidissement en eau glacée sera également prévu au niveau des espaces de recherche – prévoir unité de production dans les locaux techniques.

2.6 COURANTS FORTS

Exigences générales

Il sera prévu par le projet un raccordement au réseau existant avec la **création d'un TGBT pour le bâtiment**.

L'ensemble des installations sera conforme à la norme NF C15-100.

Les utilités électriques seront conçues de façon à réaliser un bâtiment économe en énergie, doté de dispositifs simples.

Les gaines et chemins de câbles pour le 230 V et l'éclairage seront conçus pour faciliter la souplesse d'exploitation et la facilité de modifications ultérieures mineures des réseaux.

Le courant sera ondulé.

Il est ainsi demandé de :

- Répartir de façon régulière les « colonnes » de distribution 230V, éclairage, téléphonie et courants faibles, et de petits locaux ou « armoires » de répartition /distribution, contribuant à la flexibilité d'ensemble des niveaux du bâtiment.
- Prévoir une réserve de capacité de l'ordre de 20% dès le départ sur les tableaux et les réseaux.
- Prévoir un secours uniquement sur les locaux sensibles (locaux serveurs) avec un onduleur à petite puissance à prévoir.

Rappelons que les armoires électriques ou coffrets d'alimentation ne devront en aucun cas faire saillie dans les circulations. Tous les tableaux seront installés dans des espaces prévus à cet effet (local TGBT, gaines techniques).

Pour chaque armoire, l'équipement contenu ne doit pas excéder 60% de la capacité utile de l'armoire.

Toutes les gaines et conduits métalliques sont mis à la terre par l'intermédiaire d'un conducteur d'équipotentialité.

Alimentation secourue – groupe électrogène

Une alimentation de secours devra être prévue pour certains équipements afin d'assurer la continuité de service de ceux-ci. Le groupe électrogène et le réseau de courant secouru sont à la charge de l'opération.

Distribution

Pour des raisons de sécurité, les réseaux de distribution des courants faibles et courant forts (et leurs prises correspondantes) seront dissociés.

La distribution sera encastrée, en faux-plafond ou en goulotte, selon la nature de l'activité.

Equipements terminaux (également pour courants faibles)

La distribution s'effectuera en plinthe, goulottes (sur 3 côtés), faux-plafond ou solutions techniques architecturées selon la nature de l'activité.

Dans les petits locaux, l'implantation des prises et des goulottes ne devra pas faire obstacle aux possibilités d'implantation des mobiliers.

Le nombre et type de prises à prévoir par local sont précisés dans les fiches techniques.

Dans tous les locaux où il y a risque de projection d'eau, les prises seront fixées à au moins 25 cm du sol.

Une prise entretien minimum (selon la surface) sera prévue dans chaque local.

Circulations, halls, locaux divers

Des points d'accès composés chacun de 2 RJ 45 + 1 prise électrique sur réseau normal 230V 16A 2P+T seront implantés sur les plateaux d'étage et de rez-de-chaussée (halls principaux et secondaires) :

- 2 PA de chaque côté du plateau à hauteur de plafond,
- 1 PA sur 1 côté à hauteur standard.

Des prises entretien seront prévues dans les circulations et dans les escaliers tous les 10 m.

Autres prises

Certains équipements de recherche et d'enseignement peuvent nécessiter d'autres prises que celles spécifiées plus haut (Cf. fiches espaces).

Dans la mesure où, à la réception du bâtiment, l'ensemble des équipements doit pouvoir être raccordés et mis en marche de manière simple (c'est à dire sans recours à un spécialiste technique), les candidats doivent prévoir l'ensemble des raccordements en cohérence avec l'équipement du local. **En conséquence, l'adaptation éventuelle des prises suivant le type de matériel en vue de leur raccordement est à inclure dans le lot électricité.**

Eclairage

Généralités - Éclairage naturel et niveaux d'éclairement artificiel

Les qualités et niveaux d'éclairage naturel et artificiel sont précisés dans le référentiel HQE.

La démarche à suivre en ce qui concerne l'éclairage artificiel consistera à :

- Ajuster les puissances aux niveaux d'éclairement nécessaires en optimisant l'implantation des luminaires, au besoin par des simulations informatiques ;
- Automatiser les extinctions dans les locaux qui s'y prêtent ;
- Installer des appareils à très hauts rendements.

L'éclairage intérieur sera assuré par des luminaires à Leds. Dans les locaux à occupation intermittente (circulations, sanitaires, etc.) l'éclairage sera asservi à une détection de présence à temporisation courte.

Les qualités et niveaux d'éclairage naturel et artificiel sont précisés dans le référentiel HQE.

Les niveaux de confort à atteindre par type de local sont précisés dans les fiches techniques.

