

Ilôt V1: démonstrateur

Recherche sur l'enveloppe comme
interface énergétique du climat
2015 / 2050

Bertolt Alvarez

Marion Bonnet

Victor Caballero

Florence Capoulade

Mauricio Peralta

David Pistre

Amelie Ruleta

Enseignants

Jean-François Blassel

Raphael Menard

Mathieu Cabannes

École nationale supérieure d'architecture de la Ville et des Territoires - ENSAVT

12 avenue Blaise Pascal
Champs-sur-Marne
77447 Marne-la-Vallée Cedex 2

www.marnelavallee.archi.fr

Amina Sellali

directrice

Sophie Perdial

directrice administrative et financière

Isabelle Vierget-Rias

directrice du développement

DPEA Post-Carbone

Jean-François Blassel

directeur et enseignant

Raphaël Ménard

enseignant

Mathieu Cabannes

coordinateur et enseignant

Administration

Nathalie Guerros

Etude réalisée par

Bertolt Alvarez

Marion Bonnet

Victor Caballero

Florence Capoulade

Mauricio Peralta

David Pistre

Amelie Ruleta

Mise en page

Mauricio Peralta

© ENSAVT DPEA Architecture Post-Carbone
Champs-sur-Marne Octobre 2014

Toute reproduction interdite sans
l'autorisation de l'auteur.
Tous droits réservés.



Le DPEA Architecture Post Carbone - *Matière, Structure, Énergie* - est une formation de troisième cycle d'architecture. Elle a pour objectif de s'intéresser aux trois grandes facettes de l'impact des bâtiments et des infrastructures sur l'environnement : les matériaux et leurs transformations, l'architecture de la structure et des enveloppes et leur contenu énergétique.

Sommaire

7_ Introduction

La commande d'Efficity

Le projet démonstrateur

Les objectifs

La démarche du DPEA

14_ Le site_ Le démonstrateur Îlot V1

Les enjeux

Le territoire [2015_2050]

Le projet

Le climat

37_ EAU CHAUDE SOLIDAIRE

une façade sud pour le logement

64_ SUPER U

une façade nord pour le logement

86_ VERY OPEN SPACE

une façade sud pour le bureau

113_ Conclusions

115_ Annexes

120_ Bibliographie

Introduction

La commande d'Efficity

Le projet démonstrateur

Les objectifs

La démarche du DPEA

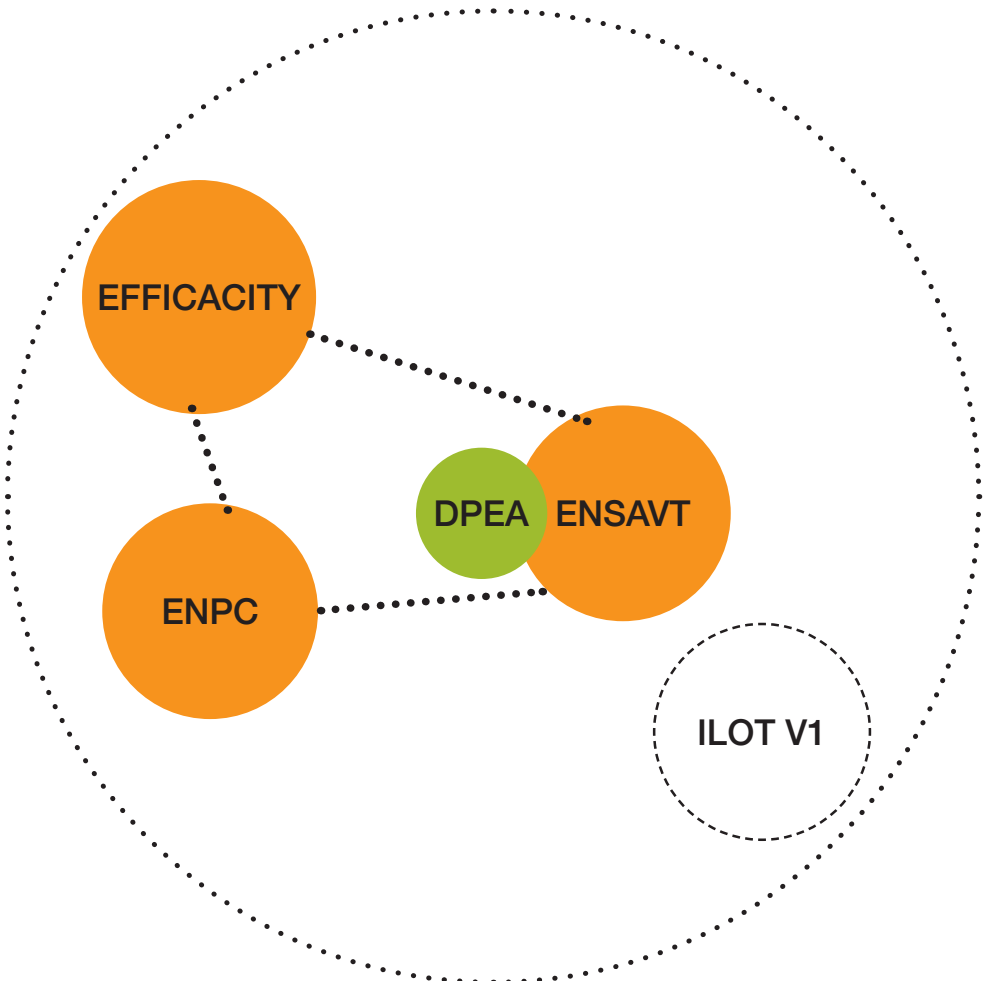
Introduction

Ilot V1, Un projet démonstrateur pour la Cité Descartes.

La Cité Descartes Cluster de la Ville Durable à Marne La Vallée.

Efficacity
www.epamarne.com

CITE DESCARTES



La commande d'Efficacity

Le DPEA Architecture Post Carbone, par son caractère prospectif et exploratoire et par sa pédagogie, articulant des interrogations et des mises en pratique concrètes, a pour objectif d'envisager de nouvelles démarches de projet à fort caractère environnemental.

Ces projets sont développés de manière collaborative, associant l'École Nationale Supérieure d'Architecture Ville et Territoire (ENSAVT) et des partenaires extérieurs du monde de la construction. Dans ce cadre, le DPEA Architecture Post Carbone s'est vu confier par Efficacity une étude sur la question de l'enveloppe pour un projet d'aménagement d'un îlot limitrophe de l'ENSAVT: l'îlot V1.

Cette étude est l'objet du présent travail.

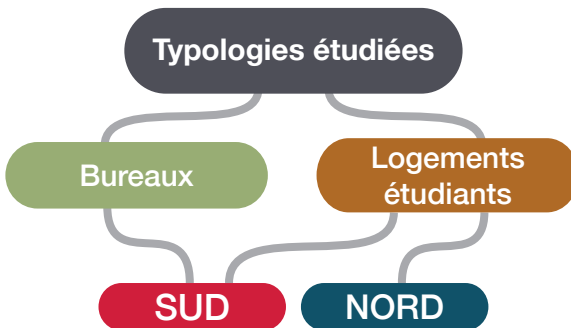
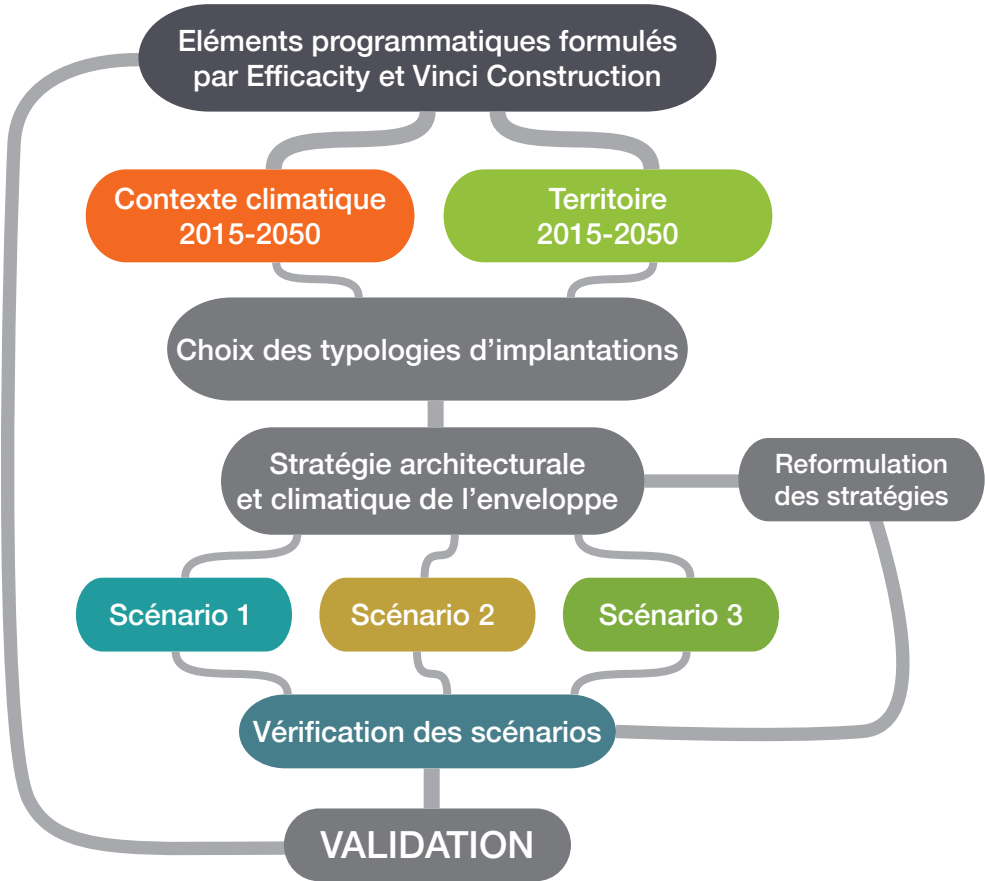
Le projet démonstrateur

Cet îlot situé dans la ZAC de la Haute Maison se trouve sur la commune de Champs sur Marne et sur le campus de la cité Descartes. Ce terrain s'inscrit dans le périmètre d'aménagement du «*Cluster Descartes ville durable*» et doit à ce titre répondre à des exigences énergétiques et environnementales exemplaires.

