

Projet Hôtel d'incubation de l'UPVD



NOTE DE PRESENTATION

INTRODUCTION

Le projet de l'hôtel d'incubation a été étudié jusqu'à l'appel d'offre avec les valeurs et matériaux décrits dans la présentation suivante.

Pendant l'appel d'offre une variante a été proposée et retenue concernant le mode constructif des bureaux.

Les bureaux ont été réalisés en maçonnerie avec une isolation thermique par l'extérieur.

Par conséquent, nous vous soumettons notre candidature pour le palmarès du « prix national-bois construction » uniquement pour la Halle réalisée conformément à l'étude.

CONTEXTE

→ Un constat qui a fait naître ce projet d'hôtel d'incubation

Plusieurs entreprises innovantes prometteuses sont issues des laboratoires de recherche de l'université, telles que Akinao, Eco-Tech Ceram ou Numalis, toutes lauréates de concours nationaux voire internationaux (Akinao : lauréat du concours national de création d'entreprises technologiques innovantes, du prix Alfred Sauvy, Eco-Tech-Ceram : lauréat du concours mondial de l'innovation ou encore Numalis : lauréat du CNACETI, docteur entrepreneur, concours Coup de Pousse). Par ailleurs, des projets issus des unités de recherches, que ce soit en sciences humaines et sociales et sciences exactes et expérimentales sont en émergence.

L'UPVD fait ainsi face à une demande en forte croissance de la part des laboratoires en matière d'accompagnement à la création d'entreprises.

Cependant, ne pouvant, à l'heure actuelle, fournir les services nécessaires, les start-ups émanant des laboratoires de recherche de l'UPVD partent incuber loin de leur base, au risque de se couper de leur environnement scientifique, ce qui représente une perte d'attractivité pour notre territoire.

L'Université de Perpignan Via Domitia (UPVD) souhaite ainsi construire un **hôtel d'incubation d'entreprises** qui accueillera des projets en lien avec sa recherche et des projets étudiants.

L'hôtel d'incubation permettra ainsi aux porteurs de projets issus de l'UPVD de bénéficier de tout le soutien nécessaire pour mener à bien leur projet et contribuera à transformer le fort potentiel de recherche issue de l'université en source de valeur ajoutée pour l'économie du territoire.

PRESENTATION GENERALE DU PROJET

Implanté sur le campus principal de l'université, entre le chemin Passio Vella et l'avenue d'Espagne, à proximité de l'Institut d'Administration des Entreprises, ce nouveau bâtiment de 960 m² bénéficiera d'une très bonne visibilité.

Véritable vitrine de l'UPVD, cet hôtel d'incubation reflétera le dynamisme entrepreneurial et l'innovation, tant par les projets de création d'entreprises qui y seront incubés que par l'architecture et les matériaux choisis.

Par ailleurs, l'université de Perpignan étant très investie dans le domaine de l'énergie solaire : master Energie solaire, Laboratoire PROMES (impliqué au niveau régional notamment pour le développement du solaire à concentration de la région LR, national, européen et international), relation très étroite avec le pôle de compétitivité DERBI. ; le bâtiment devra symboliser cette activité forte de l'UPVD.

Cet équipement regrouperait bureaux modulables dédiés aux créateurs d'entreprises, bureaux dédiés à l'accompagnement et plusieurs espaces communs tels qu'une salle de détente /cafétéria et des espaces extérieurs de convivialité.

Ce projet, qui a notamment reçu le soutien financier de la **Fondation UPVD** à l'unanimité de ses fondateurs, renforcera l'accompagnement proposé au sein de l'université en proposant des formations, des actions de mentorat, une aide pour la création d'outils numériques et des permanences d'experts.

Ce projet répond à de nombreuses **attentes politiques et économiques**, notamment de par son inscription comme projet prioritaire dans le CPER 2015-2020. Il répond à une volonté de proposer aux étudiants et enseignants-chercheurs de l'université et aux créateurs d'entreprises extérieurs à l'UPVD, un lieu d'hébergement, de soutien logistique et d'appui technique pour le lancement de leur activité.

D'un point de vue plus stratégique, l'hôtel d'incubation permettra le renforcement des **liens entre l'université, les entreprises et les partenaires économiques publics** tels que les organismes consulaires, la Région, l'Etat.

→ Objectifs de fonctionnement du bâtiment

➤ Flexibilité - adaptation à une diversité d'usages

Les espaces de l'Hôtel d'incubation ont vocation à accueillir plusieurs personnes aux activités et aux modes de fonctionnement différents. L'incubateur est composé de **bureaux** conçus pour favoriser une installation aisée et confortable des entrepreneurs, ayant besoin d'un espace dédié et d'un **accompagnement** à court-moyen terme. La morphologie des bureaux doit rendre possible plusieurs type d'aménagement du mobilier, pour un nombre d'utilisateurs variable.

➤ Le confort des usagers

Il est souhaité une attention particulière aux réponses apportées en terme de qualité d'éclairage naturel et artificiel, de vues proposées, de morphologie offerte, de couleurs et de matériaux employés, de mobilier... , autant d'éléments qui constituent les caractéristiques sensibles de l'espace ; elles ont une forte incidence sur la valeur d'usage des espaces proposés. Ce bâtiment va être un **lieu d'accueil, de rencontre; un lieu convivial** avec un certain style de vie propre au monde croisement des mondes universitaires et de l'entreprise. Ce style doit être réfléchi dans les éléments sensibles de l'espace. Une attention spécifique devra être portée à la protection solaire des bureaux, qui seront de préférence orientés au Nord, afin de limiter les désagréments liés à une surexposition au rayonnement solaire en période de chaleur.

➤ Un investissement à long terme

La conception des lieux, l'ingéniosité et la fiabilité des systèmes en place doivent faciliter l'évolutivité dans le temps, pour s'adapter aux évolutions des activités, mais aussi permettre les reconversions.

→ Objectifs par entités

L'Hôtel d'incubation est une structure dédiée au soutien à la création d'entreprises, organisés autour d'un service dédié : accueil des porteurs de projets avant création, hébergement, tutorat et formation.

Les besoins recensés conduisent à proposer un équipement structuré autour de 3 entités regroupées dans l'Hôtel d'incubation :

- **Accueil - administration** : accueil, gestion - formation, accompagnement UPVD, entretien / maintenance.
- **Incubateur** : bureaux, espace de coworking.
- **Espaces extérieurs** : desserte et stationnement, jardin détente / réception.

→ Occupation du bâtiment

Le rez-de chaussée du bâtiment sera occupé 11 mois/ 12, du lundi au vendredi de 8h30 à 18h30.

A l'étage, la partie incubation, composée de bureaux modulables sera accessible aux porteurs de projets 7 jours / 7, 24h/24 et 12 mois/ 12.

La mezzanine et l'espace de co-working seront accessibles du lundi au vendredi de 8h30 à 18h30.

→ Capacité d'accueil

RDC :

- Halle : 40 personnes (voire plus selon certains évènements qui peuvent être organisés de façon ponctuelle)
- Pôle accompagnement : 10 personnes
- Gestion –Formation : 10 personnes

R+1 :

- Incubation : 10 projets soit 14 personnes
- Espace de co-working : 20 personnes
- Salle de réunion (mezzanine) : 20 à 25 personnes

Accueil - Administration

Rythme : Du lundi au vendredi 8h30 -18h30 11 mois/ 12

Vocations : accueillir confortablement les visiteurs, offrir un espace de convivialité et de repos aux entrepreneurs hébergés, accompagner les porteurs de projet, réaliser diverses formations à destination des entrepreneurs

Composition : 3 entités spatiales : Accueil, Gestion - formation, pôle accompagnement

Halle

Activités :

Accueil et information des visiteurs
Présentations, conférences,
Travail administratif
Espace détente

Usagers : 40

Porteurs de projets, visiteurs, personnels

Personnel : 1

Personnel dédié à l'accueil et secrétariat

Gestion - Formation

Activités :

Permanences d'experts
Formation à destination des entrepreneurs
(groupe restreint)

Usagers : 10

Porteurs de projets, experts extérieurs, personnels

Personnel :

Permanence ponctuelle d'experts extérieurs au sein du bureau « secrétariat »

Reprographie :

Usager : 1

Bureau permanence :

1 personne de façon ponctuelle (permanence)
Usagers : 1 à 3

Bureau adm. Visio :

Usagers : 10
(Formations ponctuelles)

Pôle accompagnement

Activités :

Accompagnement des porteurs de projets

Usagers :

Personnel de l'hôtel d'incubation dédié à l'accompagnement

Personnel : 1 responsable et plusieurs chargés d'affaires

Bureaux accompagnement :

Personnel : 8 à 10

Salle de réunion :

Usagers : 15 - 20 personnes

Incubateur

Rythme :

- Pour la partie bureaux modulables : **24h/24 7j/7 12 mois / 12**
- Pour l'espace co-working : **du lundi au vendredi de 8h30 - 18h30**

Vocations : espace de travail pour les porteurs de projet.

Les projets étudiants, en émergence travailleront en open space dans l'espace de co-working, les projets liés à la recherche, étant à un stade plus avancé, bénéficieront d'un bureau modulable.

La salle de réunion permettra en autres, l'organisation des comités de sélection et comités de suivi des projets.

Composition : Mezzanine – Bureaux modulables – Espace de coworking

QUALITE ENVIRONNEMENTALE

La note vise à éclairer les choix faits en regard des préoccupations environnementales du projet.

→ Gestion de projet

L'équipe de maîtrise d'œuvre intègre un **bureau d'étude spécialisé dans la Qualité Environnementale & la Performance Energétique** des bâtiments. A ce titre, sa mission sera:

- ✓ D'assurer un **management de l'opération** permettant de suivre et de mesurer tout au long du projet les engagements vis-à-vis des critères environnementaux retenus,
- ✓ D'offrir un support technique permettant d'**optimiser la conception** environnementale et énergétique dans son ensemble,

Afin de valider les choix techniques, architecturaux et environnementaux, des études techniques seront réalisées, notamment :

- ✓ **Simulations thermiques dynamiques** permettant
 - une estimation précise des consommations énergétiques
 - une évaluation du confort estival en termes d'heures d'inconfort maximum
- ✓ **Simulations d'éclairage naturel** pour apprécier justifier des exigences de Facteur de Lumière du Jour et d'autonomie en lumière du Jour.

L'accompagnement du projet sur la qualité environnementale s'inscrit dans la démarche **Bâtiment Durable Méditerranéen (BDM)** à partir des 7 thèmes principaux qui la structurent.

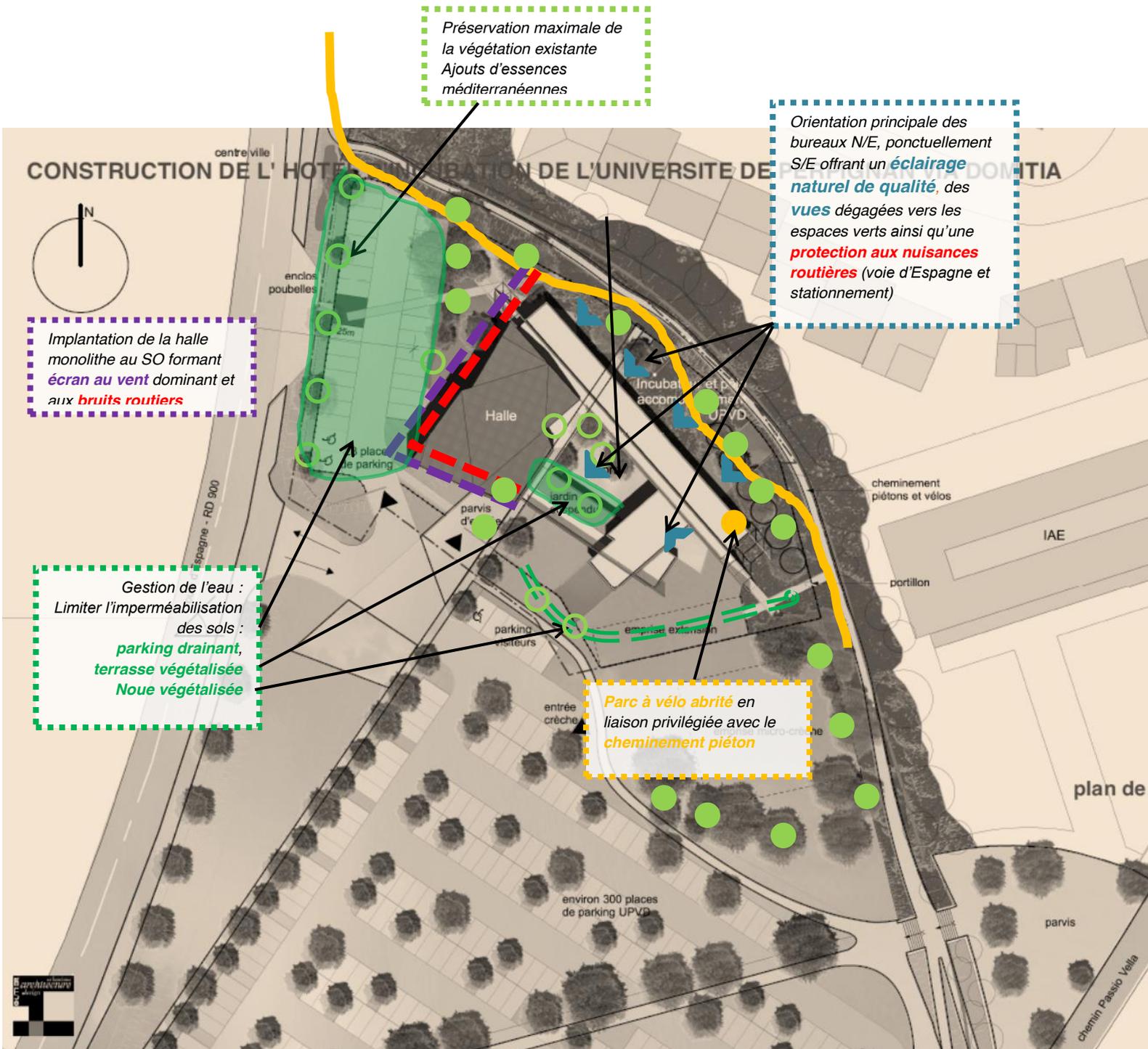
→ Territoire & Site

L'implantation des différentes entités sur la parcelle répond à plusieurs objectifs environnementaux

- ✓ Assurer la **protection** vis-à-vis du vent dominant, la **tramontane**, en provenance du Nord-Ouest et des **nuisances sonores**, principalement de la voie d'Espagne, grâce
 - à l'écran monolithique que constitue la Halle positionnée à l'Ouest.
 - à la « fermeture » des bâtiments autour d'un patio central ;
- ✓ Se **prémunir** des **surchauffes estivales** grâce
 - à une organisation autour d'un **patio**, ombragé, végétalisé ouvert aux brises estivales venant de l'est qui sera **source de fraîcheur**.
 - aux **protections contre le rayonnement solaire** sur les façades sud et sud-ouest grâce au déploiement d'une **résille**
- ✓ Favoriser un accès à la **lumière naturelle** avec des **vues de qualité**, notamment vers les espaces verts tout en s'affranchissant des zones de stationnement
- ✓ Conserver au maximum les **espèces végétales présentes** sur le terrain, notamment les plantations en bordure nord contribuant à la protection au vent. Les enrichir de nouvelles espèces méditerranéennes tels oliviers,
- ✓ **Limiter l'imperméabilisation** des sols avec un traitement en matériaux drainants pour les stationnements et créer une **noue paysagère** qui viendra écrêter les rejets au réseau en cas de fortes pluies,

- ✓ Etablir des **liens évidents avec les modes de déplacement doux** existants en limite de parcelle: voies piétonnes et pistes cyclables longeant le canal d'irrigation

Plan masse et qualité environnementale

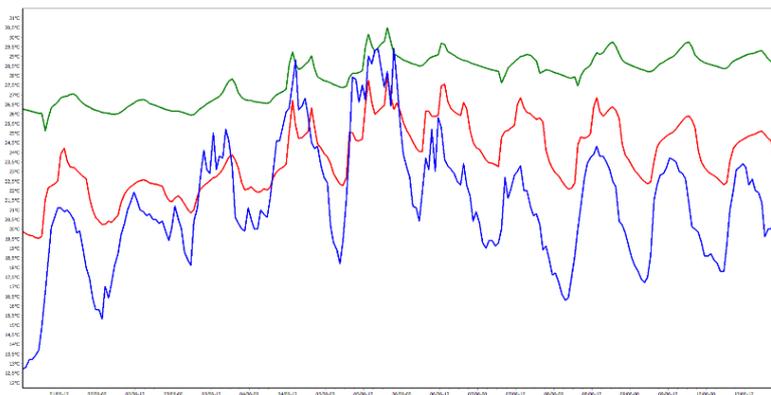


→ Stratégies bioclimatiques

Etant donné les rôles très différenciés entre la halle et les bureaux, les stratégies bioclimatiques ont été adaptées à chacune des zones.