Les candidats attacheront un grand soin à prévoir des éclairages artificiels parfaitement adaptés à tous les usages courants du bâtiment afin, d'une part de répondre aux besoins de l'activité dans le local à éclairer, d'autre part de permettre une bonne modularité des locaux. En effet, une homogénéité de l'installation d'éclairage permet d'éviter des travaux d'adaptation en cas de changement d'affectation du local, hors utilisation très spécifique en termes d'éclairage.

Pour faciliter la maintenance, la variété du type de source sera limitée au minimum. Le même principe sera adopté pour les luminaires.

Les appareils d'éclairage seront décoratifs dans les halls.

Les commandes d'éclairage s'effectuent en local par interrupteur et par la GTB (possibilité de commande centralisée).

L'éclairage des sanitaires sera commandé par détecteurs de présence.

Les sources halogènes et à faible durée de vie sont proscrites, au profit d'éclairage de type LED (50 000 h ou garanti 5 ans). La puissance installée pour l'éclairage sera obligatoirement inférieure à 2,4 W/m²/100 lux en moyenne.

Les pièces de plus de 60 m² seront équipées d'une gradation de lumière par sonde.

Le système DALI d'adaptation de la luminosité en fonction de l'apport naturel est préconisé.

Les éclairages de secours seront sélectionnés dans des modèles à Leds à très faible consommation de veille (inférieur à 0,5 W pour l'éclairage d'évacuation et 1W pour l'éclairage d'ambiance), équipés d'un test automatique intégré. Ils seront par conception facilement démontables en fin de vie et leurs composants seront recyclables. Les systèmes sur source centrale sont proscrits.

Eclairage de la salle de réunion

L'éclairage artificiel sera graduel, afin de disposer d'un éclairage affaibli permettant la prise des notes lors de projections.

Eclairage des circulations

L'éclairage des circulations possédant un éclairage naturel important, pourra être commandé par interrupteur crépusculaire asservi à un interrupteur programmable.

L'éclairage des autres circulations sera asservi à une détection de présence, avec préavis d'extinction.

L'éclairage extérieur sera commandé de la même façon : interrupteur crépusculaire asservi à un interrupteur programmable.

Tous les interrupteurs, organes de commande et prises de courant doivent être encastrés, robustes, de remplacement facile, très accessibles, et en même temps à l'abri des chocs.

2.7 VDI (VOIX, DONNEES, IMAGES)

2.7.1 Réseau pré câblage téléphone informatique vidéo

Le câblage structuré du bâtiment pour l'informatique et les télécommunications résulte de l'application simultanée de la dernière version disponible des normes et règles suivantes :

- C 90.490 : Recommandations pour le câblage des immeubles intelligents ;
- EN 50 173-1 : Pour la partie courants faibles (ISO 11801 – 2ème édition) ;
- EN 50 167 : Câbles capillaires écrantés pour transmission numérique ;
- EN 50 168 : Câbles capillaires écrantés pour raccordement du terminal ;
- EN 50 169 : Câbles de rocades écrantés pour transmission numérique ;
- EN 55 022 : CEM ;
- Normes NF C 32.070, NF C 32.300 et NF C 20.455 ;
- Norme ISO / CEI IS 11 80 ;
- Norme sur le pré câblage éditée par le CENT, la FICOME, le FNEE ;
- NFC 15.100 : Installations électriques à basse tension ;
- Règles de l'art professionnel F3i relatives au câblage VDIE pour les réseaux, voies, données, images et alimentation électrique catégorie 6a classe Ea (500 MHz)).

Le câblage banalisé est polyvalent et distribue la voix, les données et l'image. Il assure les liaisons entre les sources informatiques, téléphoniques ou vidéo, et les points d'accès.

Dans un but de banalisation, c'est le même type de câble qui est utilisé pour l'informatique, la téléphonie et la vidéo : catégorie 6a (ou supérieure), F/FTP, 4 paires, classe Ea (ou supérieure).

L'architecture générale est composée des points de distribution en étoile.

Les câbles cheminent horizontalement dans le plénum des circulations sur des chemins de câbles. L'ensemble des éléments constituant le réseau doit être conforme aux normes ANSI/TIA/EIA-568-B.2.10 et ISO/IEC11801:2002 Catégorie 6a (ou supérieure) et classe Ea (ou supérieure), pour des applications de données à très hauts débits au minimum à 500 MHz (ou supérieure).

2.7.2 Infrastructure du réseau

Local technique principal

Le bâtiment doit disposer d'un local technique principal.

Il constitue le cœur du réseau du site, toutes les liaisons par fibres optiques convergent vers ce local.

Il s'agit d'un local dédié avec peinture anti-statique (murs et sol) et de taille suffisante pour tenir 2 baies ou plus côte à côte avec 1,2 m devant et 0,8 m sur les côtés et derrière. L'éclairage doit être positionné devant et derrière les baies.

Il sera prévu une ceinture en cablofil sur le tour de la pièce plus haut que les baies.

L'accès à la salle doit être indépendant des entrées classique du bâtiment et se faire avec la carte multiservice.