Efficacity se propose d'envisager l'îlot V1 comme un projet démonstrateur. L'emprise au sol est d'environ 11 000 m² et a pour vocation d'accueillir un programme mixte.

Le projet vise au total une surface plancher de 22 000m² regroupant : 45% de bureaux, 35% de logements étudiants et 20% d'activités et commerces.

Introduction



Les objectifs

Cette étude a été réalisée entre novembre 2014 et février 2015. Au vu du délai imparti, l'objectif de travail sur l'îlot V1 s'est concentré sur la question de l'enveloppe.

L'enveloppe constitue un enjeu pluriel pour un bâtiment: elle en est l'élément le plus visible et identifiable et elle représente une part importante de son coût. Elle est donc un élément déterminant dans la conception.

En outre, l'usage qu'elle recouvre dépasse la simple limite protectrice pour jouer un rôle fondamental dans les questions énergétiques. Elle se caractérise comme un lieu d'échange et de production. La façade filtre les échanges entre le climat environnant et l'intérieur du bâtiment par conduction, convection, et rayonnement.

Les prévisions climatiques pour 2050 indiquent une baisse des besoins de chauffage et, de façon corollaire, une forte hausse des besoins de rafraîchissement. Ces données tendent à renforcer le rôle de la façade filtre.

De même, la question du vitrage et de ses conséquences en terme de luminosité et d'apport solaire, ont un impact direct sur les stratégies de réduction de la demande.

L'enveloppe se pose également comme un lieu de production. Siège potentiel d'énergies nouvelles, elle a pour objectif de développer sa capacité à les capter.

Un ensemble de marqueurs environnementaux apparaissent avec la façade. Du point de vue de la pédagogie du DPEA, interrogeant les stratégies conceptuelles à l'horizon 2050, mais aussi dans le contexte de 2015 (année de la COP21 avec Paris Climat), l'enveloppe constitue donc une stratégie renouvelant les points de vue pour aborder des questions environnementales plus transversales à l'ensemble du bâtiment.

La démarche du DPEA

A partir de notre compréhension du site et de ses enjeux, nous proposons 3 modules de façade répondant aux données multi-programmatiques définies pour l'îlot V1. Eu égard au temps imparti et à l'importance relative de certains programmes dans la réponse d'ensemble, nous avons choisi de traiter 3 scénarios parmi les hypothèses possibles. Ce choix permet de considérer des enjeux diversifiés et l'incidence des orientations sur les choix de partis de façade.

Le site_Démonstrateur Îlot V1

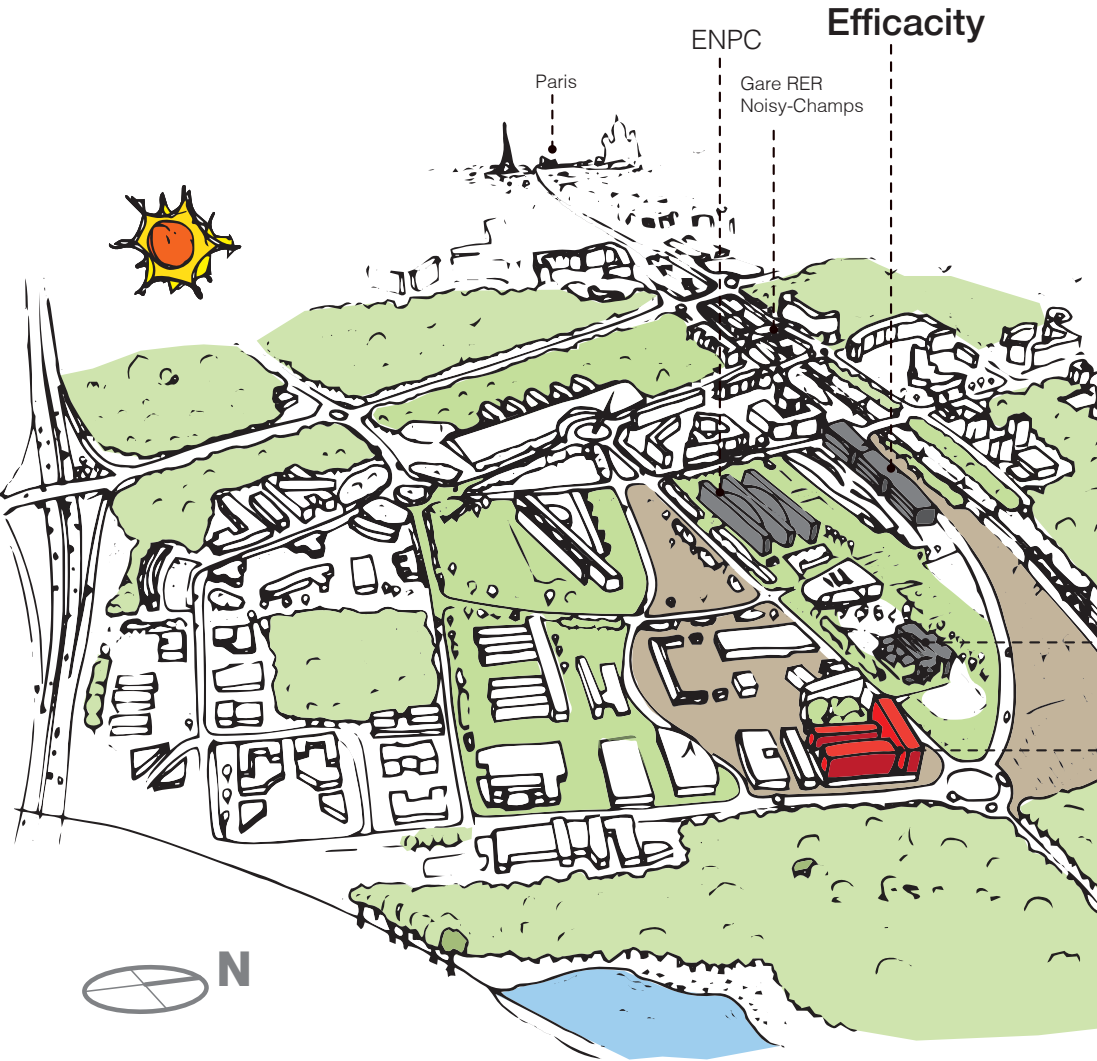
Les enjeux

Le projet

Le territoire [2015_2050]

Le climat

Les enjeux



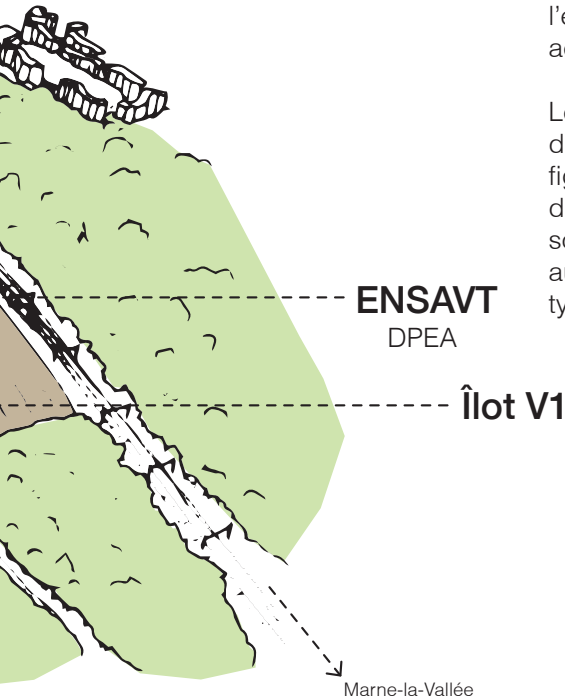
Démonstrateur Îlot V1

Ce territoire en phase d'expansion appuie son développement sur la dynamique étudiante et entrepreneuriale existante. Il constitue un site stratégique en terme d'espaces libres pour la région parisienne mais également pour la construction d'une urbanité renouvelée.