Bureaux

- ✓ Les bureaux bénéficient d'un croisement de stratégies de **protection contre les surchauffes**
- la présence d'une résille métallique pour les orientations sud et sud-ouest complétée par des casquettes continues (coursive et auvent)
- des percements principaux orientés nord ou nord-est - à l'exception des espaces coworking- limitant les apports solaires
- une isolation thermique performante, tant en partie courante que pour le traitement des ponts thermiques pour les parois ossature bois, couplée à l'inertie apportée par les planchers en béton.
- Cette protection globale contre la pénétration de chaleur sera associée à une **ventilation naturelle** traversante.



Simulation thermique dynamique

courbe bleue : température extérieure,
courbe verte : température avec une solution traditionnelle,
courbe rouge : température avec mise en place des stratégies de rafraîchissement proposées.

Le résultat d'une simulation thermique dynamique pour un bureau confirme l'intérêt des stratégies proposées en **confort d'été, afin de limiter le recours à la climatisation**

- ✓ Concernant **le confort d'hiver**, pour l'usage bureaux où les apports de chaleur internes sont importants, les gains solaires passifs n'ont pas été recherchés.
- La performance sera essentiellement liée à la réalisation **d'une enveloppe thermique performante**, tout comme pour le confort estival, avec des isolations renforcées et une parfaite étanchéité à l'air.

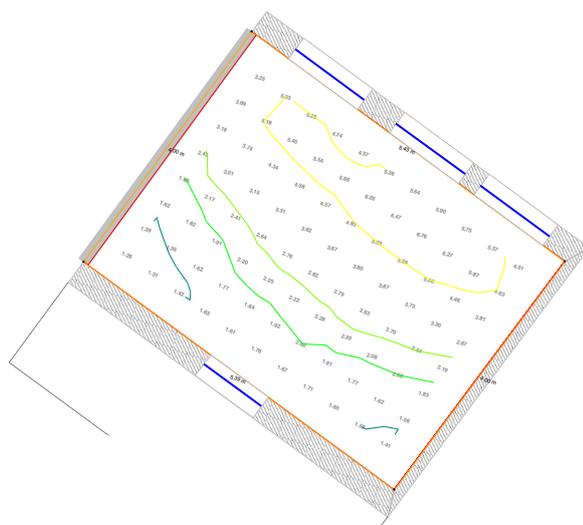
✓ L'orientation nord et nord-est apporte notamment un **confort visuel** satisfaisant par des ouvertures maîtrisées de l'ordre de 30%. permettant d'assurer une large **autonomie** en éclairage naturel tout en limitant les risques d'éblouissement.

Simulation éclairage - bureau 2 postes :

Facteur de lumière jour moyen :

3.3 > 2 cible HQE très performante

Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
----------------------------	------	----	------	------	----	------	----	------	-----



La Halle

L'implantation de la halle sur le site a été choisie afin de d'assurer la **protection aux vents dominants** de secteur nord-est. En ce sens la façade exposée au nord-ouest sera fermée, disposant de quelques percements seulement.

Le mode constructif en **murs ossature bois à isolation répartie** et charpente bois sur dalle béton avec toiture en bac acier représente une inertie faible qui permet de s'adapter à une **occupation occasionnelle**.

La continuité de la membrane en peau intérieure des parois et la qualité des ouvrants permettront d'obtenir une bonne performance d'étanchéité à l'air ($Q_4=0.4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ visé). En association avec une isolation répartie performante, les besoins énergétiques seront minimisés.

Les murs et toiture sont habillés d'une **résille métallique**. Outre son aspect esthétique elle permet de **réduire l'ensoleillement direct** et de créer des **micro-circulations d'air** bénéfiques au rafraîchissement des parois. Les surfaces **vitrées** à l'est et au sud seront équipées de protections solaires permettant de gérer les apports tout en apportant l'éclairage naturel nécessaire.

A noter que les contraintes de confort thermique sont allégées et que la zone n'est pas prévue d'être climatisée

Néanmoins il est prévu une mise en température par **puits climatique**. L'air de renouvellement hygiénique sera **préchauffé** ou **rafraîchi** sur la base de $22\text{m}^3/\text{h}$ pour 40 personnes.

En cas d'occupation plus élevée, il sera complété en **ventilation naturelle** par des **ouvrants** situés en partie haute et basse du mur rideau donnant sur le patio tempéré. La **gestion** des ouvrants sera **manuelle**.

L'ensemble sera complété par des **brasseurs d'air** en plafond qui assureront l'homogénéisation de la température intérieure.

Pour l'hiver un **chauffage** est envisagé par deux **poêles à granulés** judicieusement disposés. C'est un mode de chauffage adapté au fonctionnement occasionnel de la halle avec un coût de fonctionnement réduit.

→ Matériaux et système constructif

Le choix se porte vers une **mixité de matériaux** pour répondre au mieux

- ✓ aux usages différenciés des espaces,
- ✓ à la modularité des ouvrages
- ✓ à leur durabilité
- ✓ et à la minimisation de l'impact environnemental de la construction.

On trouvera

- ✓ du bois dans la halle en poteaux porteurs et murs apportant notamment une réponse au traitement acoustique de ce volume
- ✓ du bois pour les façades de bureau
- ✓ du béton en planchers dans les bureaux pour retrouver de l'inertie
- ✓ du bois à nouveau pour les menuiseries extérieures
- ✓ de la fibre de bois en isolant intégré aux parois ossature bois

L'utilisation de matériaux bio-sourcés, dont le gisement est proche sera privilégiée afin de ne pas dégrader leur contribution au faible impact environnemental du projet.

Les précisions sont données dans le paragraphe 'CHOIX CONSTRUCTIFS ET EQUIPEMENTS'

→ Energie

Au-delà d'un bâtiment conforme à la RT2012, le bâtiment **bureaux** atteint les performances d'un Bâtiment à Energie Positive. En effet, le niveau de consommation d'énergie sera minimisé et la toiture pourra accueillir un complexe photovoltaïque dont le coût serait entièrement financé par un opérateur, avec loyer à la clé. Nous estimons la production à 19,3 MWh par an, soit à minima, 84,60 kWh d'énergie primaire par m² (kWh_{ep}/m²). Nous rappelons qu'un bâtiment Tertiaire Performant vise 50 kWh_{ep}/m² pour les usages réglementaires (chauffage, rafraîchissement, éclairage, ventilation, ECS et auxiliaires) et 70 kWh_{ep}/m² pour les usages autres.

Afin d'assurer les besoins en chauffage et en rafraîchissement, nous proposons la mise en place d'une pompe à chaleur du type air/eau en gestion change over pour réagir au mieux aux besoins en chaud et en froid.

Le choix d'une pompe à chaleur air/eau a été arrêté en raison de la pertinence de cette solution en zone H3, les solutions géothermiques tant en nappe qu'en puits n'ayant pu, au travers des multiples simulations, que donner des performances au mieux équivalentes à un système air/air. L'important surcoût des solutions géothermiques ne peut être amorti.

De la même manière, n'ayant pu mettre en évidence un gain de consommation avec des solutions de ventilation double-flux performantes, nous avons arrêté notre choix sur des ventilations simple-flux ponctuelles. Les ventilations simple-flux ponctuelles permettront une complète indépendance des bureaux. L'asservissement à la détection de présence permettra une totale adaptation à des usages variés des bureaux.

La Halle quant à elle sera le lieu d'occupations occasionnelles. Elle n'entre pas dans le cadre thermique réglementaire. Il n'est pas prévu de maîtrise de la température intérieure, néanmoins elle sera équipée d'un puits climatique permettant le préchauffage ou le rafraîchissement de l'air neuf hygiénique sur un mode passif et de poêles à bois granules afin d'assurer la mise en température en hiver. Cette disposition sous réserve d'une protection mécanique contre les contacts chauds est validée par les bureaux de contrôle.

Les précisions sont données dans le paragraphe 'CHOIX CONSTRUCTIFS ET EQUIPEMENTS' ainsi que dans les notes de calculs RT2012 et STD

→ Gestion de l'eau

L'usage de bureaux ne génère pas de fortes consommations d'eau à l'intérieur du bâtiment. Néanmoins tous les points de puisage seront équipés de **dispositifs hydro-économiques** : mousseur à limitation de débit 6l/mn maximum et robinets mitigeurs temporisés pour les lavabos, réservoir de chasse à double commande 3l/6l.

Pour l'**arrosage des espaces verts**, il est envisagé un prélèvement dans le **canal d'irrigation existant** qui borde la parcelle au Nord Est. Il s'agit d'un canal d'irrigation très ancien pour lequel des autorisations spécifiques doivent être demandées. Les nouvelles essences végétales implantées seront naturellement de type méditerranéen peu gourmandes en eau.

Les espaces extérieurs seront **faiblement imperméabilisés**. Notamment les places de stationnement seront traitées en dalles drainantes type Evergreen ou similaire.

En outre l'introduction de l'eau au sein du patio via une **fontaine de jardin** apportera une note rafraichissante dans la tradition méditerranéenne. Cette source de fraîcheur permettra d'abaisser la température de l'air entrant lié à la sur-ventilation des bureaux et de la halle.

→ Chantier propre

Le chantier s'inscrit dans une démarche chantier propre. Elle s'appuiera sur les outils méthodologiques mis à disposition afin de limiter

- les risques et les nuisances causés aux riverains du chantier
- les risques sur la santé et la sécurité des ouvriers,
- les pollutions.

L'organisation de chantier intégrera

- un schéma d'organisation et de gestion des déchets (SOGED),
- une traçabilité des déchets et matériaux issus du chantier,
- un bilan déchets en fin de chantier attestant des modalités d'élimination et de valorisation des déchets

En ce sens le choix du mode constructif bois permet de répondre favorablement à l'ensemble de ces objectifs.

→ Maintenance

Le parti pris de cette conception bioclimatique est de délivrer une enveloppe performante pour minimiser l'investissement en équipements techniques et les opérations de maintenance coûteuses.

Il est prévu qu'une partie de la gestion du confort thermique soit manuelle par exemple pour la ventilation traversante dans les bureaux. A ce titre les occupants seront accompagnés pour un bon usage du bâtiment notamment sur les aspects de ventilation naturelle.

→ Une démarche pilote

Compte tenu du contexte universitaire du projet, des choix techniques effectués et de la volonté d'orientation du maître d'ouvrage vers des bâtiments efficaces, il est envisagé de mettre un **protocole d'instrumentation et de suivi** du bâtiment.

Ce système permettra de recueillir des données diverses (température, présence, qualité de l'air, consommations,...) via différents types de capteurs.

Ces données permettront de vérifier l'adéquation des diverses simulations effectuées sur le bâtiment avec son fonctionnement réel. Elles prolongent la démarche de modélisation "BIM" et seront un support de cours et d'étude pertinent aux élèves de la filière énergie renouvelable.

Cette instrumentation est un point de départ à l'instrumentation généralisée du campus pour un suivi des consommations énergétiques, de la qualité de l'air, ..Avec la modélisation BIM, elle permettra la mise en place d'une maintenance curative et préventive pertinente.

Les tableaux de bord proposés avec cette instrumentation permettront d'orienter les choix stratégiques de rénovation énergétique du campus.

CRITERES D'ELIGIBILITE

Le projet d'hôtel d'incubation de l'Université de Perpignan Via Domitia s'inscrit à plusieurs titres dans l'appel à projet 'Construisons et Rénovons en Languedoc Roussillon'. Les choix s'affineront dans l'avancée du projet mais d'ores et déjà , il répond aux différents objectifs.

→ La performance énergétique

Le projet atteint le niveau BEPOS Effinergie

→ Les éco-matériaux régionaux

Le projet intègre une quantité notable d'éco-matériaux notamment ceux la filière bois en privilégiant les filières régionales ou proches.

→ L'innovation

Le projet prévoit de mettre en place un protocole d'instrumentation particulier pour assurer le suivi du bâtiment qui serait utilisé par les usagers mêmes de l'université.

Projet Hôtel d'incubation de l'UPVD



FICHE DE SYNTHÈSE

FICHE DE SYNTHÈSE SUR LE PROJET

1. GÉNÉRALITÉS

Nom du projet	Hôtel d'incubation Université de Perpignan
Démarche de labellisation, certification ou reconnaissance (oui/non - préciser laquelle)	Plan campus vert Niveau BEPOS sans certification Démarche bâtiment durable méditerranéen avec

2. LOCALISATION

Commune	Perpignan
Département	66

3. PLANNING PRÉVISIONNEL

Date de dépôt du permis de construire	février 2016
Date de début de chantier	octobre 2016
Date de réception des travaux	novembre 2017

4. COORDONNÉES

Vos coordonnées (maitre d'ouvrage)

Nom et prénom	Yves Rousseau / Laura Krenn Direction Recherche et Valorisation
Raison sociale	Université de Perpignan Via Domitia
Adresse	52 avenue Paul Alduy 66860 Perpignan cedex 9
Téléphone	04 30 19 23 27
E-mail	yves.rousseau@univ-perp.fr laura.krenn@univ-perp.fr

Coordonnées du bureau d'études thermique (si existant)

Nom et prénom	Franck Correia
Raison sociale	Energie-R
Adresse	1325 avenue de la Salanque 66000 Perpignan
E-mail	fcorreia@energie-r.fr

Coordonnées de l'architecte (si existant)

Nom et prénom	Jacques Outier
Raison sociale	Atelier d'architecture Jacques Outier
Adresse	12 rue Henri Abbadie 66000 Perpignan
E-mail	outier.arch@wanadoo.fr

Coordonnées de l'assistance à maîtrise d'ouvrage (si existante)

Nom et prénom	Sandrine Castanié et Dominique Chevriaux
Raison sociale	Azimut et Aubaine
Adresse	25 rue de la fontaine st Berthomieu 34070 Montpellier
E-mail	sandrine.castanie@gmail.com et d.chevriaux@be-aubaine.fr



5. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTIMENT

Usage principal du bâtiment	Bureaux
SHON (m ²)	597 m ² bureaux 479 m ² halle 1076 m ² total
SHORT (m ²)	554 m ² bureaux
SHAB ou SU (m ²)	487 m ² bureaux 474 m ² halle 960 m ² total
Système constructif / isolation : ➤ Murs extérieurs ➤ Plafond ➤ Plancher bas	Mur ossature bois avec enduit Planchers béton étanché Dalle béton isolée
Équipements : ➤ Chauffage / froid ➤ ECS ➤ Ventilation ➤ Éclairage ➤ Photovoltaïque	PAC air/eau panneaux rayonnants ballon 50l instantané simple-flux individuelle leds à détection de présence 8W/m ² polycristallins horizontaux 124 m ² 18.50kW

6. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTIMENT

Bbio et Bbio _{max} ou Ubat et Ubat _{ref} (W/m ² .an)	Bbio 109.9 Bbiomax 168
Cep et Cep _{ref} (kWh _{EP} /m ² .an)	Cep hors PV 60.90 Cepmax 132
Perméabilité à l'air (m ³ /h.m ²)	0.8
Consommations spécifiques (kWh _{EP} /m ² .an)*	100
Production délectricité (kWh _{EP} /m ² .an)*	84.6
Bilan global (kWh _{EP} /m ² .an)*	76.3
Confort d'été (à détailler par zone) : ➤ Nombre d'heure où la température intérieure est supérieure à 28°C. ➤ Température intérieure maximale	bureaux climatisés

* à remplir uniquement si la construction répond au label BEPOS Effinergie 2013

7. ÉCO-MATÉRIAUX

Préciser les éco-matériaux valorisés dans le projet	pin douglas, isolant fibre de bois, liège
---	---