L'alimentation électrique du local technique principal devra être indépendante (armoire électrique indépendante, système d'arrêt d'urgence...). Elle sera ondulée par un système adéquat.

Ce local sera climatisé.

Il sera équipé de dispositifs et alarmes anti-incendie, anti-intrusion aux normes en vigueur.

Autres locaux techniques

Plusieurs locaux techniques pourront être prévus si la topologie aux normes en vigueur des prises (RJ45) de catégorie 6a ou supérieure du bâtiment l'impose.

A noter que pour limiter les besoins de salles en étage, les concepteurs veilleront à positionner le local principal au centre du bâtiment ou tout au moins proche des gaines inter-étage pour limiter l'augmentation du métrage des liens réseau.

Les liaisons « fibre optique » constituant la « dorsale » (« backbone ») entre locaux techniques devront supporter des débits ≥ 10 Gbps (40 et 100 Gbps pourront être envisagés) – OM4 multi mode et OS1 mono mode avec 12 brins de chaque.

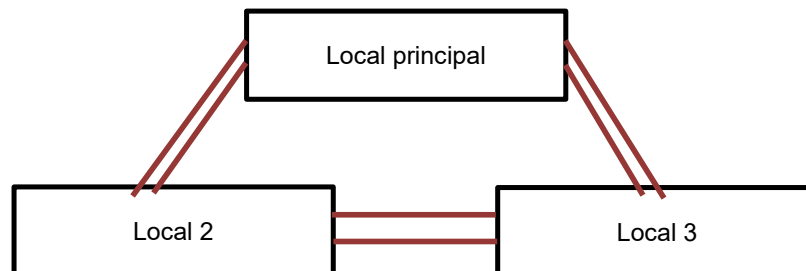
Si le nombre de locaux techniques nécessaires est égal à 2, il est souhaitable que ces locaux soient raccordés en « double attachement optique » (minimum 12 brins), en utilisant des cheminements différents :



Fibres optiques —

A chaque connexion de local, il y aura 1 câble multi mode, 1 câble mono mode + 1 fourreau libre avec tire file.

Si le nombre de locaux est supérieur à 2 :



Les éléments actifs (routeurs, commutateurs...) du / des local(aux) technique(s) sont dus au titre du marché.

Baies de brassage - Description des châssis

Chaque baie dispose de 8 prises ondulées et 8 prises non ondulées, est sans porte, sans fond et sans flan mais avec 4 montants. Chaque baie est constituée d'un châssis universel 19 pouces 800 X 1000mm de 42 à 47 unités autoportant de construction métallique (42 unités minimum) relié à la terre.

Distribution principale et terminale

Toutes les gaines de câble sont de qualité LSZH (faible fumée zéro halogène) afin de répondre aux exigences de sécurité (norme CEI 60332-1). Les câbles doivent pouvoir être utilisés pour des installations intérieures ou intérieures/extérieures avec protection anti-rongeur.

Le connecteur optique de type SC APC (mono mode) connecteur vert et SCPC (multi mode) connecteurs gris est privilégié pour le raccordement des fibres optiques. L'atténuation maxi sur la moyenne des connecteurs ne peut dépasser 0,75 dB (référence EN 61300-3-34).

Distribution capillaire cuivre

Issu du répartiteur de brassage de chaque niveau, chaque point d'accès est desservi par 2 fois 4 paires torsadées de type S/FTP ou F/FTP (pour le WIFI) donc 2 connecteurs à chaque extrémité (2 connecteurs baies de brassage et 2 connecteurs à la borne) :

- Conformité EIA / TIA 568 B.
- Catégorie 6a (ou supérieure)
- Installations de Classe Ea (ou supérieure)

Les câbles cheminent horizontalement dans le plénum des circulations sur des chemins de câbles. Ils devront être posés et non attachés par des colliers.

Câblage capillaire cuivre

Les câbles utilisés sont des câbles :

- 4 paires cuivres torsadés de classe Ea (ou supérieur),
- Catégorie 6a (ou supérieure).

Écranté avec ruban de blindage :

- F/FTP minimum (meilleure propagation pour les connexions POE),
- SF/FTP en cas de milieu fortement électro-magnétiquement perturbé, en cas d'environnement pollué ou quand il y a passage en extérieur,
- D'impédance 100 ohms,
- Standard EIA/TIA 568-B-2. 1 de la catégorie 6a (ou supérieure),
- A âme rigide de jauge AWG 23 (conducteurs 0,6 mm de diamètre),
- Conforme aux spécifications du projet de norme EN 50 288 - 6 - 1 et
- ISO/IEC 11 801, 2ème édition IT C1/5C/WGT,
- Ces câbles devront être non propagateurs de la flamme avec zéro halogène (LSZH ou LS0H).

Les conducteurs seront constitués par un fil cuivre recuit nu ou étamé de 0,6 mm de diamètre, isolés par une couche de polyéthylène massif coloré dans la masse. Le ruban d'aluminium disposé en hélice, formant l'écran, sera d'une épaisseur minimale de 0,04 mm.