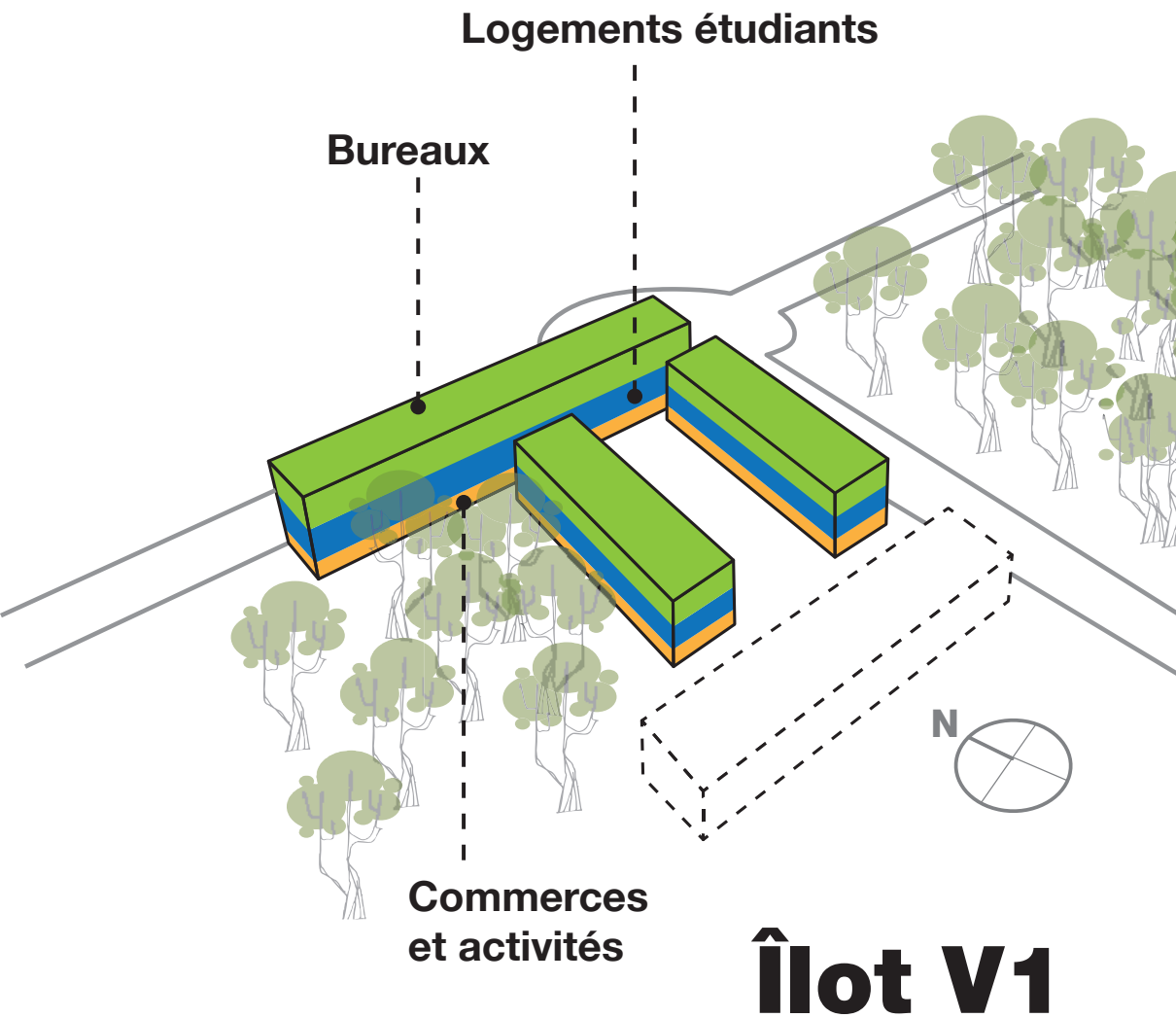
Par son implantation en bordure de zone d'intervention, l'îlot V1 regroupe un ensemble d'enjeux pour la gestion des transitions paysagères et urbaines. Il doit assurer des fonctions de connexions entre les espaces bâtis et non bâtis, d'une part.

Sa morphologie et son gabarit permettent de gérer la propagation des conditions environnementales (ondes acoustiques), et atmosphériques à l'intérieur du site, d'autre part. Il s'agit par exemple de ne pas freiner l'effet de ventilation des vents, sans en accentuer les effets inconfortables.

Le gabarit proposé par Efficacity se compose d'un ensemble de bâtiments formant une figure en F. Ce plan masse génère une variété de situations d'échange entre le bâtiment et son environnement. Les différents rapports au paysage, ou au cœur d'îlot déclinent ces types d'interfaces possibles.



Le projet



Programme

Le bâtiment envisagé par Efficacity pour l'îlot V1 se découpe en plusieurs entités. Chacune organise la mixité programmatique dans la superposition de ses étages. Les rez-de-chaussée sont consacrés aux commerces et aux activités (4 000 m²) pour favoriser une urbanité le long des voies. Les premiers étages accueillent les logements étudiants (8 000 m²) et les étages hauts les bureaux (9 000 m²). L'ensemble forme un bâti de 5 étages et 6 pour le plus haut.

Bois de la Haute Maison



Technique constructive

Le principe «habitat colonne» est un procédé constructif développé par Vinci Construction France. Il repose sur la réalisation de plateaux libres (structure poteau-dalle béton) qui peuvent être agencés par des partitions sèches. Cette typologie présente des intérêts pour la mise en oeuvre, la flexibilité et l'adaptabilité du bâtiment.

Ce procédé a été choisi dans le cadre de l'îlot V1. L'ossature du bâtiment se présente comme un ensemble de colonnes en béton armé et une grande dalle active (30 cm) sans retombées de poutres, sur une trame de 3 m x 6 m.

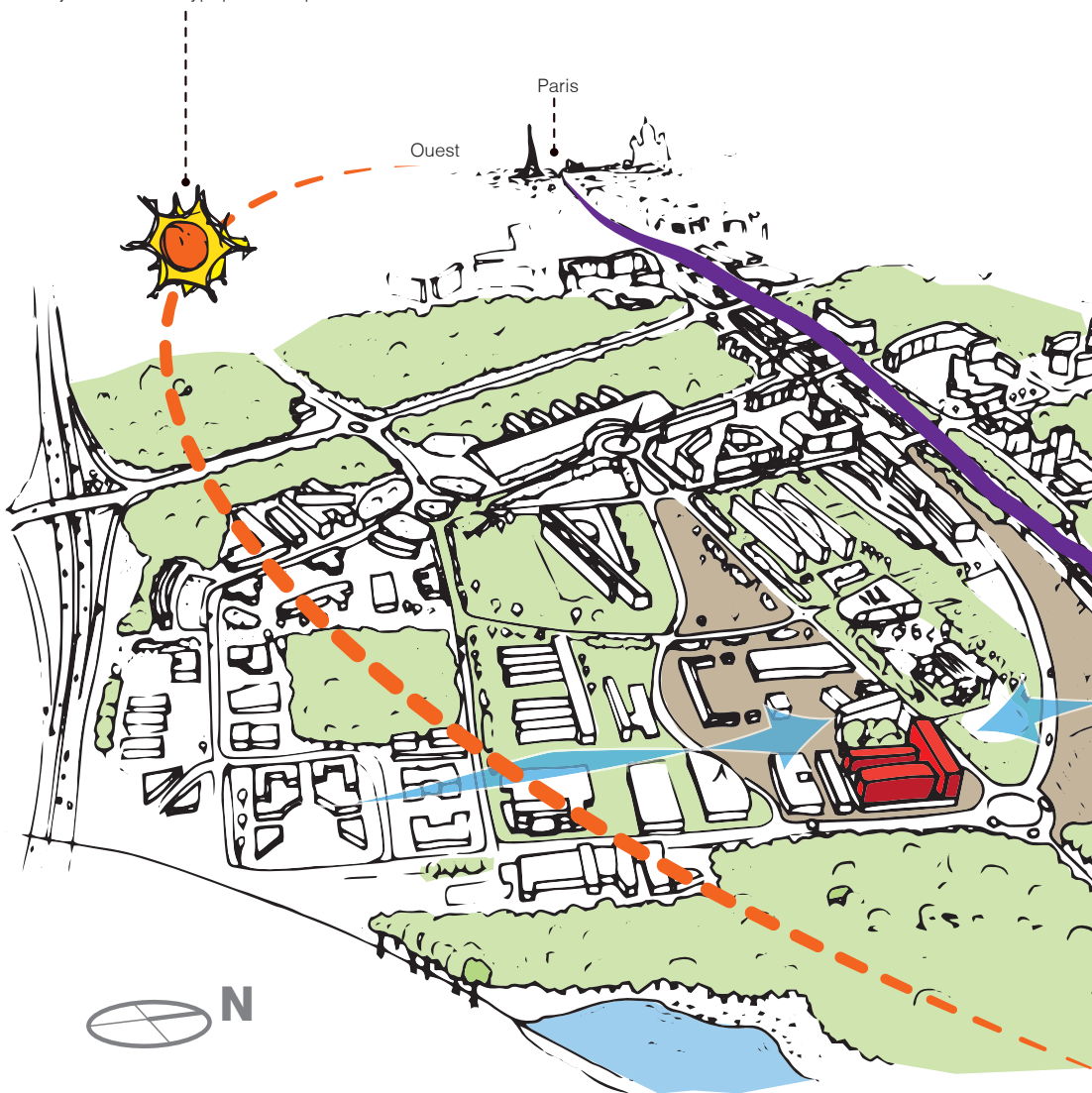
Une enveloppe autoportante isolée par l'extérieur vient compléter le dispositif.