8. INNOVATION

Préciser le type d'innovation (technologique, organisationnelle...)	bâtiment laboratoire
---	----------------------

9. DONNÉES ÉCONOMIQUES

Coût des travaux (€ HT)	1 650 000
Coût de la maîtrise d'oeuvre (€ HT)	275 000
Coût total (€ H)	*2 220 000
Évaluation du surcoût d'investissement (€ HT)	291 270

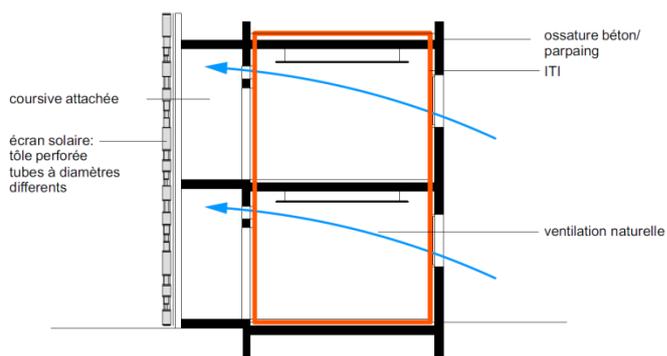
*y.c études préalables, adaptation parking, premier équipement

CHOIX CONSTRUCTIFS ET EQUIPEMENTS

→ Bureaux

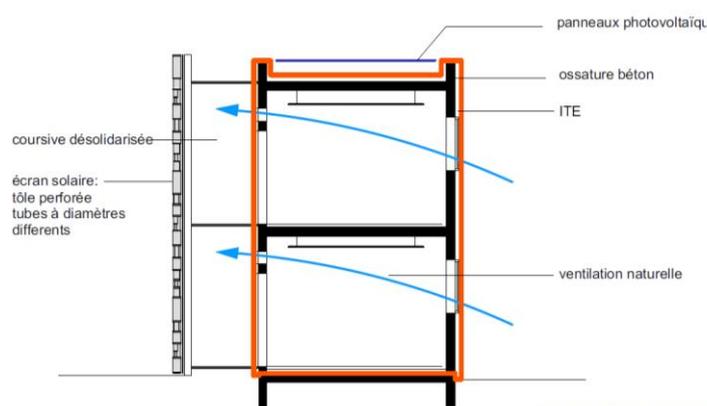
La réflexion menée depuis la phase concours sur le système constructif des bureaux a fait évoluer le projet en 3 étapes caractérisées par 3 modes constructifs différents correspondants à 3 niveaux de performance

BASE NIVEAU REGLEMENTAIRE RT2012 : béton et isolation thermique intérieure



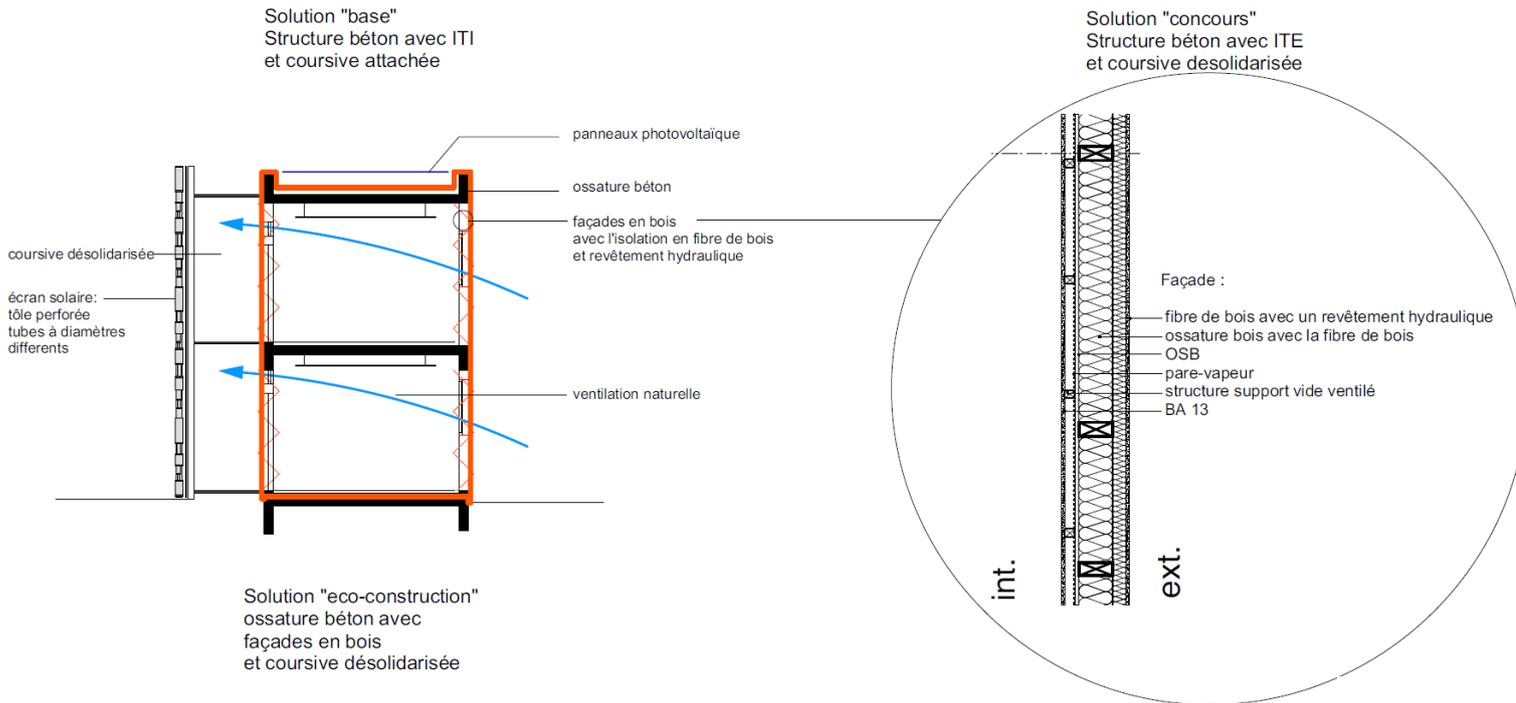
Solution "base"
Structure béton avec ITI
et coursive attachée

EVOLUTION BEPOS : béton et isolation thermique extérieure



Solution "concours"
Structure béton avec ITE
et coursive désolidarisée

EVOLUTION BEPOS et ECOMATERIAUX : façades ossature bois



C'est cette version **BEPOS et ECOMATERIAUX** qui sera décrite dans les pages suivantes

Enveloppe du bâtiment

Conformément à une approche bioclimatique et de respect du confort à la fois visuel et thermique l'implantation des bureaux a été définie afin de disposer d'orientation nord-est / sud-ouest.

Les principaux percements sont situés sur la façade nord-est avec un taux d'ouverture proche de 30%. Cette orientation permet de protéger la façade des vents dominants, de limiter les risques d'éblouissement et de réduire la durée de recours à la climatisation.

La façade sud-ouest est quant à elle faiblement percée avec des menuiseries de 0,50m*0,90m disposées en imposte au-dessus des portes d'accès aux bureaux. Ce choix permet de respecter d'une part les exigences de confidentialité vis à vis de la coursive, de réguler les apports solaires ainsi que de générer un courant traversant favorisant la ventilation naturelle des locaux.

L'enveloppe du bâtiment a été conçue afin de réduire les besoins énergétiques à la fois en chauffage et en climatisation, tout en introduisant des matériaux bio-sourcés. Des façades à ossature bois à isolation sont prévues pour les bureaux de même que pour la Halle

Afin d'apporter un minimum d'inertie au bâtiment pour limiter le confort estival, le choix a été fait de conserver des planchers béton.

La juxtaposition de ces modes constructifs est susceptible de générer des ponts thermiques importants. Une isolation soignée est donc prévue afin de traiter ces détails de l'enveloppe.

Le pont thermique de plancher intermédiaire sera minimisé par la continuité de la façade bois au droit du plancher et la désolidarisation de la coursive. L'isolant sera retourné sur les acrotères pour le traitement du pont thermique de plancher-haut. En plancher bas il est prévu une isolation périphérique verticale.

La façade Sud, tout comme la coursive, sera protégée par un écran solaire. La densité du maillage constitué de deux nappes à base de cercles plus ou moins pleins et plus ou moins profonds sera affinée afin de réguler les apports solaire sur cette façade.

Chauffage/climatisation/ventilation:

L'orientation principale du bâtiment permet une gestion des apports naturels faisant que ces bureaux nécessiteront un simple rafraîchissement ponctuel et non une climatisation permanente comme c'est le cas couramment pour ce type de locaux.

Deux systèmes de ventilation sont envisagés pour ces locaux. Le premier sera de type mécanique simple flux et individuelle afin de répondre au souhait de modularité des espaces. Le deuxième sera une ventilation naturelle opérant à travers les ouvrants en façades opposés pour le rafraîchissement en période estivale.

Efficacité énergétique:

La ventilation mécanique sera déclenchée uniquement lorsque une présence est détectée dans le local. En période d'inoccupation, le moteur du ventilateur sera à l'arrêt ne générant aucune consommation ni déperdition énergétiques inutiles.

D'autre part, l'individualisation des systèmes de ventilation par trame de bureau, confère une flexibilité totale de la répartition des bureaux. Aucune intervention sur le système de ventilation ne sera alors nécessaire lors d'un découpage futur.

La sur-ventilation naturelle sera assurée par un système d'ouvrants manuels de type oscillo-battant donnant sur la façade nord-est et sur la circulation ouverte côté sud. La disposition en vis-à-vis de ces ouvrants permettra un balayage de l'air dans chaque bureau afin de favoriser le confort thermique d'été tout en réduisant le recours au système de rafraîchissement. Le pilotage manuel de ces ouvrants sera réalisé par les occupants, permet de réduire les coûts de maintenance des équipements tout en impliquant les usagers. Les ouvertures en mode oscillant associées à des grilles anti-intrusion permettront de maintenir cette ventilation durant la nuit.

Le système de chauffage / rafraîchissement envisagé pour la zone de bureau sera de type pompe à chaleur (PAC) AIR/EAU. Ce procédé sera constitué d'une unité thermodynamique extérieure couplée à un réseau hydraulique alimentant chaque bureau à l'intérieur desquels seront connectés des panneaux rayonnants disposés au plafond. En fonction de la période, les panneaux rayonnants assureront le chauffage ou le rafraîchissement.



Chaque bureau sera équipé d'un système individuel de régulation de température par robinet thermostatique.

La répartition des panneaux par bureau a été définie afin de garantir l'évolutivité de ces locaux. En cas de modification des espaces, aucune intervention sur les équipements de chauffage / ventilation ne sera nécessaire.

Le recours à une boucle hydraulique pour l'alimentation des émetteurs permet également de réduire les quantités de fluide frigorigène nuisibles à terme pour l'environnement.

→ Halle

Enveloppe

La **halle** est composée de façades à ossature bois et d'une charpente bois sur dalle béton.

Les exigences thermiques de 19°C en hiver sur des temps d'utilisation réduits et occasionnels sont moins contraignantes que pour les zones de bureau à usage permanent. Ce mode constructif présentant une faible inertie est en adéquation avec l'usage.

Ce choix s'inscrit par ailleurs dans une démarche de recours à des matériaux à faible impact environnemental, recherche de bois de provenance locale et mise en œuvre selon des savoirs locaux, et dans une volonté de créer un lieu chaleureux, lieu de débat, de monstration et de détente.

Le tracé des composants de la charpente (poteaux, fiche et contre fiche, arbalétriers,..) sera d'apparence arborescente, conférant ainsi à la halle un caractère végétal.

Le bâtiment sera enveloppé d'une membrane intérieure permettant une gestion performante de l'étanchéité à l'air du bâtiment réduisant ainsi les déperditions énergétiques et améliorant le confort thermique.

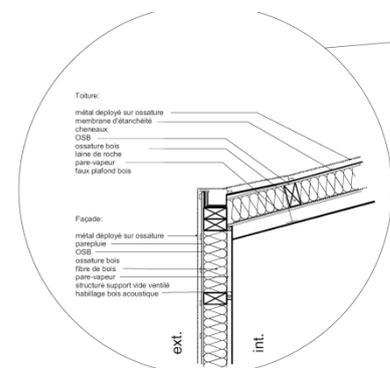
Ce mode constructif permet également la mise en œuvre d'une isolation répartie, assurant un très bon niveau d'isolation des parois et un traitement complet des ponts thermiques. L'isolation thermique se déploie dans toutes l'épaisseur de la charpente et des murs à ossature bois avec un complément d'isolation extérieur

L'étanchéité en **toiture** sera assurée par une membrane de qualité environnementale à longue durée de vie et exempte de chlore. La toiture sera recouverte par une **résille en métal déployé** thermolaqué d'habillage de façade constituant ainsi une toiture en double peau. Au-delà de l'aspect esthétique, la résille aura pour fonction de réduire le rayonnement direct sur la façade et la toiture, la double peau créée en toiture (résille/bac) permet également de créer une lame d'air ventilée réduisant par convection ainsi les surchauffes à l'intérieur du bâtiment.



Les façades dites à ossature bois sont composées :

- d'un parement intérieur,
- panneaux bois perforés répondant aux exigences acoustiques de réverbération et d'absorption, et aux impératifs de contreventement parasismique;
- d'un pare-vapeur assurant l'étanchéité à l'air ;
- d'une isolation en laine de bois dans toute l'épaisseur de l'ossature ;
- d'un pare-pluie ; et d'une résille en métal déployé thermolaqué en continuité de la toiture .



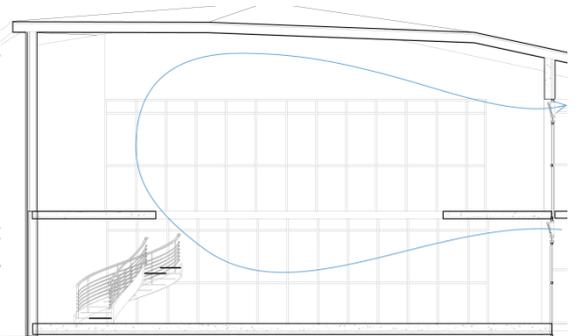
Cette double peau est guidée par une volonté esthétique d'homogénéiser l'ensemble en un **volume monolithe de couleur « corten »** .

La halle sera faiblement vitrée sur la façade nord-ouest afin de se protéger des vents dominants, seule une baie ouvre sur l'espace de détente. Des failles, sous la résille de métal déployé, dans les façades apporteront un complément d'éclairage naturel aux larges ouvertures sur l'agora au rez de chaussée et sur la mezzanine.

Chauffage/Ventilation

Le volume de la halle n'entre pas dans le champ d'application de la réglementation thermique. Il est précisé dans le programme que la halle n'est pas climatisée

Nous envisageons donc, afin de maintenir le confort d'été, un traitement de l'air par un couplage entre ventilation naturelle et apport d'air pré-traité via un puits climatique. Des brasseurs d'air situés au plafond viendront compléter l'installation



Le puits climatique permet, via un réseau de canalisations enterrées sous le bâtiment, d'introduire de l'air neuf dans le bâtiment dont la température sera régulée naturellement par échange thermique avec le sol. En effet, la stabilité de la température du sol au cours de l'année (13-17 C°) permet de réguler la température de l'air extérieur avant son introduction dans le bâtiment. L'air neuf entrant sera donc rafraîchi ou réchauffé naturellement assurant le confort thermique en été et réduisant la consommation énergétique en chauffage en période hivernale. L'air sera pulsé à l'aide d'un ventilateur situé à l'extérieur de la halle. Le système de puits canadien, ventilateur et canalisation, seront dimensionnés afin d'assurer le renouvellement d'air hygiénique pour une occupation équivalente à 40 personnes (40*22m³/h).

En cas d'occupation plus élevée, le système de **ventilation naturelle** pourra être actionné. La circulation naturelle d'air se fera via des ouvrants manuels disposés en partie haute et partie basse du mur rideau donnant sur le patio. La gestion manuelle des ouvrants permet un usage simple et fonctionnel pour les occupants tout en réduisant les contraintes et coûts liés à la maintenance.

Des brasseurs d'air en plafond assureront la dé-stratification de l'air ambiant, réduisant d'une part la sensation de chaleur en été et assurant d'autre part l'homogénéité de la température dans la halle en période de chauffe.