Le fil conduction d'écran est constitué par un fil de cuivre de 0,51 mm de diamètre disposé longitudinalement. Il est placé au contact de l'écran sur la face intérieure de celui-ci.

Couleurs des isolants du câble 4 paires

- Paire 1 Accompagnateur Orange / Orange
- Paire 2 Accompagnateur Vert / Vert
- Paire 3 Accompagnateur Bleu / Bleu
- Paire 4 Accompagnateur Marron / Marron

Les câbles utilisés pour la distribution informatique et téléphonique, sont de type F/FTP (minimum).

Le câblage des points d'accès est réalisé avec la possibilité de déplacer de 2 m les postes de travail et les points des locaux.

Le présent lot doit prévoir en faux plafond, une longueur disponible de 3 m qui doit être lovée, et permet de déplacer la distribution sans recâbler les liaisons capillaires.

Contraintes

Les longueurs maximales pour la distribution capillaire sont de 90 mètres suivant les recommandations du Comité 802 du CCITT, afin de pouvoir mettre en place les réseaux locaux les plus couramment utilisés.

Les câbles sont dégainés sur une longueur maximale de 1,3 m, afin d'éviter les désadaptations d'impédance. Le rayon de courbure est au minimum de 8 fois le diamètre extérieur.

Point d'accès RJ45

Les prises terminales (informatique, téléphonie) côté platine de brassage de la baie de distribution, sont des prises catégorie 6a (ou supérieure) à noyaux RJ45 faradisés (blindés), 9 points (8 CAD + masse), avec capuchon 360 ° et conformes à la norme ISO 8877, équipées d'un clapet anti-poussière et assurant un débit de 10Gbps à 500 MHz (ou supérieure), incorporées dans un support de brassage (plastron avec volet) de couleur vert, jaune, rouge, orange ou bleu.

Les prises terminales (informatique, téléphonie, vidéo radio) côté poste de travail sont des prises catégorie 6a (ou supérieure), à noyaux RJ45 faradisés (blindés), 9 points (8 CAD + masse), avec capuchon 360 ° et conformes à la norme ISO 887, équipées d'un clapet anti-poussière et assurant un débit de 10Gbps à 500 MHz (ou supérieure), incorporées dans un support 45*45 mm (plastron avec volet) de couleur vert, jaune ou bleu.

Afin de proscrire toute possibilité de jeu avec le câble de distribution, les noyaux sont intégrés dans des connecteurs rigides à clapet verrouillé à l'arrière.

En fonction des locaux, les supports de ces points sont :

- Des colonnes de distribution verticales,
- Des plinthes électriques,
- Des boîtiers encastrés dans les cloisons ou murs et dans le sol.

Il doit être prévu :

- Les prises RJ45 catégorie 6a (câbles F/FTP + Noyaux blindés RJ45 + support adaptés côté bureau et côté baie de brassage)
- La distribution capillaire cuivre et fibre optique, horizontale et verticale.
- Les cordons de brassage RJ45-RJ45 catégorie 6a (ou supérieure), F/UTP minimum côté baie de brassage (LT VDI), 3m :
 - jaune pour le Réseau Téléphonique,
 - bleu pour le Réseau Informatique RGT,
 - violet pour le Réseau Vidéo,
 - gris pour l'informatique classique.
 - pour les couleurs bleu et violet, prévoir 10 de chaque maxi. Pour les gris et jaune, prévoir 50% 50%.
- Les cordons de brassage RJ45-RJ45 catégorie 6a (ou supérieure), F/UTP minimum côté poste de travail (bureaux), gris, 3 à 5 m.

2.7.3 Système WIFI

Le système est équipé en complément du réseau VDI d'une distribution accès internet sur borne WIFI. **Cette installation doit couvrir l'ensemble du bâtiment.**

Une obligation de résultat sur la performance du système en réception et émission radio est demandée.

Une étude de couverture doit être effectuée par le groupement afin de déterminer le nombre de bornes WIFI nécessaires, en concertation avec la DSI / CRI de l'Université Franche Comté. Cette étude est à réaliser avant le pré câblage ou en même temps.

Le système doit être conforme à la norme IEEE 802.11ac et permettre d'obtenir un débit théorique de 600 Mbps. Le système est composé :

- De points accès WIFI
- Du réseau VDI mis en place

Les bornes WIFI ne sont pas à fournir au titre du marché. La DSI / CRI de l'Université dispose de son propre système de gestion des bornes. Seuls les réseaux filaires jusqu'aux emplacements déterminés par le groupement sont dus au titre du marché (prévoir 2 RJ45 par borne).

2.7.4 Vidéo-projection

La salle de réunion doit disposer d'un équipement de vidéo-projection spécifique (cf. fiche par local et description fonctionnelle).

Ce système de vidéo doit permettre la diffusion d'image vidéo de toute nature sur une surface adaptée (surface mixte projection / écriture). Les commandes s'effectuent depuis une extrémité de la salle. Seront prévues les différentes connectiques (PC, RJ45 et HDMI).