Attentes environnementales

Le bâtiment envisagé doit être à énergie positive, et s'inscrire ainsi dans les objectifs du Grenelle de l'environnement pour 2020. Il doit donc répondre à une partie de ses besoins par des productions en énergies renouvelables. Les propositions veulent aller au delà du cadre réglementaire défini par le label BEPOS- Effinergie pour être novatrices en terme de stratégies environnementales.

Le territoire

Trajectoire solaire typique aux equinoxes



Caractéristiques du site

L'emprise des espaces naturels est relativement importante. Ils présentent un intérêt patrimonial (essences séculaires) et contribuent au rafraîchissement d'été.

L'ensemble bâti est composé d'entités isolées sans continuité urbaine. Les effets de masques sont limités.

Les circulations automobiles sont plus développées que les mobilités douces.

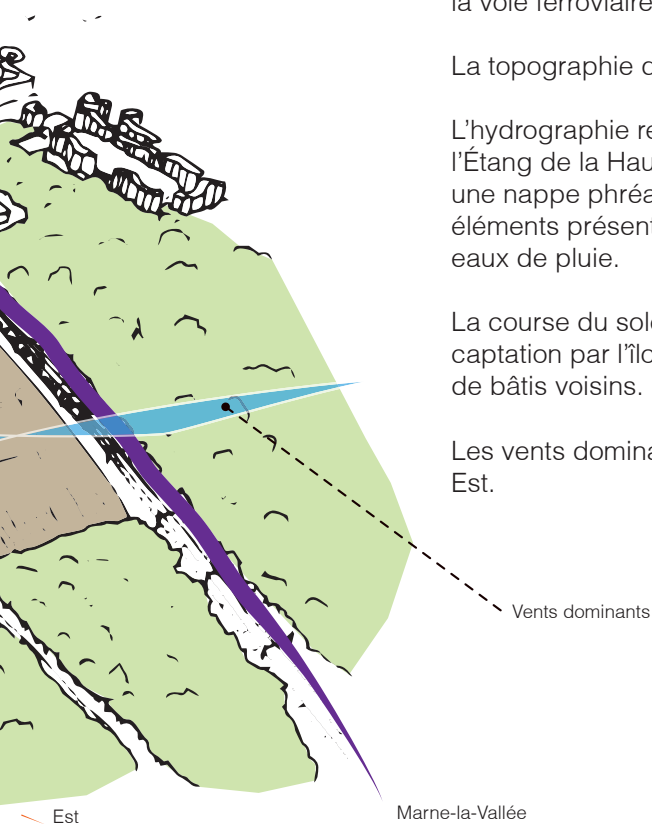
Les principales nuisances sonores sont générées par la voie ferroviaire au nord et l'autoroute A4 au sud.

La topographie du site est relativement plane.

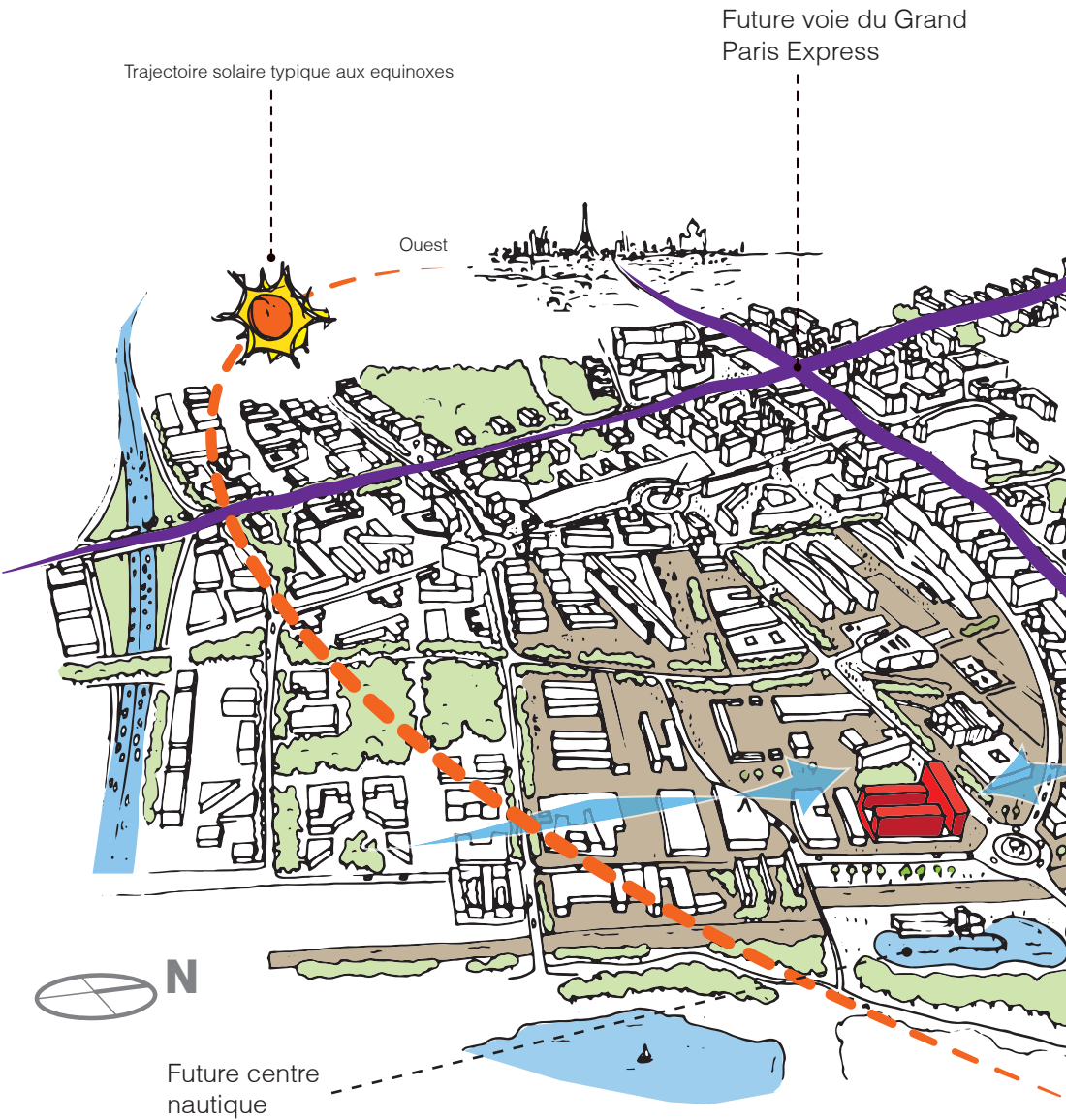
L'hydrographie recèle différents plans d'eau comme l'Étang de la Haute Maison ou l'étang de Bailly et une nappe phréatique à 80 m de profondeur. Ces éléments présentent une capacité d'absorption des eaux de pluie.

La course du soleil est favorable à une bonne captation par l'îlot V1 en raison d'une faible présence de bâtis voisins.

Les vents dominants suivent un couloir Nord - Nord Est.



Le territoire



Projection urbaine

La forêt se transforme, les espaces naturels se réduisent. Seuls ceux témoignant d'un intérêt patrimonial évident et permettant le rafraîchissement d'été sont conservés. Cependant nous pourrions imaginer aussi un reboisement des villes, villages et interstices.

L'ensemble bâti se densifie, assurant une continuité urbaine. Les effets de masques sont amplifiés.

Les circulations automobiles sont fortement remplacées par les mobilités douces. Les transports en commun se développent, par l'aménagement d'une gare intermodale et la création d'une station du Grand Paris Express.

Les principales nuisances sonores restent générées par la voie ferroviaire au nord. Les mobilités électriques largement développées concourent à réduire les nuisances sonores.

Projection climatique

Les températures d'air ont globalement augmenté. On suppose que les écarts jour/nuit restent les mêmes.

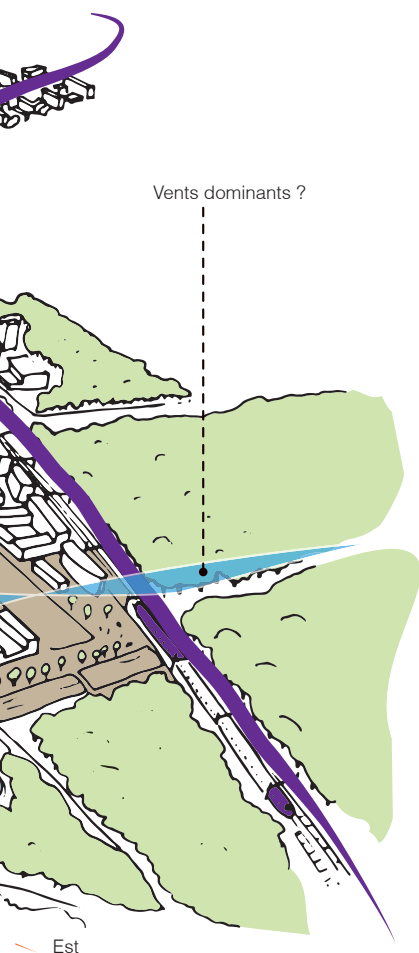
La course du soleil permet toujours une captation d'énergie favorable par l'îlot V1.

On reste dans l'hypothèse que les vents dominants suivent le même couloir Nord - Nord Est et que les précipitations demeurent quasiment inchangées.

Projection d'usage

Le trafic autoroutier diminue. On imagine une possible transformation de l'A4 en voie nautique connectée à la Seine et à la Marne, accompagnée d'une végétalisation des abords.