Le mode de chauffage envisagé est un **poêle à bois** à granulés positionné judicieusement. Ce mode de chauffage semble adapté au mode de fonctionnement discontinu de la halle tout en assurant un faible coût de fonctionnement.

Deux volumes seront traités à part

- le bureau accueil, occupé occasionnellement, sera clos, vitré sur ces trois cotés et plafonné et sera équipé d'un chauffage d'appoint.
- la salle de réunion sera chauffée et climatisée depuis l'installation des bureaux

→ Halle	
Paroi (de l'intérieur vers l'extérieur)	
Mur extérieur ossature bois	<ul style="list-style-type: none"> • Poteaux Montants Pin Douglas • Plaque de plâtre 13mm/ panneau bois Lame d'air Panneau OSB Fibre de bois 145 mm entre montants + fibre de bois dense en correctif extérieur 60mm Pare-pluie Résille métal déployé
Dallage béton	<ul style="list-style-type: none"> • Isolant liège expansé 60mm Béton 15cm
Plancher mezzanine	<ul style="list-style-type: none"> • Solives Pin Douglas Parquet bois
Toiture	<ul style="list-style-type: none"> • Charpente Pin Douglas • Panneaux bois Lame d'air Pare vapeur Laine de roche 240mm Panneau OSB Membrane d'étanchéité FPO Résille métal déployé
Menuiseries extérieures	<ul style="list-style-type: none"> • Menuiseries bois Douglas Classement TH9
Equipements	
Chauffage	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Poêles à granulés puissance 3.5 à 10.4 kW rendement 89% ?
Rafraîchissement / ventilation	<ul style="list-style-type: none"> • Puits climatique 880m³/h?

Projet Hôtel d'incubation de l'UPVD



**SIMULATION THERMIQUE
DYNAMIQUE**



SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE PHASE APS

Construction de l'Hôtel d'incubation

STD-DC_V.00_13.10.2015

Sommaire

1. PREAMBULE.....	3
A. CONTEXTE.....	3
B. LOGICIEL	3
C. PRESENTATION GENERALE DU PROJET	3
D. DONNEES METEES UTILISEES POUR LES SIMULATIONS	4
2. BATIMENT HYPOTHESES	5
A. ZONAGE BATIMENT ACCUEIL	5
B. CARACTERISTIQUES DES PAROIS	6
C. CARACTERISTIQUES DES MENUISERIES.....	10
D. OMBRAGES ET OCCULTATIONS	11
E. PONTS THERMIQUES	11
D. CHAUFFAGE ET RAFRAICHISSEMENT	13
E. INFILTRATIONS D’AIR.....	13
G. CHARGES INTERNES D’OCCUPATION	14
H. CHARGES INTERNES ECLAIRAGE	15
I. CHARGES INTERNES D’EQUIPEMENT	15
J. CHARGES INTERNES TOTALES	16
K. SCENARIOS DE VENTILATION	16
3. BATIMENT ACCUEIL RESULTATS STD.....	18
A. SCENARIO DE BASE STD	18
B. MISE EN PLACE DE BRISE SOLEIL ORIENTABLE	19
C. MISE EN PLACE DE BRISE SOLEIL ORIENTABLE EN FAÇADE NORD-EST.....	19
D. VENTILATION NATURELLE	19
E. OUVERTURE DES FENETRES	20
F. VENTILATION NOCTURNE MECANIQUE	20
G. SUR-VENTILATION NOCTURNE MECANIQUE	20
H. RESULTATS	21
I. SIMPLE FLUX ?.....	21
4. MATERIAUX BIOSOURCES	22
A. MODIFICATION DE LA COMPOSITION DES PAROIS EXTERIEURES	22
B. RESULTATS DE LA STRATEGIE DE RAFRAICHISSEMENT AVEC FAÇADES BOIS	23
5. ZOOM SUR LA HALLE	24
A. MISE EN PLACE DU Puits PROVENÇAL	24
B. VENTILATION CONTINU DU Puits EN DEMI-SAISON ET PERIODE ESTIVALE.....	25
6. CONCLUSION	25

1. Préambule

a. Contexte

L'étude a pour objet d'évaluer quantitativement l'impact des choix techniques et architecturaux, notamment sur l'atteinte des objectifs énergétiques et de confort été/hiver et de proposer, au besoin, des solutions efficaces permettant une amélioration significative du confort et une réduction des consommations énergétiques.

Les résultats de l'étude sont conformes aux demandes du dispositif d'accompagnement à la réalisation de bâtiments éco-conçus et innovants "Construisons et Rénovons en LR", concernant la Simulation Thermique Dynamique à savoir :

- ✓ L'étude inclura une analyse de l'enveloppe et des équipements sur un nombre suffisant de zones thermiquement homogènes correspondant à des expositions spécifiques et à des modalités d'occupation et d'exploitation du bâtiment, en privilégiant celles ayant été identifiées comme lieux de surchauffe. Elle intégrera la nature des activités hébergées et les équipements en découlant, ainsi que tout autre paramètre pouvant peser sur les bilans énergétiques.
- ✓ La STD sera faite à partir des données météorologiques d'une année climatique moyenne mais également à partir des données météorologiques horaires réelles de l'été 2003.
- ✓ Le nombre d'heures où la température intérieure est supérieure à 28°C,
- ✓ La température intérieure maximale.

b. Logiciel

Nous utilisons pour réaliser les simulations thermiques dynamiques la suite logicielle d'Izuba énergies :

- MeteoCalc, pour l'élaboration de séries temporelles représentatives de la météorologie locale à partir de données fournies par Enertech,
- Alcyone, pour la saisie 3D du bâtiment,
- Pléiades-Comfie pour le calcul du comportement thermique du bâtiment au pas horaire.

c. Présentation générale du projet

Le projet consiste à construire:

- une halle
- un pôle administratif
- un ensemble de bureaux
- un espace coworking

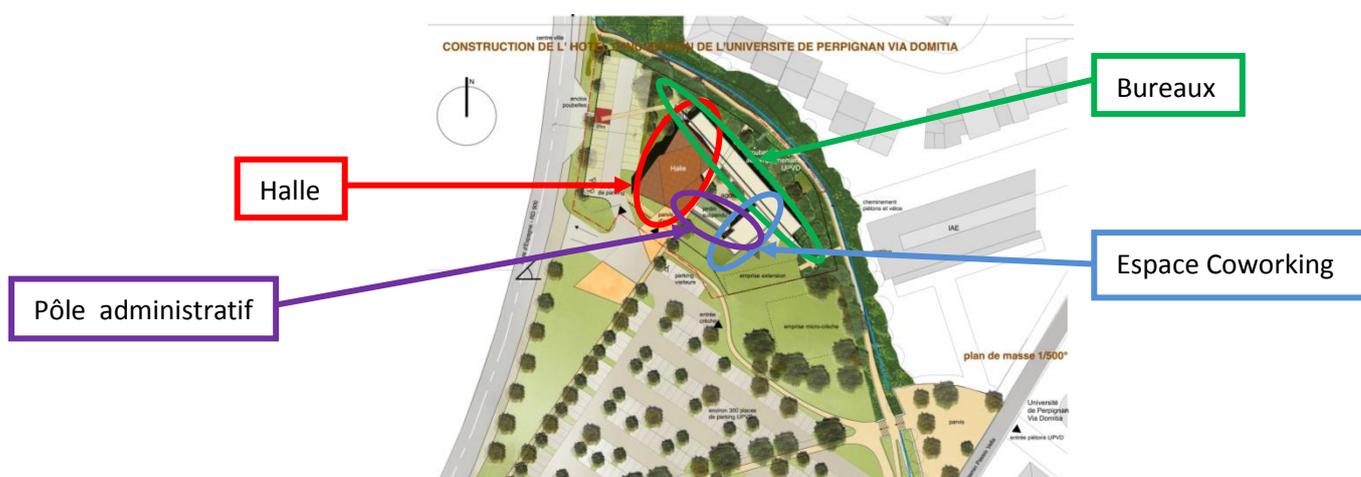


Figure 1 : Photo aérienne du site, Hôtel d'Incubation Université de Perpignan, Avenue d'Espagne et Chemin de la Passio Vella, 66860 Perpignan et Plan de masse avec repérage des bâtiments

d. Données météo utilisées pour les simulations

2 types de fichiers sont utilisés dans la modélisation :

Le fichier Meteonorm **Perpignan moyen** utilisant les valeurs moyennes sur 10 ans (2000-2009) permettant une simulation en conditions "moyennes" pour les besoins en chauffage notamment.

Le fichier Meteonorm **Perpignan chaud** utilisant pour les températures les maxima mensuels sur 10 ans pour la période estivale (mai à septembre), pour tester en conditions estivales sévères.

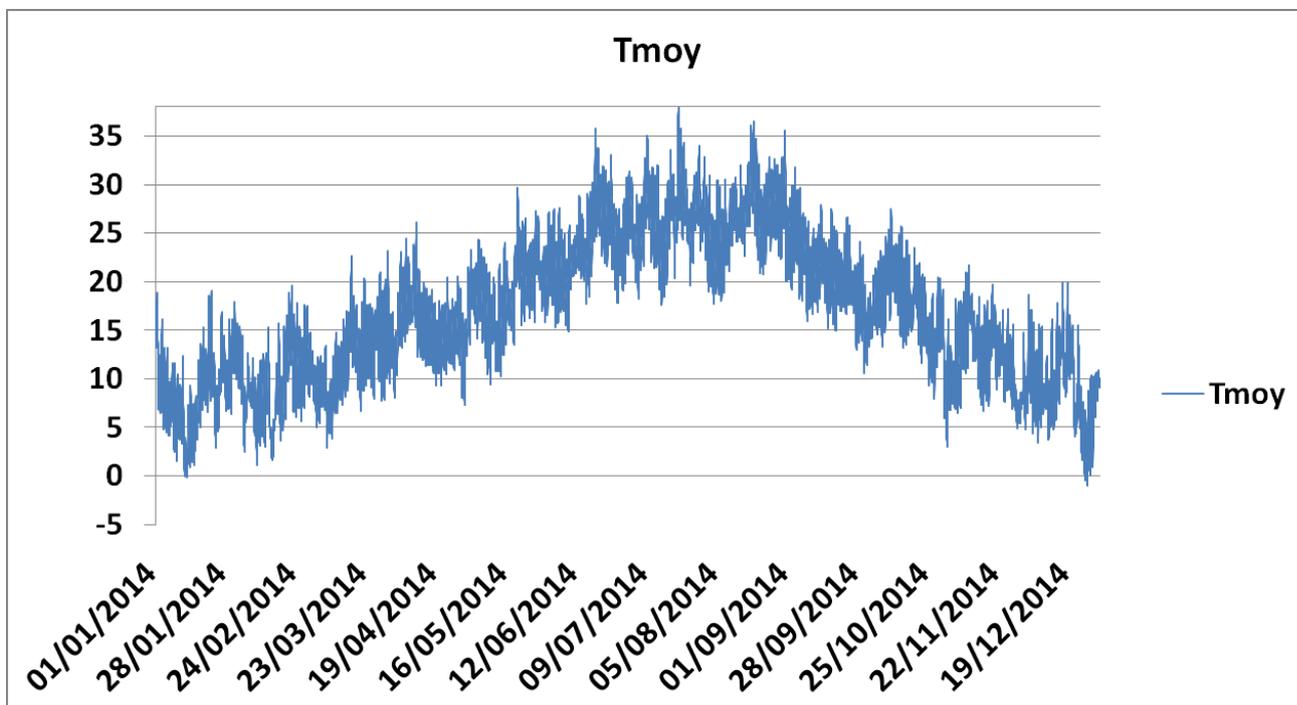


Figure 2 : Evolution température extérieure sur une année type (fichier Meteonorm Perpignan moyen)

Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)												
Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
303	250	203	128	51	8	2	2	16	62	191	293	1509

Tableau 1 : DJU du fichier météo

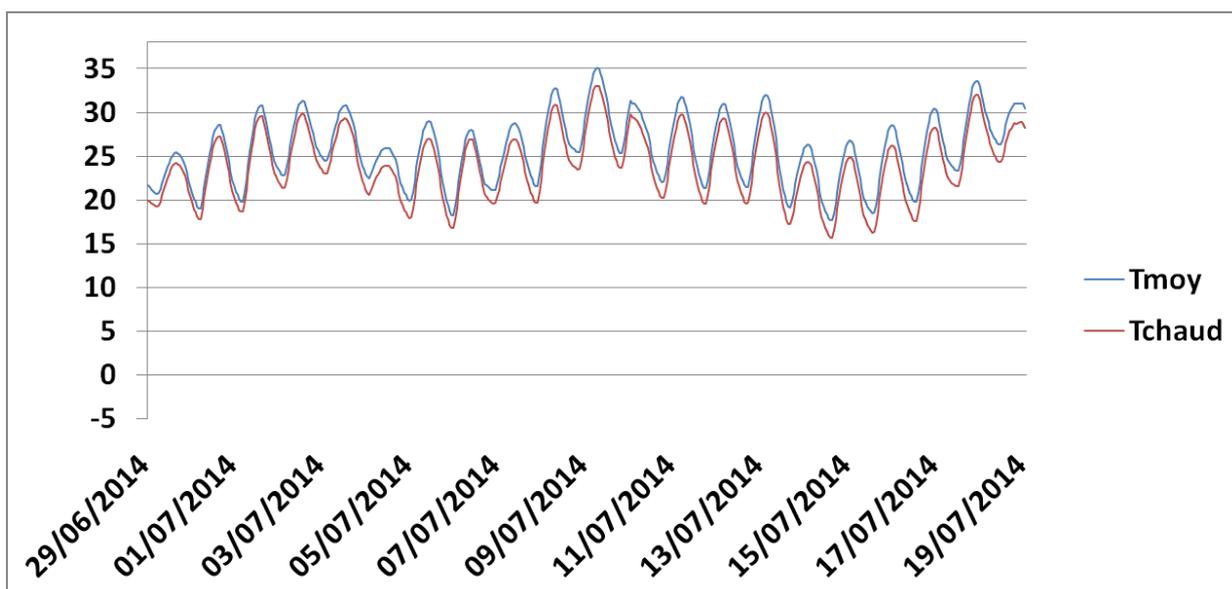


Figure 3 : Evolution température extérieure suivant fichier météo. En rouge la température avec les maxima mensuels et en bleu avec les valeurs moyennes sur 10 ans.

2. Bâtiment hypothèses

a. Zonage bâtiment accueil

Pour l'étude, le bâtiment Accueil a été découpé en 17 zones thermiquement homogènes suivant le type d'occupation des zones, les caractéristiques de l'enveloppe et l'orientation.