2.8 FLUIDES SPECIAUX

2.8.1 Air comprimé

Il sera prévu deux réseaux de distribution en air comprimé pour alimenter certains locaux, tel que précisé dans les fiches par local.

2.8.2 Gaz, CO, CO2, Azote, Méthane...

Conformément au descriptif fonctionnel et aux fiches par local, certains locaux devront être équipés d'arrivées spécifiques.

Selon son projet, le maître d'œuvre prévoira une distribution centralisée ou locale.

2.8.3 Hydrogène

Conformément au descriptif fonctionnel et aux fiches par local, une installation spécifique sera prévue au niveau de l'espace H2 et de l'espace recherche.

2.9 SYSTEMES DE SECURITE - SURETE

2.9.1 Système de sécurité incendie

L'alarme incendie sera propre au bâtiment Energie et à l'extension ultérieure avec 1 CSSI unique. Le bâtiment C et le bâtiment Energie seront traités comme deux établissements distincts et indépendants.

Les détecteurs auto ou manuel devront être adressables et communicants.

Un local SSI dédié sera à prévoir en RDC du bâtiment énergie.

Alarme

Le signal d'alarme d'évacuation doit être audible dans tous les locaux et espaces du bâtiment. L'alarme d'évacuation est diffusée par sirènes réglementaires deux tons dans les espaces du bâtiment.

Ces dispositifs se déclenchent dans l'ensemble du bâtiment, sur action de tout détecteur automatique ou déclencheur manuel.

Détecteurs automatiques d'incendie

La détection automatique doit couvrir, conformément à la réglementation, **tous les locaux, excepté les sanitaires et les escaliers. Le groupement doit ainsi prévoir un minimum d'un détecteur par local.**

Les détecteurs sont de type adressable et sont conformes à la norme NF S 61-950 et 61-962 avec estampille NF-MIC ainsi qu'à la norme européenne EN 54 pour les thermiques.

Les ensembles socles et détecteurs, ainsi que leurs quantités et dispositions, sont choisis en fonction des risques des locaux à surveiller, ainsi que des conditions ambiantes dans lesquelles ils sont installés (normales, vibrations, explosion, humidité).

2.9.2 Alarme intrusion, contrôle d'accès et vidéosurveillance

La technologie actuellement utilisée est un standard RFID architecture 1 (cryptage de données). Le système de supervision logicielle (intégrant contrôle d'accès, vidéosurveillance et intrusion) s'appelle SMI Server. L'université a adopté une politique d'homogénéité sur son patrimoine immobilier et des équipements spécifiques seront imposés aux entreprises dans ce domaine.

Alarme intrusion

Les locaux sensibles sont équipés d'une alarme anti intrusion. Celle-ci est conforme à la norme NFA 2P et aux recommandations APSAIRD.

Locaux surveillés

- L'ensemble du plateau recherche,
- Tous les locaux accessibles de l'extérieur,
- Les circulations accessibles de l'extérieur,
- Les locaux sensibles signalés dans les fiches espaces,
- Les contacts de portes sur portes de secours donnant sur l'extérieur,
- Les circulations principales (horizontales et verticales).

Principe de fonctionnement

Une centrale intrusion permet la mise sous surveillance avec renvoi d'alarme par sirènes intérieures et extérieures et par transmetteur téléphonique (par mail ou IP). Elle gère l'ensemble des détecteurs répartis dans l'opération et provoque le déclenchement de l'alarme sonore.

Des contacts d'ouverture seront adaptés à la matière et à la résistance physique des obstacles. Ils devront être parfaitement intégrés aux ouvrants.

Le transmetteur permet l'appel automatique vers 4 numéros avec diffusion d'un message intrusion (vocal).

Contrôle d'accès

Les cartes faisant office de badge sont de technologie Mifare Descfire EV2.

L'UFC a passé un marché pour la mise en place d'un système global de contrôles d'accès qui sera compatible avec le PASS UBFC conformément aux obligations imposées par la politique de site. Il s'agit d'une solution globale, pour l'ensemble de l'établissement, dont le serveur central est géré par la DSI.

Par conséquent, le système de sécurité du bâtiment et de **contrôle d'accès**, devra passer sur le **marché n° 17.066.921** attribué à la société GUNNEBO basée à BALDENHEIM. Les installations devront donc être compatibles avec ce système.

2.9.3 Vidéosurveillance

Des réservations permettront d'installer des caméras IP haute définition sur les points d'accès au futur équipement et les grandes circulations. Le système de vidéosurveillance permet de surveiller en continu des points sensibles prédéfinis en centralisant les images.

Le système de vidéosurveillance sera prévu sur un réseau physique dédié, différent de celui du réseau data, téléphonie, etc. En effet, les flux de données engendrés par le système de vidéosurveillance sont très importants et de doivent pas perturber les autres réseaux du bâtiment. Ce réseau sera bien séparé et identifié dans les baies de brassage.