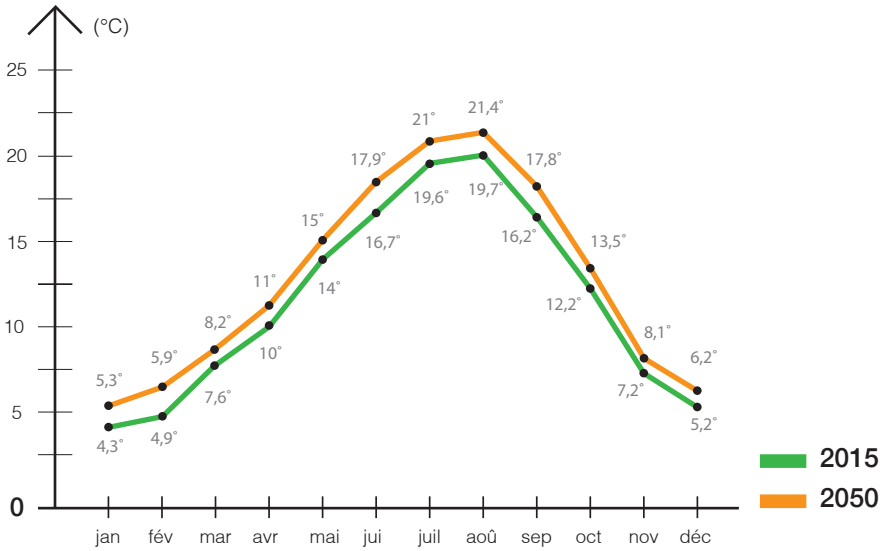
Les voies automobiles à l'intérieur du Campus peuvent être reconverties en promenades et pistes cyclables.



Le climat

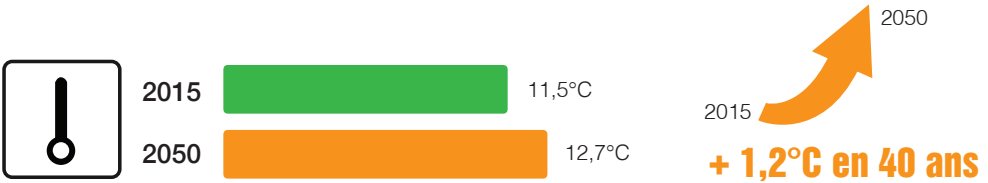
Moyennes mensuelles des températures d'air

Données Météonorm 7, data 2010 (≈ 2015) et 2050
Station météorologique Paris-Orly



Moyennes annuelles des températures d'air

Estimation de l'évolution tendancielle des températures d'air à l'environ 2050



Écarts jours / nuits (températures d'air)

Les estimations d'évolutions tendanciennes pour 2050 montre des variations d'écart jours/nuits négligeables.



- moyenne annuelle : **8°C**
- amplitude journalière maximale : **17°C** (le 26 juin 2010)
- variations saisonnières - janvier : **5°C**
- juillet : **9°C**

Températures d'air

Analyse des données

Nota Bene: Les données météonorm sont basées sur l'année 2010. Dans cette analyse, on considère que 2010 \approx 2015

Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 5°C en hiver et 21°C en été. L'amplitude des températures est modérée. Pour autant, la température moyenne mensuelle ne dépasse 18°C que 2 mois par an.

Les tendances pour 2050 prévoient une hausse des températures et par conséquent une augmentation plus prononcée des besoins de froid que de chaud.

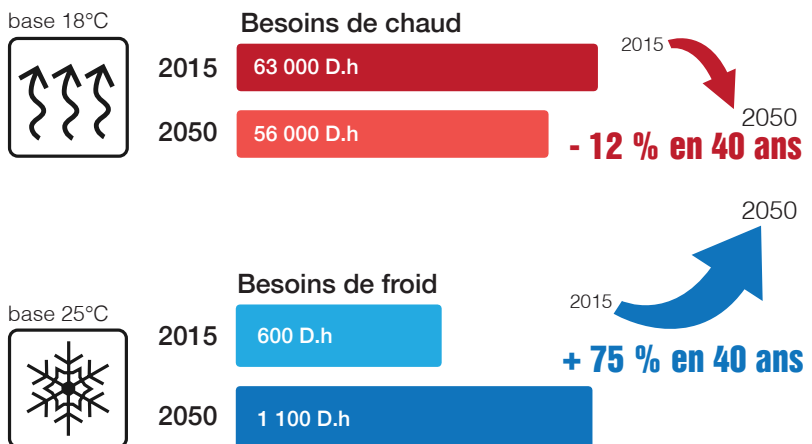
Enjeux pour l'enveloppe

Les déperditions thermiques excessives doivent être évitées pour limiter la consommation de chauffage durant les mois considérés comme froids (c'est à dire avec température inférieure à 18°C).

La ventilation naturelle doit pouvoir être envisagée pour limiter les besoins de rafraîchissement l'été et en mi-saison.

Degrés heures annuels (D.h)

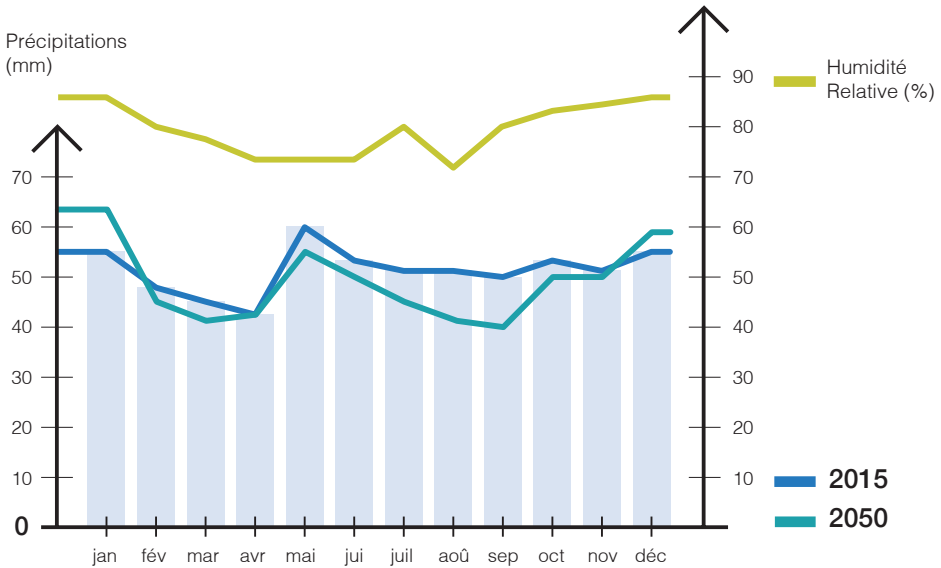
Estimation de l'évolution tendancielle des degrés heures à l'environ 2050



Le climat

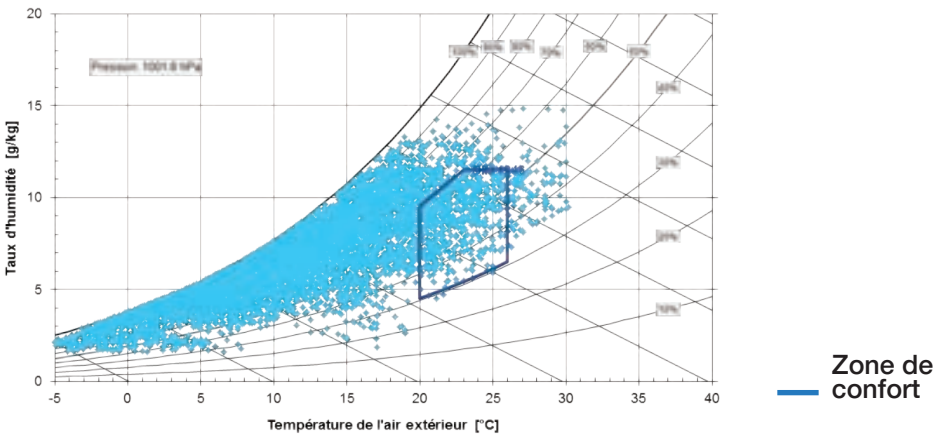
Précipitations et humidité relative

Données Météonorm 7, data 2010 (± 2015) et 2050
Station météorologique Paris-Orly



Précipitations moyennes annuelles : 600 mm

Diagramme Psychrométrique



Précipitations, humidité

Analyse des données

Les précipitations sont assez homogènes sur l'année avec une relative homogénéité par saison. Elles oscillent entre 50 et 70 mm par mois (en moyenne 14 jours par mois).

L'humidité est élevée sur toute l'année (taux moyen d'humidité relative 80%), ce qui génère un risque de condensation sur paroi.

A l'horizon 2050, l'humidité relative reste équivalente et les précipitations ne varient pas de manière significative.

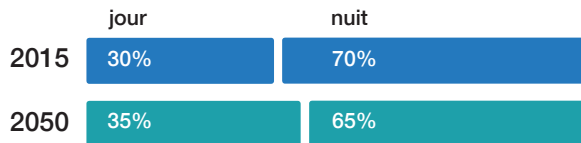
Enjeux pour l'enveloppe

Au vu de la récurrence des jours de pluie sur l'année, les enveloppes devront tenir compte d'une fonction d'abri.