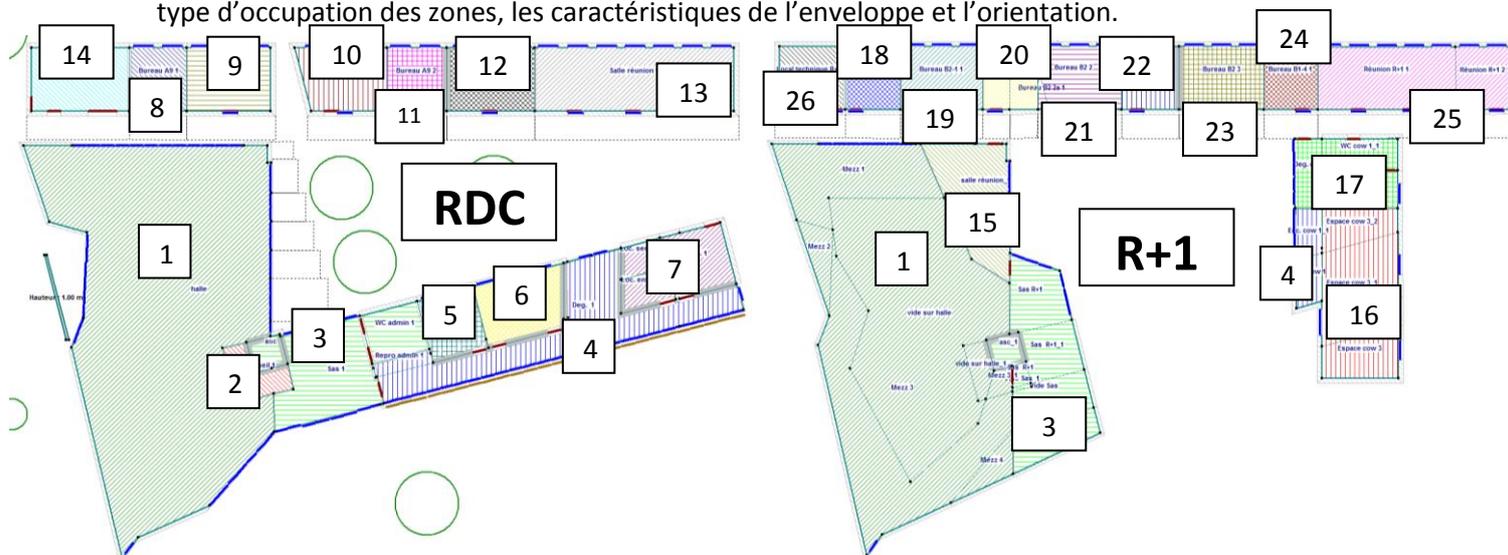


Figure 4 : Repérage des zones thermiques du bâtiment

Zone	Dénomination	Surface	Volume
1	halle + mezz	390,5	1 534,5
2	accueil	7,3	21,1
3	sas + asc + wc admin	97,1	289,6
4	deg+repro admin+ esc coworking	56,5	179,2
5	bur sec	13,0	37,7
6	bur admin	19,4	56,3
7	loc tech + serveur +entretien	24,6	71,4
8	bur A9-1 1p	13,7	39,8
9	bur A10-1 2p	20,9	60,7
10	bur A10-2 2p	21,0	60,8
11	bur A9-2 1p	13,9	40,3
12	burA10-3 2p	21,0	61,0
13	salle reunion mod RDC	49,8	144,5
14	stock RDC	24,1	70,0
15	salle réunion mezz R+1	31,4	91,1
16	espace coworking	52,9	153,4
17	deg + copieur WC coworking	28,6	82,9
18	bur B1-1 1p	13,8	40,0
19	bur B2-1 2p	21,1	61,2
20	bur B1-2 1p	13,9	40,4
21	bur B2-2 2p	21,5	62,2
22	bur B1-4 1p	13,9	40,3
23	bur B2-3 2p	21,0	61,0
24	bur B1-5 1p	13,7	39,8
25	salle réunion mod R+1	49,6	143,9
26	loc tech 2 R+1	16,7	48,5

Tableau 2 : Dénomination des zones

b. Caractéristiques des parois

Ci-dessous, les compositions des parois retenues au stade APS :

Il faut noter

-que le parti pris initial pour la construction des bureaux était des parois béton avec isolation thermique par l'extérieur

-qu' au stade esquisse seule la fibre de bois est intégrée comme matériau bio-sourcé. Les autres isolants de la modélisation sont des isolants synthétiques par défaut. Des isolants bio-sourcés (liège sous dallage) ou non synthétiques (laine de roche en support d'étanchéité) sont prévus et seront modélisés en phase suivante

Cloison 10

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Laine de roche	4.5	0.041	25	0.256	0.91	1.10
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Total					0.80	1.26

Cloison SAD 220

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Laine de roche	14.0	0.041	25	0.256	0.29	3.41
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Total					0.27	3.65

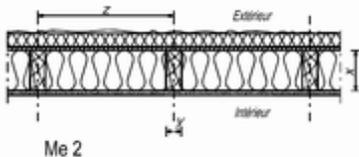
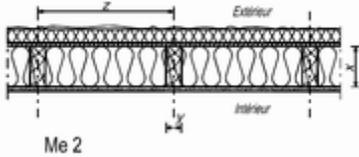
Mur bureau ITE

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé (acier > 2%)	20.0	2.500	2400	0.278	12.50	0.08
ISOFACADE NOIR 32P 100x600x1350	10.0	0.032	35	0.403	0.32	3.13
Total					0.31	3.21

Mur halle

Composante : Simple	Epaisseur	λ	ρ	CS	U	R
---------------------	-----------	-----------	--------	----	---	---

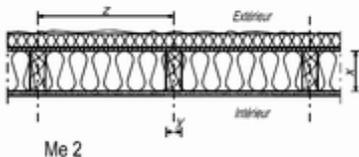
	(cm)	W/(m.K)	kg/m ³	Wh/(kg.K)	W/(m ² .K)	(m ² .K)/W
Laine de bois 46	4.0	0.046	190	0.583	1.15	0.87
Panneau OSB	1.6	0.130	650	0.470	8.13	0.12
Laine de bois (base Steico) 39	14.5	0.038	50	0.583	0.26	3.82
Lame d'air > 1.3 cm	1.5	0.094	1	0.340	6.25	0.16
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Total					0.20	5.01

Pont thermique intégré	Type	Entraxe	ψ	valeur
 Mur Halle MOB 60	Linéaire	0.60	0.02	0.03
 Mur Halle MOB 60	Linéaire	0.40	0.02	0.05
Total				0.08

Le 2ème pont thermique modélise les ponts thermiques des attaches de la résille extérieure

Mur halle Nord

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Laine de bois 46	4.0	0.046	190	0.583	1.15	0.87
Panneau OSB	1.6	0.130	650	0.470	8.13	0.12
Laine de bois (base Steico) 39	14.5	0.038	50	0.583	0.26	3.82
Lame d'air > 1.3 cm	1.5	0.094	1	0.340	6.25	0.16
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Total					0.20	5.01

Pont thermique intégré	Type	Entraxe	ψ	valeur
 Mur Halle MOB 60	Linéaire	0.60	0.02	0.03

Plancher bas extérieur bureaux

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
FIBRA ULTRA FM Clarté 125 KNAUF	10.9	0.032	25	0.383	0.29	3.41
Béton plein armé (1%< acier = 2%)	20.0	2.300	2350	0.278	11.50	0.09
Total					0.29	3.49

Plancher bas extérieur halle

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
FIBRA ULTRA FM Clarté 125 KNAUF	10.9	0.032	25	0.383	0.29	3.41
Béton plein armé (1%< acier = 2%)	20.0	2.300	2350	0.278	11.50	0.09
Total					0.29	3.49

Plancher haut bureaux

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Polyuréthane Thane MultiTTI	14.0	0.023	30	0.417	0.16	6.14
Béton plein armé (acier > 2%)	20.0	2.500	2400	0.278	12.50	0.08
Total					0.16	6.22

Plancher intermédiaire béton

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton lourd	20.0	1.750	2300	0.256	8.75	0.11
Total					8.75	0.11

Plancher terre-plein bureau

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
K-FOAM D BD sous chape	9.0	0.029	35	0.330	0.32	3.10
Béton plein armé (1%< acier = 2%)	20.0	2.300	2350	0.278	11.50	0.09
Total					0.31	3.19

Plancher terre-plein halle

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé (1%< acier = 2%)	20.0	2.300	2350	0.278	11.50	0.09
Total					11.50	0.09

Refend bureau

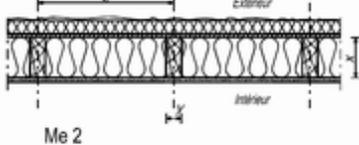
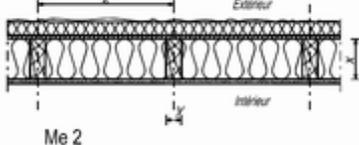
Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé (acier > 2%)	20.0	2.500	2400	0.278	12.50	0.08
Lame d'air faible ventil.50 mm flux horiz.	5.0	0.556	1	0.340	11.11	0.09
Béton plein armé (acier > 2%)	20.0	2.500	2400	0.278	12.50	0.08
Total					4.00	0.25

Toit terrasse végétalisée

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Terre végétale	10.0	1.260	1700	0.170	12.60	0.08
Polyuréthane Thane MultiTTI	14.0	0.023	30	0.417	0.16	6.14
Béton plein armé (acier > 2%)	20.0	2.500	2400	0.278	12.50	0.08
Total					0.16	6.30

Toiture halle

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Acier	0.1	50.000	7800	0.125	50000.00	0.00
IBRnu	10.0	0.040	12	0.233	0.40	2.50
IBRnu	14.0	0.040	12	0.233	0.29	3.50
Placoplatre BA 13	1.3	0.325	850	0.222	25.00	0.04
Total					0.17	6.04

Pont thermique intégré	Type	Entraxe	ψ	valeur
	Linéaire	0.60	0.02	0.03
	Linéaire	0.40	0.02	0.05
Total				0.08

Le 2ème pont thermique modélise les ponts thermiques des attaches de la résille extérieure

Tableau 3 : Composition des parois

c. Caractéristiques des menuiseries

Les fenêtres sont au nu intérieur soit un retrait de 20 cm par rapport au nu de la façade. Le vitrage a de manière général un $U_g=1.1$. Les menuiseries sont de 2 types :

Type	Uw	Facteur Solaire	Transmission Lumineuse
Murs rideaux	1.42	0.33	0.58
Fenêtres	1.59	0.36	0.5

Tableau 4 : Performance des vitrages

Surface de vitrage Halle				
Orientation	Surface Brute paroi	Surface nette paroi	Surface vitrée	Pourcentage
Vertical sud	121,3	59,3	62,1	51,2%
Vertical Est	88,7	44,6	44,1	49,7%
Vertical ouest	130,0	130,0	0,0	
Toiture	287,5	287,5	0,0	
Total	600,9	476,2	124,7	

Surface de vitrage Totale (Halle + Hôtel d'incubation)				
Orientation	Surface Brute paroi	Surface nette paroi	Surface vitrée	Pourcentage
Vertical sud	311,3	164,6	146,7	47,1
Vertical Est	423,1	299,4	123,7	29,2
Vertical nord	175,1	109,9	65,2	37,2
Vertical ouest	416,7	408,1	8,6	2,1
Toiture	718,7	718,7	0,0	0
Total	2 044,9	1 700,7	344,1	

Surface de vitrage Hôtel d'Incubation				
Orientation	Surface Brute paroi	Surface nette paroi	Surface vitrée	Pourcentage
Vertical sud	189,9	105,3	84,6	44,6
Vertical Est	334,4	254,8	79,6	23,8
Vertical nord	201,8	155,1	46,6	23,1
Vertical ouest	286,6	278,1	8,6	3,0
Toiture	431,3	431,3		
Total	1 444,0	1 224,6	219,4	

Tableau 5 : Tableaux de surface de vitrage

	Halle	Hôtel Incubation	Total
Total surface chauffée	421.9 m ²	649.1	1 071 m ²
Volume chauffé	1 625.6 m ³	1 905.9	3 531.5 m ³
Rapport surface vitrée/surface chauffée	0.296	0.338	0.321
Coefficient de compacité (rapport surface déperditives/ Volume)	0.370	0.757	0.579

Tableau 6 : Coefficient de compacité

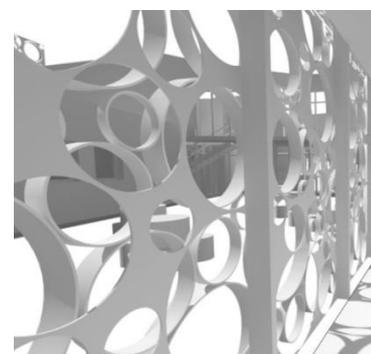
d. Ombrages et Occultations

Le bâtiment accueil est orienté principalement Nord-Est / Sud-Ouest. Les bâtiments voisins ne généreront pas d'ombres portées sur le bâtiment.



Figure 5 : Représentation 3D des ombres portées (vue Alcyone)

La résille devant l'espace administratif est composée de 2 superpositions (voir figure ci-contre). La première est constituée de cercles de différents diamètres (de 20 à 90 cm de diamètre) de 15 cm de profondeur et la seconde est une plaque pleine percée de ronds (de 20 à 90 cm de diamètre). La modélisation de ce type de protection est impossible sur une STD, cependant nous pouvons approcher le résultat avec une modélisation via des brises soleils (comparatif visuel avec des héliodons). Les hypothèses seront affinées dans les prochaines étapes, et nous avons retenu pour le moment des brise-soleil orientable de 15 cm de profondeur avec un espacement entre lame de 30 cm (pondération de cercle de 90 cm à 25 %, de cercle de 55 cm à 50 % et de cercle de 20 cm à 25 %).



e. Ponts thermiques

Les ponts thermiques du bâtiment sont, par défaut, les valeurs données par la RT2012.

Nom	Classif.	Origine	ψ	ψ_1	ψ_2	ψ_3		
Acrotère ITE	3.1		0.21	0.21	0.00	0.00		
Angle sortant ITE	4.1	CSTB	0.13	0.07	0.07	0.00		
Angle sortant MOB	4.1	CSTB	0.12	0.06	0.06	0.00		
Dallage béton isolé en sous-face ITE	1.1	CSTB	0.49	0.49	0.00	0.00		

Liaison en Té ITE	4.3	CSTB	0.09	0.04	0.04	0.00		
Plancher bas MOB	1.1	CSTB	0.25	0.25	0.00	0.00		
Plancher haut MOB	3.1	CSTB	0.06	0.06	0.00	0.00		
Plancher haut mur rideau	3.1		0.31	0.31	0.00	0.00		
Plancher inter MOB	2.1	CSTB	0.08	0.04	0.04	0.00		
Plancher intermédiaire ITE (2)	2.1	CSTB	0.07	0.04	0.04	0.00		
Appui ITE	5.1	CSTB	0.12	0.12	0.00	0.00		
Appui ITI	5.1	CSTB	0.14	0.14	0.00	0.00		
Linteau ITE	5.2	CSTB	0.11	0.11	0.00	0.00		
Linteau ITI	5.2	CSTB	0.00	0.00	0.00	0.00		
Seuil mur rideau	5.1	CSTB	0.16	0.16	0.00	0.00		

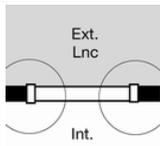
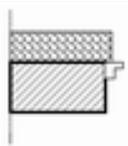
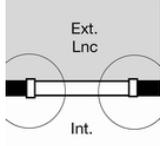
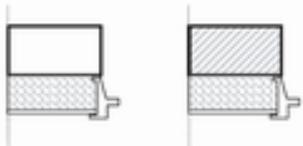
Tableau ITE	5.3	CSTB	0.04	0.04	0.00	0.00		
Tableau ITI	5.3	CSTB	0.00	0.00	0.00	0.00		

Tableau 7 : Détails des ponts thermiques

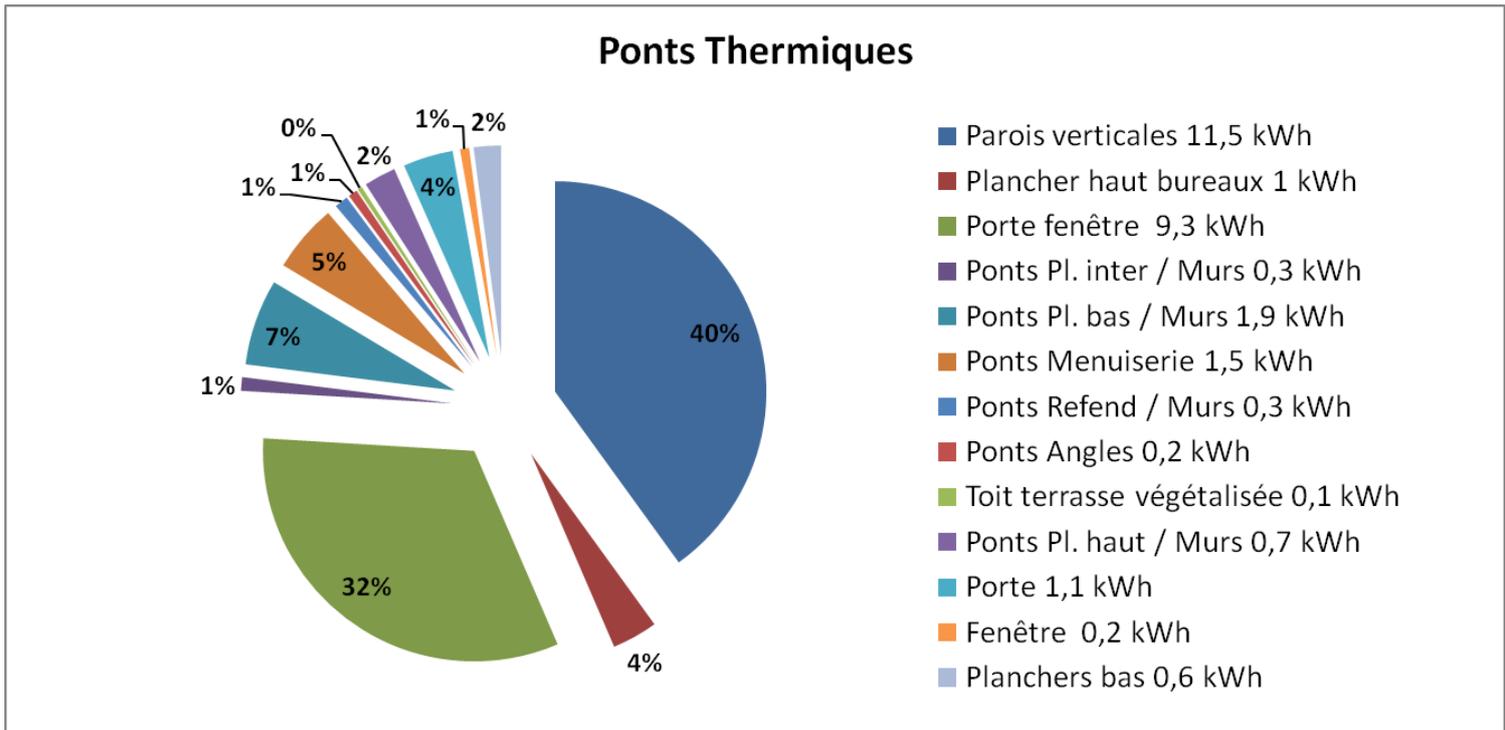


Figure 6 : Répartition ponts thermiques

d. Chauffage et rafraîchissement

La température de chauffage est de 19° de 9h à 19h du lundi au vendredi pour toutes les zones hors zone de circulation. La température de réduit est de 16°.