2.10 GESTION TECHNIQUE CENTRALISEE (GTC)

Pour rappel, il est prévu une GTC pour l'ensemble du bâtiment avec accès en lecture aux données pour l'enseignement et la recherche.

Il est également prévu une GTC spécifique pour la CTA de l'espace thermique appliquée (hors marché).

Le système GTC est construit autour de différents niveaux de communication.

- Des réseaux de terrain pour l'acquisition et le traitement des données.
- Un réseau fédérateur principal permettant l'accès à la base de données répartie, la diffusion et l'archivage des événements.
- Une ouverture vers des moyens de communication extérieurs.
- Une évolution du système ne doit en aucun cas remettre en cause l'architecture matérielle ou logicielle.

Les systèmes de communication reliant les installations s'appuient sur des réseaux et protocoles récents et ouverts.

Les terminaux de dialogue sont non dédiés, l'accès aux informations est à déterminer ultérieurement.

La gestion des informations du système s'appuie sur une base de données répartie et d'une base de données centralisées de type SQL server accessible par des applications tiers. Une coupure de réseau ou une mise hors service d'une partie de la base de données doit être gérée pour ne pas bloquer le fonctionnement global du système. L'établissement quant à lui comporte des installations dites décentralisées pouvant fonctionner de façon autonome en cas de perte réseau GTC.

La solution devra permettre un accès web d'information aux données essentielles de fonctionnement du bâtiment, une historisation des alarmes et aura capacité à générer automatiquement des alertes permettant une intervention rapide.

Les installations et équipements techniques sont supervisés afin de :

- Garantir le caractère opérationnel du site en veillant au confort des occupants.
- Maîtriser les coûts d'exploitation en effectuant un suivi et une analyse des consommations énergétiques.
- Maîtriser les coûts de fonctionnement en optimisant la maintenance des équipements techniques par une meilleure productivité des équipes de maintenance et une plus grande disponibilité des installations.
- Garantir la pérennité des investissements.

- Offrir à l'équipe d'exploitation les outils modernes leur permettant d'assurer l'ensemble de leurs missions.
- Garantir un haut niveau de sécurité grâce à la mise en place de cycles de maintenance propre au fonctionnement du bâtiment.

Ce système GTC permet :

- La gestion des équipements techniques.
- La reprise en synthèse des alarmes des autres systèmes.
- La gestion des énergies, le suivi des consommations et l'aide au choix des modes optimisés de conduite.
- La constitution d'un historique des alarmes et états de fonctionnement avec comptabilisation des temps de marche des équipements en vue de l'élaboration des plans de maintenance.

Le système prévu intégrera l'ensemble des préconisations permettant l'atteinte du niveau « Très Performant » de la cible HQE n°7 « Maintenance et pérennité des performances ».

Terminologie

Réseau de terrain

Des réseaux secondaires dits réseaux d'acquisition ou réseaux de terrain assurent la collecte et le traitement des données.

Unités terminales

Les unités terminales (régulateurs, automates, API ou autres) sont intégrées aux équipements des lots concernés, elles communiquent par des réseaux de terrain vers des unités de traitement local.

Unités de traitement local

Pour la gestion technique, les unités de traitement local (UTL) permettent de faire le lien entre le réseau fédérateur et les réseaux de terrain. Elles assurent le contrôle local (gestion horaire, gestion des tâches, des droits, la gestion locale d'un mode de fonctionnement de repli en cas de défaillance du poste de supervision) de la GTC.

Réseau fédérateur principal

Un réseau fédérateur principal (RFP) Ethernet haut débit commun à la sûreté 10/100 Mbps relie les UTL au poste de supervision.

Gestion des équipements techniques

Cette gestion doit permettre de :

- Assurer la conduite des installations et doit, à ce titre, pouvoir superviser le fonctionnement de l'ensemble des équipements, programmer leurs modes de fonctionnement et intervenir à distance sur certains organes (commandes, forçages, dérogation, etc.) ;
- Gérer les défauts et alarmes de fonctionnement (acquiescement, prise en compte et historisation) ;
- Gérer la conduite des équipements et devoir, à ce titre, disposer sur la supervision des paramètres caractéristiques du fonctionnement des installations (défauts de maintenance, temps de marche, nombre de démarrage, etc.).

Débits et contrôle réseaux

Les réseaux sont dimensionnés pour garantir un délai d'acheminement des alarmes aux consoles de supervision de la GTC quelle que soit sa charge (avalanches).

L'acheminement des alarmes est assuré dans un temps maximum d'une seconde entre l'apparition de l'alarme et l'affichage vers l'opérateur.

L'intégrité de la transmission est garantie y compris dans des environnements industriels ou perturbés par des fréquences radioélectriques.

Nature et types d'informations

Les téléalarmes ou TA

Elles prennent deux états logiques, à savoir : normal et alarme. Elles doivent permettre de déterminer le temps de présence du défaut.