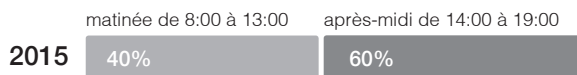
Un potentiel de récupération des eaux est également à prendre en compte.

Pourcentage des précipitations jour / nuit

Estimation de l'évolution tendancielle des pourcentages de précipitations à l'environ 2050



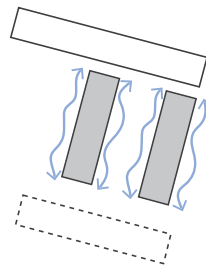
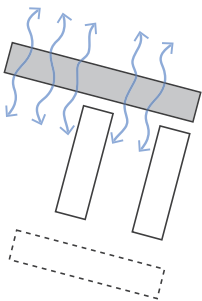
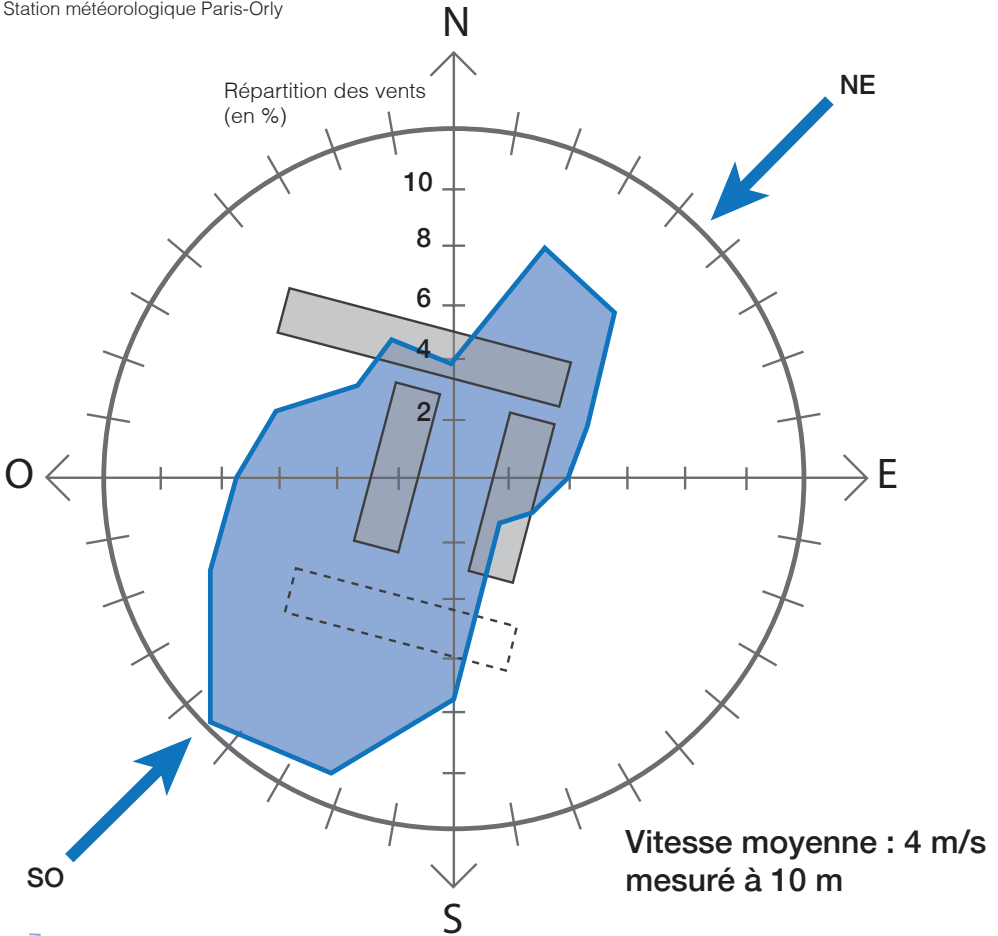
Répartition des précipitations sur une journée de travail



Le climat

Rose des vents

Données Windfinder, data 2005 à 2015
Station météorologique Paris-Orly



Vents dominants

Analyse des données

La rose des vents définit des directions dominantes Nord-est et Sud-ouest.

Ces vents ont une vitesse moyenne de 4m/s (~15km/h) avec des pointes d'accélération pouvant aller jusqu'à 115 km/h.

Enjeux pour l'enveloppe

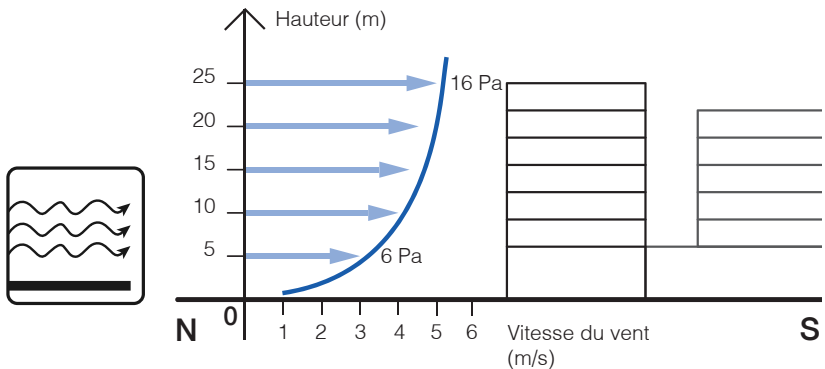
L'enveloppe doit développer des dispositifs permettant de capter ces vents pour la ventilation naturelle et le rafraîchissement d'été.

L'effet venturi du cœur d'îlot et de l'accélération du vent par les façades du bâtiment est à gérer par le dispositif de l'enveloppe pour ne pas accentuer des prises au vent inconfortables.

On pourra également évaluer les impacts du vent par la modification locale des volumes (bords arrondis par exemple).

Vitesses et pressions du vents en fonction de la hauteur des bâtiments

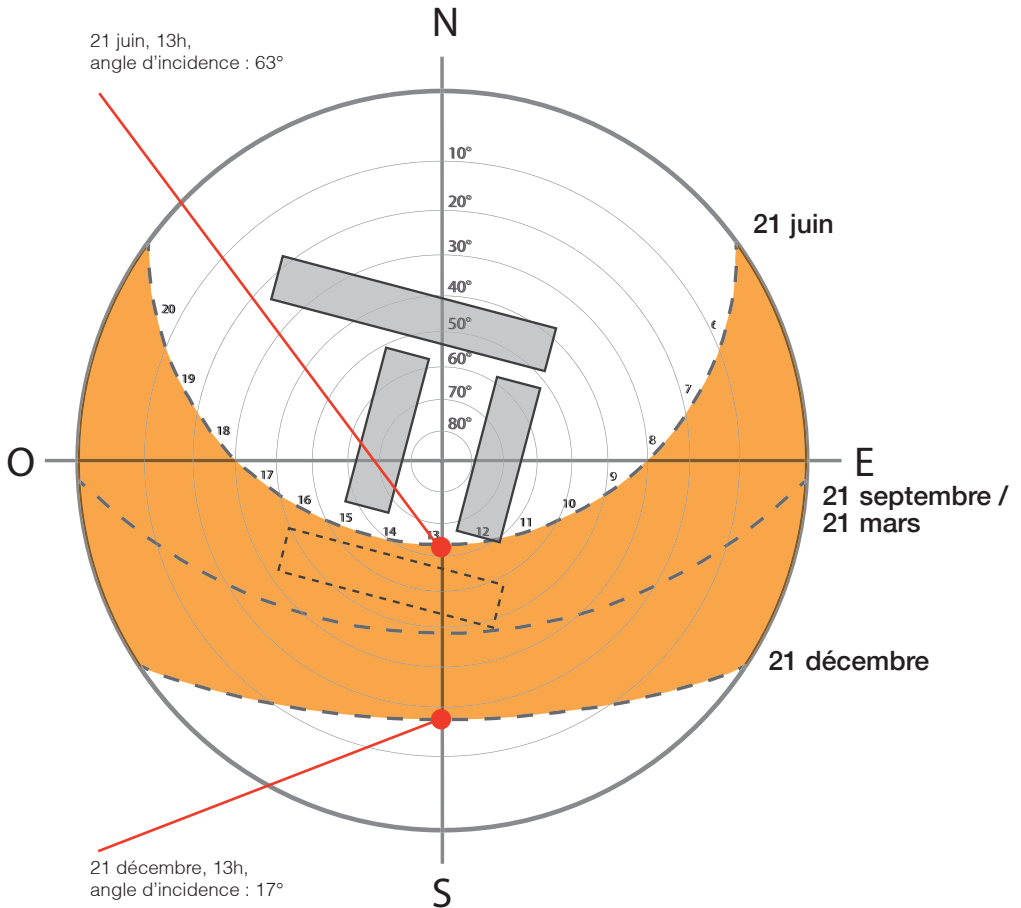
Données Windfinder, data 2005 à 2015. Station météorologique Paris-Orly



Le climat

Diagramme solaire

Données : Ecotect Analysis 2011,
Data station météorologique Paris-Orly,
Alt. 89m, Lat. 48°N, Long. 2°E
Heures légales