La température de rafraîchissement est de 26° de 9h à 19h du lundi au vendredi pour toutes les zones hors zone de circulation et halle. La température de réduit est de 30°.

e. Infiltrations d'air

La constitution du bâtiment en béton banché isolé par l'extérieur rend plus simple le traitement de l'étanchéité à l'air. Un carnet de détail (PRO) établira les barrières d'étanchéité et le traitement à apporter. On part sur une hypothèse d'un bâtiment avec un taux d'infiltration maximum $n_{50} \leq 1.5$ vol/h ($Q_{4\text{ PA-Surf}} < 0.8 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$), soit un débit continu de l'ordre de 0.1 vol/h (on visera pour la phase chantier $n_{50} \leq 0.6$ vol/h).

Nous considérons également les infiltrations d'air supplémentaires suivantes :

- ✓ Infiltrations dans le sas d'entrée (zone 3) à raison de 10 m³ par passage avec une moyenne de 70 passages par jour (répartis sur 10 h) soit 70 m³ d'air supplémentaire par heure d'ouverture. Le volume de la zone 3 étant de 289.6 m³, on a donc une infiltration supplémentaire de l'ordre de 0.25 vol/h aux heures d'ouverture.

g. Charges internes d'occupation

Les apports internes humains sont supposés de 80 W en hiver et de 55 W en été par personne. Les charges sont réparties sur les 50 h de fonctionnement par semaine (du lundi au vendredi de 9h à 19h). Le taux d'occupation est défini sur une base de temps de 40h. On a donc en moyenne sur la plage des horaires d'ouverture, 80% de la charge d'une personne par personne pour les bureaux et l'espace coworking. La halle est occupée 10% du temps à 50% de son effectif maximal (40 personnes).

Zone	Dénomination	Surface en m ²	Occupation	Charge interne en W/m ²	
				hiver	été
1	halle + mezz	390,5	40*	0,4	0,3
2	accueil	7,3	-	-	-
3	sas + asc + wc admin	97,1	0.1	0,1	-
4	deg+repro admin+ esc coworking	56,5	0.1	0,1	0,1
5	bur sec	13,0	1	4,9	3,4
6	bur admin	19,4	2	6,6	4,5
7	loc tech + serveur +entretien	24,6	-	-	-
8	bur A9-1 1p	13,7	1	4,7	3,2
9	bur A10-1 2p	20,9	2	6,1	4,2
10	bur A10-2 2p	21,0	2	6,1	4,2
11	bur A9-2 1p	13,9	1	4,6	3,2
12	burA10-3 2p	21,0	2	6,1	4,2
13	salle reunion mod RDC	49,8	16	20,6	14,1
14	stock RDC	24,1	-	-	-
15	salle réunion mezz R+1	31,4	10	20,4	14,0
16	espace coworking	52,9	10	12,1	8,3
17	deg + copieur WC coworking	28,6	-	-	-
18	bur B1-1 1p	13,8	1	4,6	3,2
19	bur B2-1 2p	21,1	2	6,1	4,2
20	bur B1-2 1p	13,9	1	4,6	3,2
21	bur B2-2 2p	21,5	2	6,0	4,1
22	bur B1-4 1p	13,9	1	4,6	3,2
23	bur B2-3 2p	21,0	2	6,1	4,2
24	bur B1-5 1p	13,7	1	4,7	3,2
25	salle réunion mod R+1	49,6	16	20,6	14,2
26	loc tech 2 R+1	16,7	-	-	-

Tableau 8 : Charges internes par zone (*la halle n'est occupée que 10% du temps à 50% de l'effectif)

h. Charges internes éclairage

Les apports internes dus à l'éclairage sont pris suivant le profil issu des campagnes de données ENERTECH pour une puissance d'éclairage installée :

Zone	Dénomination	Surface en m ²	Puissance installée en W/m ²
1	halle + mezz	390,5	8
2	accueil	7,3	8
3	sas + asc + wc admin	97,1	8
4	deg+repro admin+ esc coworking	56,5	8
5	bur sec	13,0	8
6	bur admin	19,4	8
7	loc tech + serveur +entretien	24,6	8
8	bur A9-1 1p	13,7	8
9	bur A10-1 2p	20,9	8
10	bur A10-2 2p	21,0	8
11	bur A9-2 1p	13,9	8
12	burA10-3 2p	21,0	8
13	salle reunion mod RDC	49,8	8
14	stock RDC	24,1	8
15	salle réunion mezz R+1	31,4	8
16	espace coworking	52,9	8
17	deg + copieur WC coworking	28,6	8
18	bur B1-1 1p	13,8	8
19	bur B2-1 2p	21,1	8
20	bur B1-2 1p	13,9	8
21	bur B2-2 2p	21,5	8
22	bur B1-4 1p	13,9	8
23	bur B2-3 2p	21,0	8
24	bur B1-5 1p	13,7	8
25	salle réunion mod R+1	49,6	8
26	loc tech 2 R+1	16,7	8

Tableau 9 : Puissance éclairage installée par zone

i. Charges internes d'équipement

Les charges d'équipements supplémentaires prises en considération sont pris suivant le profil issu des campagnes de données ENERTECH :

Zone	Dénomination	Ordinateurs/serveurs	Imprimantes	Photocopieurs
1	halle + mezz	0	0	0
2	accueil	1	0	0
3	sas + asc + wc admin	0	0	0
4	deg+repro admin+ esc coworking	0	0	1
5	bur sec	1	1	0
6	bur admin	2	1	1
7	loc tech + serveur +entretien	5	0	0
8	bur A9-1 1p	2	1	0
9	bur A10-1 2p	3	1	0
10	bur A10-2 2p	3	1	0
11	bur A9-2 1p	2	1	0

12	burA10-3 2p	2	1	0
13	salle reunion mod RDC	1	0	0
14	stock RDC	0	0	0
15	salle réunion mezz R+1	1	0	0
16	espace coworking	10	0	0
17	deg + copieur WC coworking	0	0	1
18	bur B1-1 1p	1	1	0
19	bur B2-1 2p	2	1	0
20	bur B1-2 1p	1	1	0
21	bur B2-2 2p	2	1	0
22	bur B1-4 1p	1	1	0
23	bur B2-3 2p	2	1	0
24	bur B1-5 1p	1	1	0
25	salle réunion mod R+1	1	0	0
26	loc tech 2 R+1	0	0	0

Tableau 10 : Charges internes d'équipement par zone

j. Charges internes totales

Les apports internes dus à la consommation électrique de l'ascenseur sont négligés. Les charges totales des zones sont une combinaison linéaire des charges d'occupation, d'éclairage et d'équipements.

k. Scénarios de ventilation

La ventilation est en marche suivant les débits hygiéniques de 9h à 19h dans toutes les zones (détails des débits dans le tableau ci-dessous), excepté pour les zones avec détecteurs de présence :

- ✓ zone 2 Halle,
- ✓ zone 13 Salle de réunion modulaire RDC,
- ✓ zone 15 Salle de réunion mezzanine,
- ✓ zone 25 Salle de réunion modulaire R+1,

La ventilation est arrêtée :

- ✓ De 19h à 9h,
- ✓ Les samedis et dimanches.

Les CTA mises en place sont des double flux équipées d'une récupération d'énergie valorisée en moyenne à hauteur de 70% pour prendre en compte l'encrassement des filtres. La halle bénéficie d'une simple flux.

ZONE	Dénomination	Surface en m ²	Volume en m ³	Occupation	Ventilation max CTA	Ventilation moyenne de 9h à 19h	
					m ³ /h	m ³ /h	vol/h
1	halle + mezz	390,5	1 534,5	40*	500	50	0.04
2	accueil	7,3	21,1	-	-	-	-
3	sas + asc + wc admin	97,1	289,6	0.1	30	30	0.1
4	deg+repro admin+ esc coworking	56,5	179,2	0.1	-	-	-
5	bur sec	13,0	37,7	1	30	-	0.8
6	bur admin	19,4	56,3	2	60	-	1
7	loc tech + serveur +entretien	24,6	71,4	-	-	-	-
8	bur A9-1 1p	13,7	39,8	1	30	30	0.75
9	bur A10-1 2p	20,9	60,7	2	60	60	1
10	bur A10-2 2p	21,0	60,8	2	60	30	0.5
11	bur A9-2 1p	13,9	40,3	1	30	30	0.75

12	<i>burA10-3 2p</i>	21,0	61,0	2	60	60	1
13	<i>salle reunion mod RDC</i>	49,8	144,5	16	500	325	2.1
14	<i>stock RDC</i>	24,1	70,0	-	-	-	-
15	<i>salle réunion mezz R+1</i>	31,4	91,1	10	300	200	2.1
16	<i>espace coworking</i>	52,9	153,4	10	500	325	2.1
17	<i>deg + copieur WC coworking</i>	28,6	82,9	-	30	30	0.35
18	<i>bur B1-1 1p</i>	13,8	40,0	1	30	30	0.75
19	<i>bur B2-1 2p</i>	21,1	61,2	2	60	60	1
20	<i>bur B1-2 1p</i>	13,9	40,4	1	30	30	0.75
21	<i>bur B2-2 2p</i>	21,5	62,2	2	60	60	1
22	<i>bur B1-4 1p</i>	13,9	40,3	1	30	30	0.75
23	<i>bur B2-3 2p</i>	21,0	61,0	2	60	60	1
24	<i>bur B1-5 1p</i>	13,7	39,8	1	30	30	0.75
25	<i>salle réunion mod R+1</i>	49,6	143,9	16	500	325	2.1
26	<i>loc tech 2 R+1</i>	16,7	48,5	-	-	-	-

Tableau 11 : Débit de ventilation par zone (*la halle n'est occupée que 10% du temps à 50% de l'effectif)

3. Bâtiment Accueil résultats STD

a. Scénario de base STD

Le scénario de base présenté dans le tableau ci-dessous est un calcul sans protection solaire spécifique autre que les résilles architecturales et sans surventilation naturelle ou forcée avec les hypothèses de base énoncées précédemment.

Zone	Dénomination	Besoin de chauffage		Besoin de rafraîchissement	
		kWh	(kWh/m ²)	kWh	(kWh/m ²)
1	halle + mezz	9092	23,3	-	-
2	accueil	294	40,4	160	22,0
3	sas + asc + wc admin	-	-	-	-
4	deg+repro admin+ esc coworking	783	13,9	-	-
5	bur sec	130	10,0	374	28,8
6	bur admin	197	10,1	643	33,1
7	loc tech + serveur +entretien	-	-	-	-
8	bur A9-1 1p	232	16,9	249	18,1
9	bur A10-1 2p	341	16,3	400	19,1
10	bur A10-2 2p	321	15,3	498	23,8
11	bur A9-2 1p	179	12,9	309	22,3
12	burA10-3 2p	226	10,7	484	23,0
13	salle reunion mod RDC	777	15,6	1134	22,8
14	stock RDC	-	-	-	-
15	salle réunion mezz R+1	566	18,0	1407	44,8
16	espace coworking	126	2,4	2034	38,5
17	deg + copieur WC coworking	1071	37,5	-	-
18	bur B1-1 1p	483	35,0	263	19,1
19	bur B2-1 2p	268	12,7	446	21,1
20	bur B1-2 1p	206	14,8	309	22,2
21	bur B2-2 2p	244	11,4	588	27,4
22	bur B1-4 1p	178	12,8	382	27,5
23	bur B2-3 2p	233	11,1	592	28,2
24	bur B1-5 1p	189	13,8	337	24,5
25	salle réunion mod R+1	825	16,6	1270	25,6
26	loc tech 2 R+1	-	-	-	-
	TOTAL	16 961	15.8	11 879	11.1

Tableau 12 : Besoin en chauffage et rafraîchissement par zone

Les données dans le tableau ci-dessus sont les besoins en chauffage et rafraîchissement nets, c'est à dire sans considération du mode de génération ou de distribution du chauffage. Dans le cadre d'une production de chaleur via une Pompe à Chaleur ayant par exemple un COP de 3 (1kWh électrique génère 3 kWh de chaud), un besoin net de 28.8 MWh nécessitera une consommation électrique de 12 MWh (rendement global de l'installation pris de 80 %). Autrement dit, il faut 0.42 kWh électrique pour 1 kWh de chaud/froid ou 1 kWh électrique donne 2.4 kWh de chaud/froid. En terme de consommation en énergie primaire, on obtient 28.9 kWh_{ep} /m² (facteur de conversion énergie électrique/énergie primaire = 2.58 et surface chauffée projet = 1 071 m²).

b. Mise en place de Brise Soleil Orientable

Les orientations Sud-Est et Nord-Ouest (R+1 sur espace coworking et la halle) bénéficieront de BSO mobiles (du type Griesser Metalunic Sinus). La modélisation retenue ici (pas possible de modéliser une orientation des lames suivant course du soleil) est constituée de lames horizontales fixes (les lames de 93 mm de profondeur sont espacées de 83 mm soit un angle de protection solaire de 42° : protection complète du rayonnement solaire direct du 10 mars au 1^{er} octobre environ). Les BSO mis en place seront naturellement mobiles et commandés manuellement selon les demandes de la MO*. La performance de la protection solaire mobile devrait être meilleure que la protection fixe modélisée dans la STD du fait de la possible inclinaison des lames suivant le soleil. De même, l'on peut s'attendre à une meilleure gestion de la lumière naturelle (pas besoin d'une protection de 42° toute l'année et notamment les jours de ciel couvert). Les résultats sont donnés dans le tableau 13 ci-après.

* Nous attirons l'attention sur le fait que les BSO ont vocation à gérer les surchauffes. Il sera nécessaire pendant les mois critiques de les laisser en place comme définit ci-dessus. Leur utilisation en hiver devra être exceptionnel afin de ne pas empêcher le rayonnement solaire direct sur les vitrages sous peine de voir une augmentation conséquente des consommations de chauffage.

c. Mise en place de Brise Soleil Orientable en façade Nord-Est

On évalue l'intérêt de mettre en place des BSO sur l'ensemble de la façade Nord-Est (bureaux) au RDC et R+1. La modélisation est la même que précédemment. Les résultats sont donnés dans le tableau 13 ci-après.

d. Ventilation naturelle

Nous prévoyons la mise en place d'ouverture manuelle d'imposte en soufflet (au-dessus des portes des bureaux) et d'une fenêtre en façade Nord-Est dans chaque bureau. Nous supposons que le flux d'air entrant/sortant aura une vitesse moyenne de 0.1 m/s pour une ouverture à 30° (impostes et fenêtres). La taille des ouvertures des impostes limite le flux d'air. Avec une surface d'ouverture de l'ordre de 0.45 m^2 , le flux d'air sera de l'ordre de 1 vol/h. La ventilation naturelle sera effective de 21h à 7h du matin des semaines 22 à 39 (28 mai au 30 septembre) lorsque $T_{\text{int}} > 21^\circ$ et $T_{\text{ext}} < T_{\text{int}}$.