Les télésignalisations ou TS

Elles correspondent à une information de signalisation telle que marche ou arrêt d'un moteur, ouverture ou fermeture d'une vanne. Elles doivent toutes permettre un comptage de fréquence d'évènement et un comptage de temps de présence d'information (éventuellement sur une période de temps déterminé).

Les télémesures ou TM

Elles correspondent à la mesure de toutes grandeurs physiques telles qu'hygrométrie, température, pression, tension, courant, puissance, etc.

Les télémesures de comptage ou TCP

Elles correspondent à une information de comptage telle que volume ou quantité (énergie, m3, calories, frigories, kWh, etc.).

Le traitement des comptages doit permettre d'établir, à partir de données relevées, une synthèse horaire, journalière, mensuelle ou annuelle sur des informations ou des consommations d'énergie ou de fluide. Le système doit permettre de lier un comptage ou un ensemble de comptage avec un ensemble de paramètres mesurés ou calculés afin de déterminer un modèle de réaction des installations aux conditions extérieures (températures, mode d'utilisation, ensoleillement, etc.).

Les télécommandes ou TC

Elles correspondent à un ordre de mise en marche ou d'arrêt d'équipement ou d'un ensemble d'équipements, etc. Elles doivent pouvoir être restituées sous plusieurs formes :

- TC autoalimentées,
- TC impulsives,
- TC bistables.

À chaque télécommande, est associée une signalisation de contrôle d'exécution physique prise sur l'organe commandé. Toute discordance entre l'ordre émis et l'état réel est identifiée et traitée comme un défaut pouvant engendrer une alarme.

Les téléajustages ou TR

Ils correspondent à une information de commande analogique ou numérique, permettant de faire varier progressivement de 0 à 100 % un signal de sortie selon une loi entièrement paramétrable.

Programmations

En ce qui concerne la programmation et le paramétrage des installations, le groupement a à sa charge le développement initial du système. À ce titre, elle doit :

- Elaborer les analyses fonctionnelles à partir des données du présent document et les soumettre à l'approbation de la personne publique en apportant toutes informations techniques nécessaires sur les caractéristiques de ses matériels,
- Prendre en compte ces analyses et développer les programmes permettant le bon fonctionnement des équipements et assurant les résultats d'exploitation exprimés dans les analyses,
- Paramétrer le système, les processus, les fonctions demandées (les programmes horaires, la gestion des compteurs, les avalanches d'alarmes, les différents journaux, l'archivage des données, etc., suivant les besoins de l'exploitant), les informations souhaitées à l'écran et sur l'imprimante.

Le groupement doit assurer le paramétrage pour l'ensemble des voies physiques, logiques et virtuelles. Le paramétrage du système inclue également l'ensemble des fonctionnalités permettant de gérer les installations et en particulier :

- Les tables définissant les scénarios de fonctionnement horaire des équipements,
- Les stockages de données historiques permettant de retracer, a posteriori, le comportement des équipements (événements, évolution des grandeurs physiques principales, etc.),
- Les tables et les graphiques correspondants synthétisant le fonctionnement technique et énergétique du site et permettant à l'exploitant de mettre en forme, à destination de la personne publique, des rapports réguliers de fonctionnement (consommation, temps de marche, disponibilité, ...)

Le groupement doit présenter au moins une vingtaine de vues graphiques ainsi que des courbes assurant l'historique. Le groupement doit fournir un cahier des charges fonctionnel.

2.11 EQUIPEMENTS COMPRIS DANS LE MARCHÉ

2.11.1 Ascenseurs - Monte-charge

Le nombre d'ascenseurs sera déterminé pour répondre à l'accessibilité de tous les locaux aux handicapés selon la réglementation en vigueur. L'intérieur des cabines sera traité avec des matériaux offrant une bonne résistance dans le temps. Les cabines et accès cabine seront aménagés conformément aux exigences d'utilisation par des personnes à mobilité réduite ou handicapées (inscriptions en relief, indication sonore de niveau, etc.).

Un contrôle d'accès sera prévu à l'intérieur de la cabine pour pouvoir l'utiliser.

Tous les appareils devront être équipés d'un système de télésurveillance qui devra notamment assurer :

- La transmission des alarmes,
- La détection des anomalies ou pannes et leur transmission,
- La liaison phonique entre toute personne bloquée et le centre de télésurveillance.

Selon la configuration des locaux et la localisation du ou des ascenseurs, un ou plusieurs d'entre eux pourront également assurer la fonction de monte-charge – Prévoir dans ce cas un habillage de protection.

2.11.2 Signalétique

L'ensemble de la signalétique de sécurité ainsi que celle nécessaire à l'identification des locaux et à l'orientation à l'intérieur du bâtiment est compris dans le projet.

En particulier :

- Au niveau de l'accès principal du bâtiment, la localisation des différentes fonctions doit être clairement affichée.
- A 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 bureaux, des salles et tous les autres locaux (N° étage/orientation/N° de pièce) doit être prévue.