Course du soleil

Analyse des données

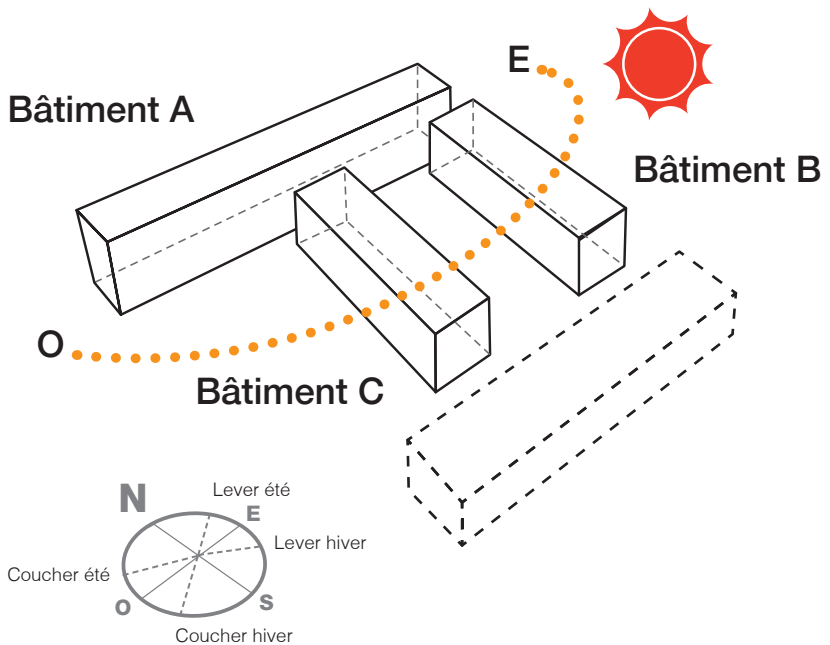
Au cours de l'année, l'inclinaison du soleil varie entre 20° le 21 décembre à 12h et 70° le 21 juin à 12h.

L'orientation du bâtiment et l'absence de masques par des constructions voisines permettent à l'îlot V1 de bénéficier de longues périodes d'expositions au rayonnement solaire.

L'éclairage des façades, et par conséquent la proportion d'ombres selon les orientations et les saisons ont été étudiés (voir page suivante).

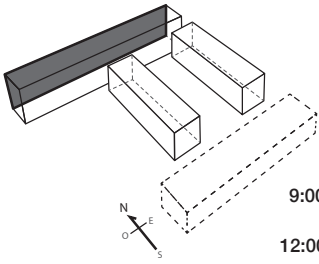
Enjeux pour l'enveloppe

La conception doit permettre d'améliorer les stratégies de gestion passive des apports.



Le climat

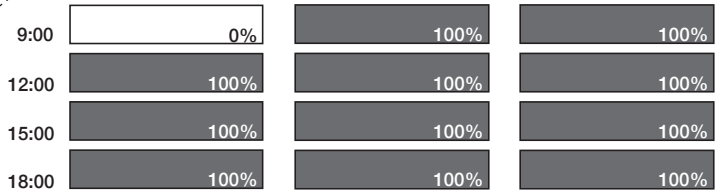
Bâtiment A Façade Nord



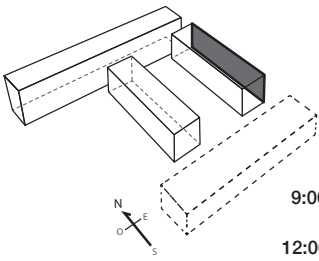
21 juin
solstice d'été

21 sept / mars
équinoxe
automne / printemps

21 décembre
solstice d'hiver



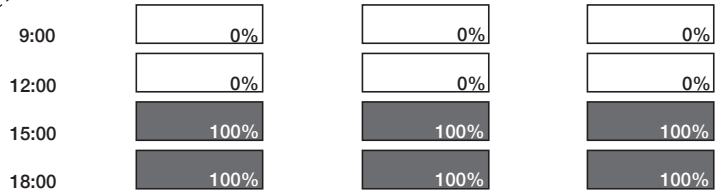
Bâtiment B Façade Est



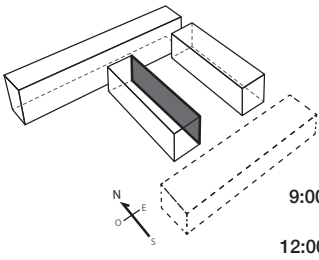
21 juin
solstice d'été

21 sept / mars
équinoxe
automne / printemps

21 décembre
solstice d'hiver



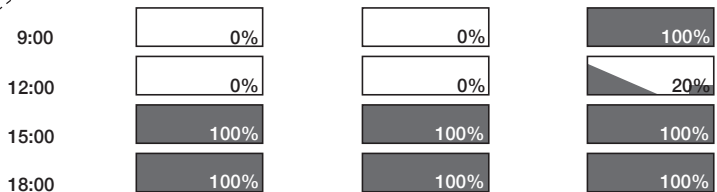
Bâtiment C Façade Est



21 juin
solstice d'été

21 sept / mars
équinoxe
automne / printemps

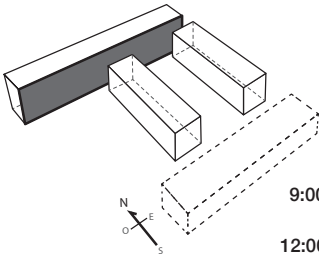
21 décembre
solstice d'hiver



Ombres portées

Éclairage des façades selon les orientations et les saisons

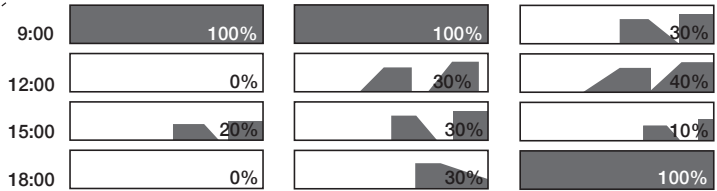
Façade Sud



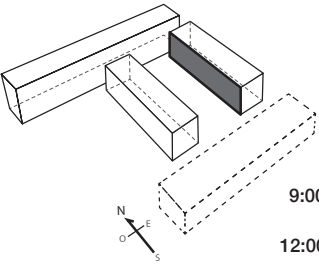
21 juin
solstice d'été

21 sept / mars
équinoxe
automne / printemps

21 décembre
solstice d'hiver



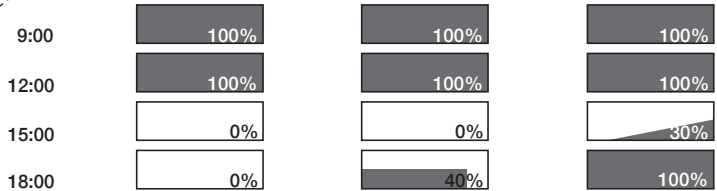
Façade Ouest



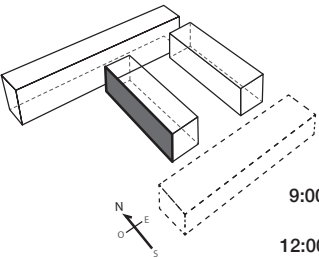
21 juin
solstice d'été

21 sept / mars
équinoxe
automne / printemps

21 décembre
solstice d'hiver



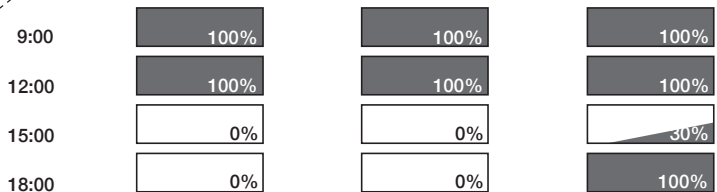
Façade Ouest



21 juin
solstice d'été

21 sept / mars
équinoxe
automne / printemps

21 décembre
solstice d'hiver

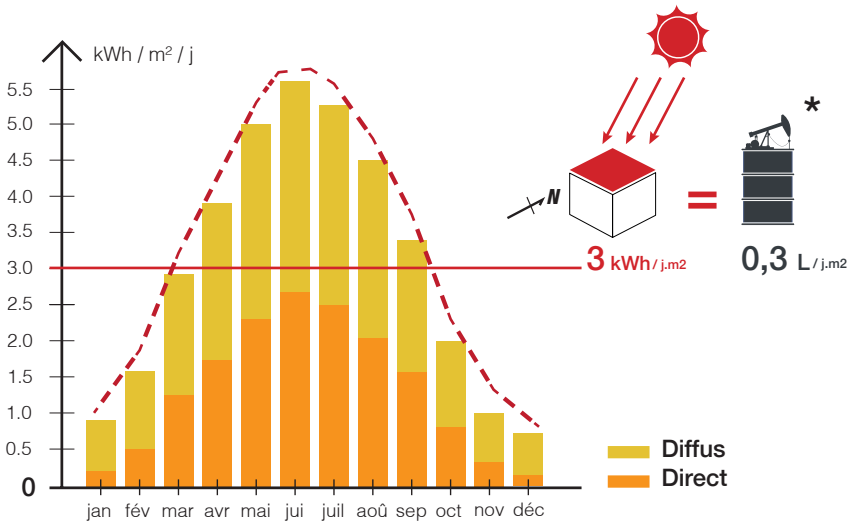


Le climat

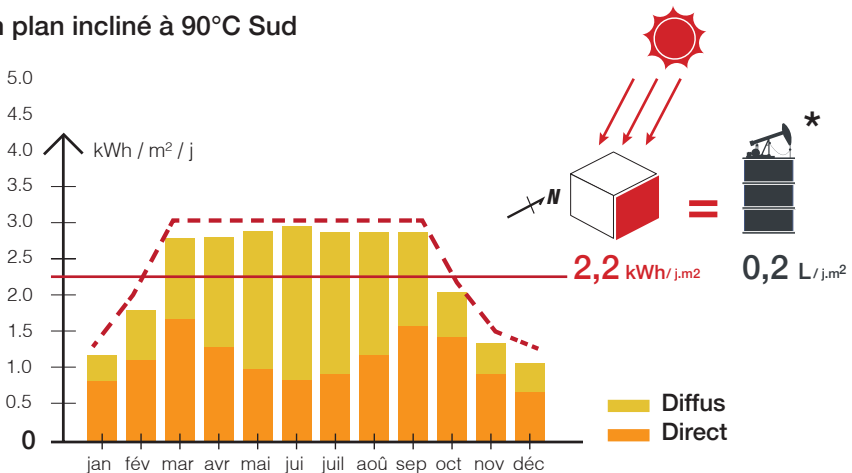
Rayonnement solaire (moyennes annuelles)

Données : Météonorm 7, fichier data 2010 et 2050
station météorologique Paris-Orly

Sur un plan horizontal



Sur un plan incliné à 90°C Sud



* Équivalent énergie fossile - pour rappel: 1L de pétrole ~10kWh_{ep}

Rayonnement solaire

Analyse des données

La quantité d'énergie solaire perçue par une surface varie selon son orientation et selon les périodes de l'année.