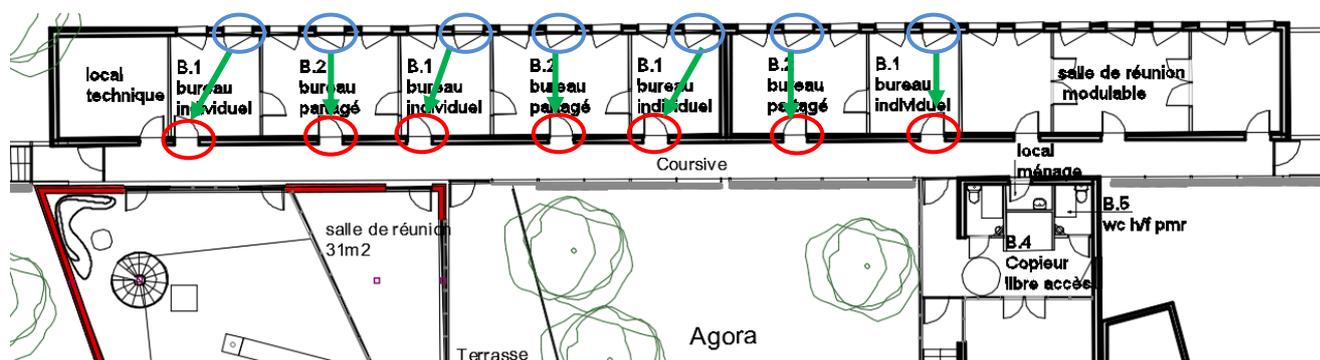


Figure 7 : Schéma du cheminement des flux d'air (purement représentatif afin d'imaginer le possible trajet des flux d'air) au R+1. Les impostes en bleu préfigurent une entrée d'air frais et celles en rouge une sortie d'air chaud. Les flèches vertes désignent un flux d'air traversant.

Une autre approche consiste à modéliser l'ouverture des impostes sur une pièce fictive ventilée exagérément à 100 vol/h pour qu'elle soit à la température extérieure. Cette simulation donne

sensiblement les mêmes résultats, sachant que la STD ne considère que l'échange thermique lié aux différences de température entre les deux pièces, mais pas les mouvements d'air.

e. Ouverture des fenêtres

Lorsque les façades sont à l'ombre, il est possible d'ouvrir les fenêtres. Nous avons donc simulé (tableau 13 ci-après) l'ouverture de fenêtres lorsque la température intérieure est plus haute que la température extérieure (prise en compte des échanges thermiques liés aux différences de température entre l'intérieur et l'extérieur, mais pas des mouvements d'air) pour les zones ayant une ouverture au Nord-Est. On rappelle que le rafraîchissement démarre pour une température intérieure supérieure à 26°C. La STD simule donc l'économie de climatisation notamment en début de demi-saison. Il va de soi que les utilisateurs pourront ne pas avoir recours systématiquement à la climatisation et préférer une ventilation naturelle plus importante.

f. Ventilation nocturne mécanique

En cas de forte chaleur, la ventilation mécanique fonctionnera la nuit de 23h à 6h à hauteur du débit maximum de ventilation hygiénique pour chaque zone afin de refroidir les parois intérieures.

g. Sur-ventilation nocturne mécanique

On simule une ventilation mécanique avec des débits de 2 fois le débit hygiénique sachant que cette variante nécessite un dimensionnement double de la CTA.

h. Résultats

Nous donnons dans le tableau suivant les différents résultats pour les hypothèses de fonctionnement données ci-dessus :

a	Scénario de Base
b	Rajout BSO variante 1 (Sud-Est R+1 et Nord-Ouest R+1)
c	Rajout BSO variante 2 (Sud-Est R+1, Nord-Ouest R+1 et Nord-Est RDC et R+1)
d	BSO v1 + ventilation naturelle
e	BSO v1 + ventilation naturelle + ouverture fenêtres
f	BSO v1 + ventilation naturelle + ouverture fenêtres + ventilation mécanique nocturne
g	BSO v1 + ventilation naturelle + ouverture fenêtres + ventilation mécanique nocturne double

Zone	Dénomination	Besoin de rafraîchissement en kWh						
		a	b	c	d	e	f	g
1	halle + mezz	-	-	-	-	-	-	-
2	accueil	160	119	119	119	119	114	114
3	sas + asc + wc admin	-	-	-	-	-	-	-
4	deg+repro admin+ esc coworking	-	-	-	-	-	-	-
5	bur sec	374	349	349	349	335	291	291
6	bur admin	643	598	598	598	574	493	493
7	loc tech + serveur +entretien	-	-	-	-	-	-	-
8	bur A9-1 1p	249	248	181	205	223	177	169
9	bur A10-1 2p	400	398	304	334	355	285	279
10	bur A10-2 2p	498	496	348	426	434	351	349
11	bur A9-2 1p	309	308	210	251	274	206	194
12	burA10-3 2p	484	483	340	404	425	322	316
13	salle reunion mod RDC	1 134	1 133	890	1 115	1 050	799	793
14	stock RDC	-	-	-	-	-	-	-
15	salle réunion mezz R+1	1 407	883	883	883	854	770	770
16	espace coworking	2 034	1 622	1 622	1 622	1 489	1 116	1 116
17	deg + copieur WC coworking	-	-	-	-	-	-	-
18	bur B1-1 1p	263	263	199	228	233	203	192
19	bur B2-1 2p	446	445	337	368	374	306	299
20	bur B1-2 1p	309	309	224	257	253	215	205
21	bur B2-2 2p	588	588	413	500	480	399	396
22	bur B1-4 1p	382	382	258	317	311	255	238
23	bur B2-3 2p	592	592	411	499	483	392	385
24	bur B1-5 1p	337	337	225	305	286	222	215
25	salle réunion mod R+1	1 270	1 270	960	1 262	1 186	872	870
26	loc tech 2 R+1	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	11 879	10 823	8 871	10 042	9 738	7 788	7 684

Tableau 13 : Besoin en rafraîchissement par zone pour les différentes variantes

i. Simple flux ?

On simule la suppression de la double flux pour une simple flux afin de mesurer l'intérêt de cette dernière. La consommation électrique d'une simple flux sera moindre qu'une double flux à savoir pour notre projet sur la base de 2 500 m³, une économie de consommation électrique de l'ordre de 1.5 à 2 MWh par an contre 2.8 MWh de besoin en chaud supplémentaire soit 1.2 MWh de consommation électrique pour la PAC (rendement global de 80 % et COP de 3).

4. Matériaux biosourcés

a. Modification de la composition des parois extérieures

Afin de minimiser l'impact environnemental de la construction de l'hôtel d'incubation, nous étudions une solution de mise en place de façades à ossature bois avec de la laine de bois en isolant (composition des murs extérieurs de la halle). La structure du bâtiment serait alors en poteau-poutre béton pour permettre d'avoir des dalles en béton pour conserver une grande inertie. Nous donnons ci-dessous les besoins en chauffage/rafraîchissement pour la simulation de base.

Zone	Dénomination	Besoin de chauffage		Besoin de rafraîchissement	
		kWh	(kWh/m ²)	kWh	(kWh/m ²)
1	halle + mezz	9 081	23,3	-	-
2	accueil	291	40,0	161	22,1
4	deg+repro admin+ esc coworking	682	12,1	-	-
5	bur sec	113	8,7	384	29,6
6	bur admin	170	8,8	662	34,1
8	bur A9-1 1p	190	13,8	255	18,6
9	bur A10-1 2p	260	12,4	411	19,6
10	bur A10-2 2p	240	11,5	513	24,5
11	bur A9-2 1p	141	10,2	314	22,6
12	burA10-3 2p	173	8,2	492	23,4
13	salle reunion mod RDC	629	12,6	1 138	22,8
15	salle réunion mezz R+1	565	18,0	1 408	44,8
16	espace coworking	89	1,7	2 074	39,2
17	deg + copieur WC coworking	980	34,3	-	-
18	bur B1-1 1p	412	29,9	265	19,2
19	bur B2-1 2p	209	9,9	462	21,9
20	bur B1-2 1p	165	11,8	318	22,8
21	bur B2-2 2p	189	8,8	605	28,2
22	bur B1-4 1p	141	10,2	391	28,2
23	bur B2-3 2p	179	8,5	606	28,8
24	bur B1-5 1p	152	11,1	344	25,0
25	salle réunion mod R+1	671	13,5	1 288	26,0
	TOTAL	15 722	17,3	12 091	13,3

Tableau 14 : Besoin en chauffage et rafraîchissement par zone

b. Résultats de la stratégie de rafraîchissement avec façades bois

Nous reprenons ci-dessous le tableau avec toutes les variantes du paragraphe précédent avec les façades en ossatures bois et laine de bois.

a	Scénario de Base
b	Rajout BSO variante 1 (Sud-Est R+1 et Nord-Ouest R+1)
c	Rajout BSO variante 2 (Sud-Est R+1, Nord-Ouest R+1 et Nord-Est RDC et R+1)
d	BSO v1 + ventilation naturelle
e	BSO v1 + ventilation naturelle + ouverture fenêtres
f	BSO v1 + ventilation naturelle + ouverture fenêtres + ventilation mécanique nocturne
g	BSO v1 + ventilation naturelle + ouverture fenêtres + ventilation mécanique nocturne double

Zone	Dénomination	Besoin de rafraîchissement en kWh						
		a	b	c	d	e	f	g
2	accueil	161	120	120	120	120	114	114
5	bur sec	384	358	358	358	341	295	295
6	bur admin	662	615	615	615	586	502	502
8	bur A9-1 1p	255	253	182	206	225	174	166
9	bur A10-1 2p	411	409	308	337	359	279	273
10	bur A10-2 2p	513	512	352	433	440	347	344
11	bur A9-2 1p	314	313	211	253	274	203	189
12	bur A10-3 2p	492	491	342	407	427	316	310
13	salle reunion mod RDC	1 138	1 137	881	1 118	1 046	771	765
15	salle réunion mezz R+1	1 408	884	884	884	854	771	771
16	espace coworking	2 074	1 638	1 638	1 638	1 494	1 095	1 095
18	bur B1-1 1p	265	264	197	226	231	199	187
19	bur B2-1 2p	462	461	346	376	379	304	296
20	bur B1-2 1p	318	317	228	261	255	213	202
21	bur B2-2 2p	605	605	419	509	482	395	391
22	bur B1-4 1p	391	390	260	321	311	252	234
23	bur B2-3 2p	606	606	414	507	483	387	380
24	bur B1-5 1p	344	344	226	308	286	218	210
25	salle réunion mod R+1	1 288	1 288	958	1 280	1 192	849	846
TOTAL		12 091	11 005	8 939	10 157	9 785	7 684	7 570

Tableau 15 : Besoin en rafraîchissement par zone pour les différentes variantes

Système constructif	Besoin de rafraîchissement en kWh						
	a	b	c	d	e	f	g
Béton banché	11 879	10 823	8 871	10 042	9 738	7 788	7 684
Ossature bois	12 091	11 005	8 939	10 157	9 785	7 684	7 570
Différence	1.8 %	1.7 %	0.8 %	1.1 %	0.5 %	-1.3 %	-1.5 %

Tableau 16 : Comparatif des besoins en rafraîchissement entre les 2 systèmes constructifs pour les différentes variantes

5. Zoom sur la halle

a. Mise en place du puits climatique

Nous étudions l'impact de la mise en place d'un puits provençal dans la halle destiné à préchauffer et rafraîchir l'air entrant avec les caractéristiques suivantes :

- ✓ Sol sec (1 000 J/kg.K), Conductivité 1.5 W/m.K, Masse volumique (1 700 kg/m³)
- ✓ 5 tubes en polyéthylène (200 mm) de 25 m écartés de 2 m à 2 m de profondeur

La ventilation du puits ne fonctionne qu'en période d'occupation de la halle.

Dénomination	Besoin de chauffage		Nombre d'heures > 28°
	kWh	(kWh/m ²)	
<i>halle sans puits</i>	9 081	23,3	338
<i>halle avec puits</i>	9 281	24.2	255

Tableau 17 : Comparatif des besoins en chaud avec et sans puits provençal

Le nombre d'heures au-dessus de 28°C (28,01° étant comptabilisé) est donné en période de présence physique dans les locaux.

Dans cette configuration le puits provençal améliore le confort en période estivale mais ne présente pas d'avantage pour la consommation de chauffage d'hiver. Si l'on regarde le graphique ci-dessous qui présente la température extérieure (courbe grise) et la température en sortie, on voit que sur certaines périodes, l'air sortant du puits est plus froid que l'air extérieur.

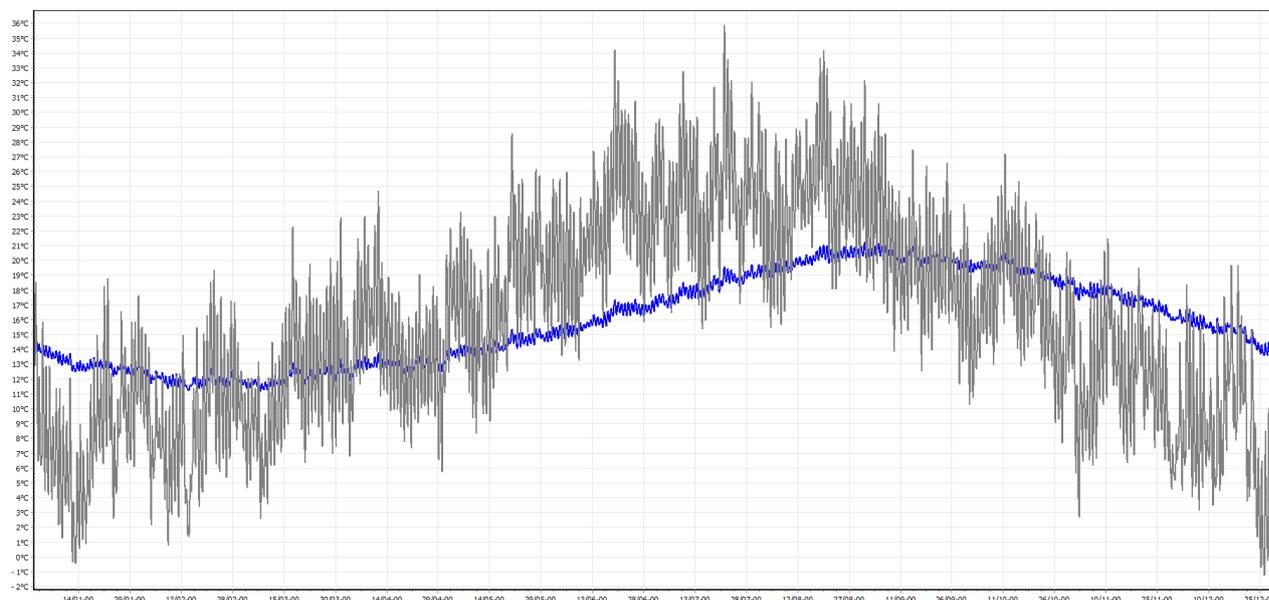


Figure 8 : Evolution de la température en sortie du puits (courbe bleue) à comparer à la température extérieure sur une année (courbe grise)

Si c'est intéressant en demi-saison et en été, cela l'est moins en hiver et automne. La solution est de mettre en place un by-pass du puits lorsque la température en sortie du puits est plus froide que la température extérieure en période de chauffe du bâtiment. Le logiciel ne permet pas de valoriser simplement cette solution. Les débits de ventilation nécessitant d'être confortés dans les stades de conception suivants, nous serons en mesure en APD/Pro de préciser le gain énergétique apporté par le puits provençal.

b. Ventilation continue du puits en demi-saison et période estivale

Il peut être intéressant, afin d'améliorer le confort, de ventiler ($500 \text{ m}^3/\text{h}$) la halle même en l'absence d'occupation. Il en résultera une consommation électrique plus importante mais un confort amélioré avec seulement 30h au-dessus de 28° .