La signalétique doit être facilement lisible avec une hiérarchisation adaptée aux différents types d'informations.

Elle sera en cohérence avec la charte graphique de l'Université.

Les candidats proposeront un dispositif facilement démontable et modifiable suivant des principes simples et économiques qui permettra des modifications ultérieures sans dommage pour les équipements installés et à moindre coûts.

La signalétique sera adaptée pour le repérage des personnes mal voyantes (cf. chapitre Accessibilité des personnes en situation de handicap).

2.11.3 Equipements divers

Le groupement prévoira la fourniture et la pose de tous les mobiliers intégrés qui figurent sous la rubrique "Equipement dû au titre du marché" dans les fiches locaux.

Le matériel pédagogique et scientifique et les équipements spécifiques ne sont pas à prendre en compte au titre des travaux. Toutefois, l'ensemble des branchements, alimentations et évacuations jusqu'aux machines, l'équipement ou le poste particulier sont dus au titre des travaux.

- Dus au titre du marché : Equipements mobiliers dits "par destination", fixés au sol ou au mur, participant au fonctionnement de l'équipement, tels que lisses, éviers, cimaises, dispositifs de rangement muraux ... Les placards intégrés seront fournis et installés avec au minimum 5 étagères, portes et système de fermeture à clef. Une attention particulière sera portée sur le mobilier adapté aux PMR (sanitaires...). Tous les équipements seront particulièrement robustes

et traités "antivandalisme" aussi bien au niveau de leur solidité propre qu'au niveau de la solidité de leur mode d'accrochage.

- Non dus au titre du marché : Autres équipements indiqués « hors programme » dans les fiches espaces. Ils sont indiqués car les branchements, évacuations et leurs emplacements... s'y rapportant font partie eux du programme. Plusieurs équipements de recherche type éolienne, station météo... ne sont pas prévus au titre du marché mais leur implantation devra être anticipée dans la conception.

2.12 VRD - ESPACES EXTERIEURS

Il n'est pas prévu dans l'opération d'actions sur les VRD et les espaces extérieurs autres que les abords immédiats du bâtiment.

2.12.1 Exigences générales

Les aménagements concernant les espaces extérieurs non paysagers doivent répondre aux exigences suivantes :

- Choisir des matériaux durables, faciles d'entretien, non glissants, y compris par temps de pluie, et résistants au vandalisme ;
- Faciliter la surveillance de la périphérie du campus de jour comme de nuit (façade et pied de façade) ;
- Assurer des cheminements piétons sécurisés vis-à-vis des autres flux ;
- Assurer l'accessibilité et la résistance à la circulation pour les engins de secours et de maintenance ;
- Assurer une cohérence des aménagements extérieurs avec le mobilier implanté dans l'espace public ;
- Assurer des cheminements conformes à la réglementation relative à l'accessibilité des personnes handicapées facilitant la perception de tous les obstacles, des changements de direction et des marches éventuelles ;
- Garantir un faible niveau d'émission sonore au roulage pour les revêtements des voiries ;
- Assurer un bon éclairage des cheminements, commandé par horloge crépusculaire ;
- Assurer la collecte et l'évacuation des eaux de pluie.

2.12.2 Mobilier urbain et signalisation

Du mobilier urbain et de la signalétique extérieure sont prévus au titre du marché.

Il est prévu à minima :

- Des corbeilles à sceller dans les espaces extérieurs accessibles au public et des cendriers ;
- Des racks à vélos à proximité des accès ;
- La signalétique verticale et horizontale extérieure, conforme à la charte graphique notamment un panneau d'identification de l'équipement visible depuis le domaine public. La signalétique de façade doit être facilement accessible afin de garantir une maintenance aisée (tant sur les éléments de signalétique que sur les systèmes d'éclairage) ;
- L'intitulé des pôles fonctionnels à l'entrée de chacun d'eux ;
- La signalisation normalisée des locaux techniques et équipements à risques accessibles depuis l'extérieur.

2.12.3 Réseaux

Le bâtiment sera raccordé aux réseaux présents sur le site. Une distinction eaux usées / eaux pluviales devra être prévue en attente de la création d'un réseau séparatif sur le site.

PROJET ECO-CAMPUS

CONSTRUCTION DE LA PHASE 1 DU BATIMENT ENERGIE SUR LE SITE DU TECHN'HOM

UNIVERSITÉ 
FRANCHE-COMTÉ



CHAPITRE 3 : FICHES ESPACES



Cf. fichiers Excel joints.

PROJET ECO-CAMPUS

CONSTRUCTION DE LA PHASE 1 DU BATIMENT ENERGIE SUR LE SITE DU TECHN'HOM

UNIVERSITÉ 
FRANCHE-COMTÉ



ANNEXES



1 DONNEES DE SITE

2 ÉTUDE RELATIVE A LA CHAUFFERIE