6. Conclusion

Au stade APS les débits de ventilation, les puissances installées, le type d'équipement et le fonctionnement dans chaque zone ne sont pas précisément définis. En ce sens, les consommations énergétiques ont alors une légère imprécision dues aux hypothèses. Les stratégies pour diminuer les consommations orientent la conception par amélioration successive à chaque phase du projet.

A ce stade le cumul des différentes stratégies permettrait un abaissement des besoins de climatisation de 37%

La variante avec une ossature bois ne génère pas de réels gains ou de dépenses supplémentaires en terme de consommation chaud/froid (avec le degré d'incertitude du stade APS) et il ne semble pas y avoir de contradiction à mettre en place ce type de façade "biosourcée" d'un point de vue énergétique et confort. Il faudra tout de même être très attentif à la mise en place d'une surventilation mécanique en période de forte chaleur et de forte occupation.

Par ailleurs l'estimation de gain énergétique d'une ventilation double-flux s'avère limité, selon les hypothèses actuelles du projet. La simulation permet de confirmer le choix à cette phase d'une simplification des installations avec une ventilation simple-flux

En phase APD, l'étude de la Halle sera détaillée en fonction des scénarios d'occupation précisés, des puissance des systèmes et technique de ventilation validées. Le puits provençal pourra être étudié en détail et "livrer" ou non son efficacité.

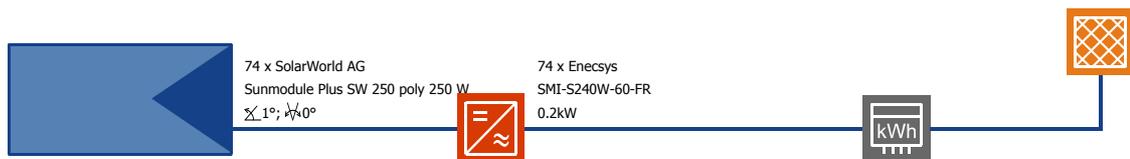
Dans tous les cas, il est nécessaire de travailler sur l'étanchéité à l'air du bâtiment et la gestion précise de la ventilation en fonction de l'occupation pour prétendre à de réels gains énergétiques.

Projet Hôtel d'incubation de l'UPVD

ETUDE DE DIMENSIONNEMENT
ENERGIES
RENOUVELABLES

Nom du projet : UPVD - Hotel d'incubation
Description de la variante : 07.10.2015

07/10/2015



Site :	Perpignan
Jeu de données météorologiques :	Perpignan (1961-1990)
Puissance PV :	18.50 kWp
Surface totale/d'absorption PV :	124.07 / 124.21 m ²

Irradiation générateur PV :	180 972 kWh
Énergie PV produite (c.a.) :	21 837 kWh
Energie revendue :	21 837 kWh

Rendement système :	12.1 %
Taux de puissance :	81.0 %
Rendement onduleur :	92.9 %
Puissance utile gén. PV :	13.0 %
Rendement spécifique annuel :	1 180 kWh/kWc
Emissions CO2 évitées :	19 347 kg/a

Les résultats se calculent selon une modélisation mathématique. Les rendements effectifs du système PV variable en fonction des conditions météorologiques, de l'efficacité des modules, de l'onduleur, et d'autres facteurs. Le diagramme ci-dessus est un croquis et ne remplace en aucun cas un plan technique du système PV.

Nom du projet : UPVD - Hotel d'incubation
 Description de la variante : 07.10.2015

07/10/2015

Système raccordé au réseau

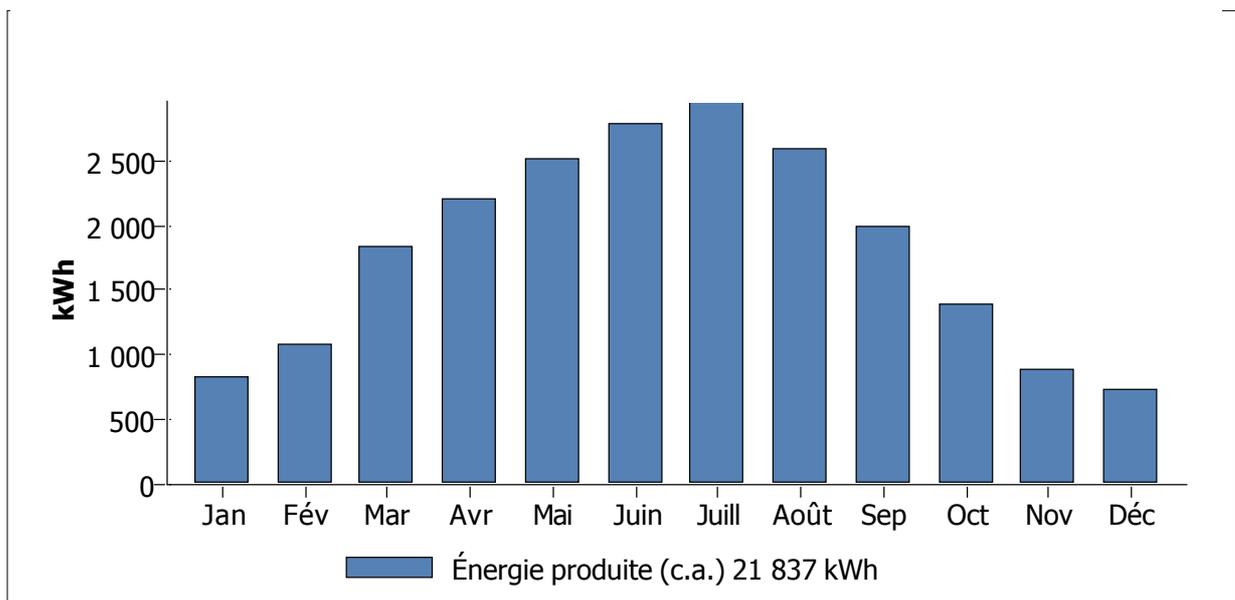
Site :	Perpignan	Puissance PV :	18.50 kWp
Jeu de données météorologiques :	Perpignan	Surface totale/d'absorption PV :	124.1 m ² / 124.2 m ²
Nombre de générateurs partiels :	1		

Générateur partiel 1: Général

Puissance :	18.50 kW	Réflexion du sol :	20.0 %
Surface totale / d'absorption du module :	124.1 m ² / 124.2 m ²	Pertes dues à... déviation de AM 1.5 :	1.0 %
Module PV	74 x	déviation des caractéristiques du fabricant :	2.0 %
Fabricant :	SolarWorld AG	en diodes :	0.5 %
Type :	Sunmodule Plus SW 250 poly	par pollution :	0.0 %
Puissance nominale :	250 W	Onduleur	74 x
Déviaton de la puissance nominal :	0 %	Fabricant :	Enecsys
Rendement (STC) :	14.9 %	Type :	SMI-S240W-60-FR
Modules en série :	1	Puissance :	0.22 kW
Tension MPP (STC) :	31 V	Efficacité européenne :	93.6 %
Orientation :	0.0 °	Nombre de trackers MPP :	1
Inclinaison :	1.0 °	MPP Tracking :	21 V à 35 V
Montage :	Monté sur châssis		
Ombre portée :	Non		

Résultats de la simulation du système complet

Irradiation sur horizontale :	179 428 kWh	Consommation propre :	0.9 kWh
Irradiation générateur PV :	180 972 kWh	Énergie PV produite :	23 498 kWh
Irradiation moins réflexion :	169 234 kWh	Rendement système :	12.1 %
Énergie produite (c.a.) :	21 837 kWh	Taux de puissance :	81.0 %
Besoin :	0 kWh	Rendement final :	3.2 h/d
Énergie achetée :	1 kWh	Rendement spécifique annuel :	1 180 kWh/kWc
Puissance utile générateur :	13.0 %		



DESRIPTIF ECO-MATERIAUX

Le choix se porte vers une **mixité de matériaux** pour répondre au mieux

- ✓ aux usages différenciés des espaces,
- ✓ à la modularité des ouvrages
- ✓ à leur durabilité
- ✓ et à la minimisation de l'impact environnemental de la construction.

→ Une réflexion globale sur les matériaux et les filières locales

On trouvera

- ✓ du bois dans la halle en poteaux porteurs et murs apportant notamment une réponse au traitement acoustique de ce volume
- ✓ du béton en planchers dans les bureaux pour retrouver de l'inertie
- ✓ du bois à nouveau pour les menuiseries extérieures
- ✓ de la fibre de bois en isolant intégré aux parois ossature bois
- ✓ du liège en isolant sous dallage

L'utilisation de matériaux **bio-sourcés** et dont le gisement est proche sera privilégiée afin de ne pas dégrader leur contribution au faible impact environnemental du projet.

- ✓ les bois d'ossature et de menuiseries seront en **pin douglas** de la filière régionale **Sud de France**,
- ✓ une grande partie des isolants seront choisis parmi les productions situées en **régions limitrophes** (région Rhône-Alpes pour les isolants en fibre de bois)
- ✓ les menuiseries bois seront aussi en **pin douglas** et le fléchage vers la marque Sud de France sera privilégié ici aussi.
- ✓ Le **liège** en isolant sous dallage pourra provenir d'une filière en cours de structuration dans les Pyrénées-Orientales ou de régions du bassin méditerranéen

→ Le bois de charpente et de mur ossature bois

Le choix du **Douglas** pour la réalisation de la charpente de la halle et l'ossature des façades de tout le projet est dicté par la volonté de mettre en œuvre une ressource **renouvelable** et **locale**. En effet le gisement en Languedoc-Roussillon est important. On trouve sur le territoire régional des scieries qui en ont fait leur essence de prédilection. Afin de conforter ce souhait il pourra être exigé un marquage 'Bois Sud de France' pour authentifier la provenance des grumes.

Le Douglas offre une **résistance mécanique élevée** adaptée aux ouvrages de charpente envisagés dans le projet. C'est de plus une essence **naturellement durable** car le bois de cœur répond aux exigences de classe de risques biologiques 3, sans traitement complémentaire.

→ Les étanchéités

On trouve 4 types de toiture-terrasse sur le projet

- Toiture avec 'surtoiture' en grille métal déployée sur la halle
- Toiture-terrasse technique pour les bureaux supports de panneaux photovoltaïques
- Toiture circulaire
- Toiture végétalisée

Les systèmes d'étanchéité sont choisis dans la gamme 'environnementale' à partir de membranes à base de **polypropylènes modifiés** (FPO) exempts de chlore, métaux lourds, plastifiants et halogènes. avec une durée de vie estimée de 40ans.

→ Les menuiseries bois

De la même façon que pour l'ossature, le **Douglas** est privilégié pour la réalisation des menuiseries extérieures. Le savoir-faire local existe et a été démontré tant pour les menuiseries courantes que pour les murs-rideaux.

Les caractéristiques thermiques et acoustiques des ensembles seront adaptés.

→ Les isolants

- L'isolant principal des **murs ossature bois** et de la **toiture** sera en **fibres de bois**, tel l'isonat plus 55 flex H de Buitex ou similaire. Cet isolant en panneaux atteste d'une des conductivités thermiques les plus faibles pour un isolant bio-sourcé ($\lambda 0.036 \text{ W/m.K}$), tout en présentant une densité de 55 kg/m^3 très intéressante pour créer un déphasage thermique. En outre il est fabriqué en Rhône Alpes, région limitrophe, à partir des rémanents forestiers du Beaujolais.

Les contraintes de **sécurité incendie en ERP** seront intégrées. Les parois ossature bois seront obturées côté intérieur par des plaques de gypse afin de répondre aux exigences de limitation de réaction au feu des isolants. Cet coffrement assurera aussi la limitation de la transmission du feu en façade en association si besoin à une bande de laine minérale au droit des plancher et à une bande de tôle.

L'intégration de la fibre de bois dans les parois de façade contribuera à l'isolation acoustique.

Enfin l'isolant est composé à 90% de fibres de bois. Il est recyclable et même compostable. Il relève de la catégorie A+ en terme d'émissions de polluants intérieurs (composés organiques volatils)

- Pour les usages où la fibre de bois n'est pas envisageable comme **sous dallage et en périphérie**, le **liège** est retenu. C'est une ressource méditerranéenne et renouvelable dont les propriétés thermiques, mécaniques, acoustiques, l'insensibilité à l'eau et la résistance aux parasites et rongeurs, ...n'ont plus besoin d'être prouvées. En l'absence de ressource régionale, la provenance du liège sera analysée en regard des garanties de pérennité du gisement et de l'impact du mode de transport.

- En toiture terrasse les isolants supports d'étanchéité devant être titulaires d'un avis technique lié au type d'étanchéité retenue, le choix est restreint. On opte pour de la fibre de roche.

→ Les finitions

Les matériaux sont choisis parmi les **faibles émetteurs en Composés Organiques Volatils**.

Il s'agit des panneaux d'habillages bois acoustiques et décoratifs intérieurs qui devront attester de classement de réaction au feu M1 ou M2 dans la Halle selon les cas.

Le mobilier sera en matériaux bruts, bois, métal verre

Les peintures seront titulaires de la catégorie A+ attestant d'un taux d'émissions de COV réduit.

→ Les aménagements extérieurs

Enfin afin de limiter les surfaces imperméables, le projet prévoit le traitement des places de parking en dalles nid d'abeilles laissant infiltrer les eaux de pluie.

Une partie de la toiture-terrasse sera végétalisée, amenant, outre des vues et une ambiance agréables, un complément de température à l'agora.

Projet Hôtel d'incubation de l'UPVD

BATIMENT BEPOS

Consommations spécifiques

Production photovoltaïque

Bilan énergétique global

CARACTERISTIQUES DU PROJET

Zone climatique :
 Altitude : (m)
 SHONRT : (m²)
 Sélectionner le type de bâtiment :
 Mctype :
 Mcsurf :
 Mcgeo :
 Mcalt :

CONSOMMATION D'ÉNERGIE D'USAGES RÉGLEMENTÉS

Cchauffage : (kWh_{ep}/m².an)
 Cecs : (kWh_{ep}/m².an)
 Cecl : (kWh_{ep}/m².an)
 Caux : (kWh_{ep}/m².an)
 Cclim : (kWh_{ep}/m².an)
 Consommation hors production : (kWh_{ep}/m².an)
 Cepref : (kWh_{ep}/m².an) (hors McGES)

CONSOMMATION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Bois-énergie
 Cbois : (kWh_{ep}/m².an)
 Réseau de chaleur ou de froid à plus de 50% d'EnR
 Creschaleur : (kWh_{ep}/m².an)
 Cresfroid : (kWh_{ep}/m².an)
 Part de renouvelable certifiée : (%) (si non certifiée, laisser vide)
 Consommation d'énergies renouvelables : (kWh_{ep}/m².an)

PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Production PV
 Eep_PV : (kWh/m².an)
 Production cogénération
 Eep_prelec : (kWh_{ep}/m².an)
 Autres énergies renouvelables à comptabiliser : (kWh_{ep}/m².an)
 C autres enr : (kWh_{ep}/m².an)
 Production d'énergies renouvelables : (kWh_{ep}/m².an)

AUTRES USAGES DE L'ÉNERGIE

Aue : (kWh_{ep}/m².an)

POTENTIEL DE PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE DU SITE

Nnivmax : (Nombre de niveau max selon le PLU)
 Si Nnivmax inconnu, Hr (hauteur de référence selon le PLU) : (m)
 Si Nnivmax et Hr inconnus, nombre de niveaux du projet :
 MpNiv :
 Mpgéo :

COEFFICIENTS INTERMÉDIAIRES DU LABEL

Consommation hors production : (kWh_{ep}/m².an)
 Consommation d'énergie renouvelable : (kWh_{ep}/m².an)
 Production d'énergie renouvelable : (kWh_{ep}/m².an)
 Aue : (kWh_{ep}/m².an)
 Cepref : (kWh_{ep}/m².an)
 Aueref : (kWh_{ep}/m².an)
 Prodref : (kWh_{ep}/m².an)

RÉSULTATS

ECART_{autorisé} : (kWh_{ep}/m².an)
 BILAN_{epnr} : (kWh_{ep}/m².an)

Attention, les résultats du calcul sont donnés à titre indicatif. Ils ne constituent pas une preuve du respect du label BEPOS-effinergie 2013.

Le projet respecte l'exigence principale du label BEPOS-Effinergie 2013.