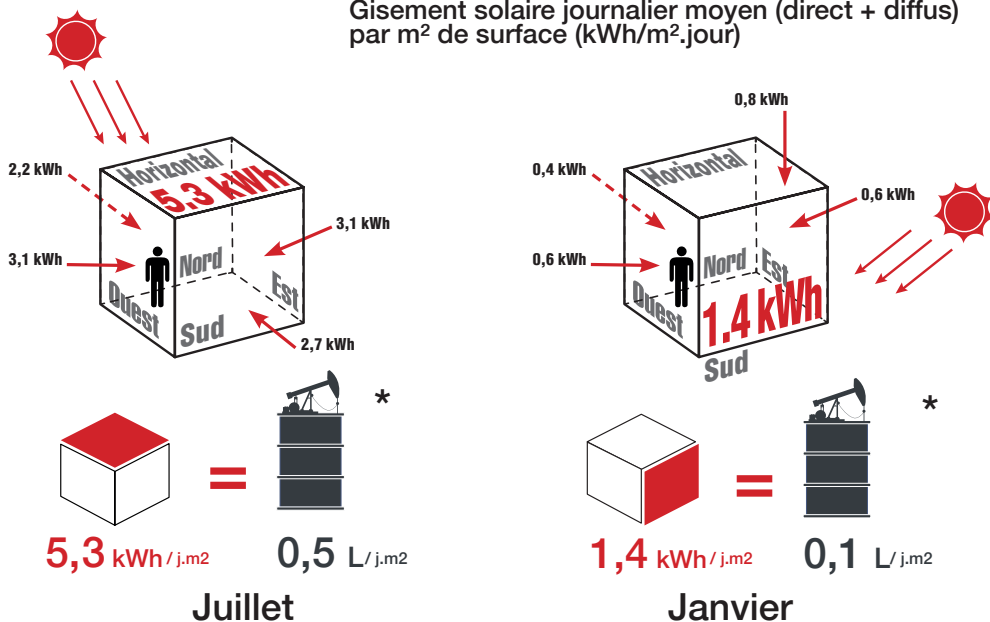
Au mois de juillet, une surface horizontale reçoit près du double du rayonnement solaire par rapport à une façade sud. Sur l'ensemble de l'année, son apport solaire moyen est supérieur d'un tiers environ à celui d'une façade verticale orientée au sud.

Enjeux pour l'enveloppe

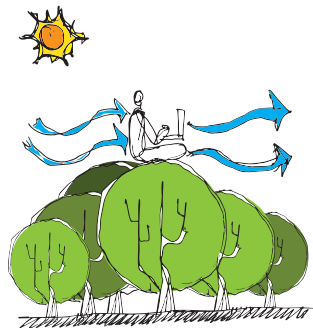
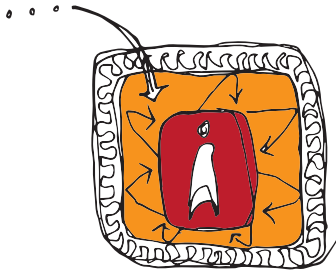
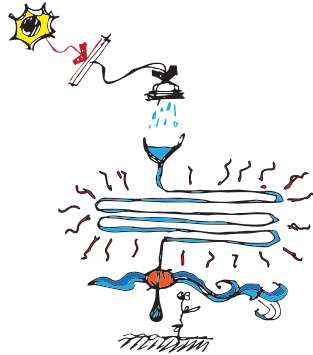
L'enveloppe doit développer des dispositifs permettant de tirer parti au mieux d'un potentiel solaire favorable (1 000 kWh/m².an en irradiation solaire horizontale).

Elle doit aussi intégrer des systèmes de protections pour éviter les phénomènes de surchauffes, notamment en ce qui concerne les logements et les bureaux orientés sud et est.

Gisement solaire journalier moyen (direct + diffus) par m² de surface (kWh/m².jour)



Les scénarios



EAU CHAUDE SOLIDAIRE
une façade sud pour le logement

SUPER U
une façade nord pour le logement

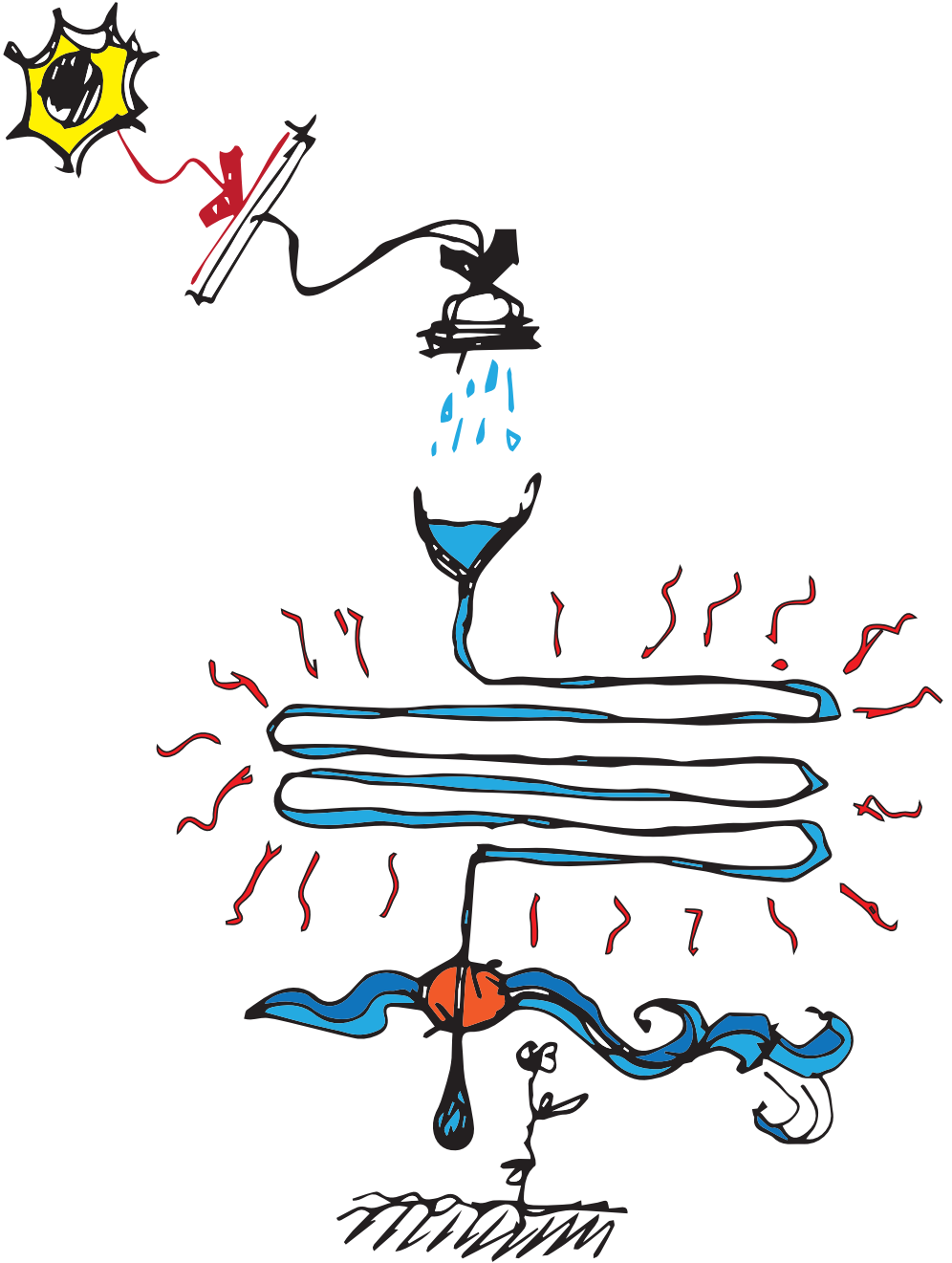
VERY OPEN SPACE
une façade sud pour le bureau



Crédits: Image tirée du film «Viens chez moi, j'habite chez une copine» de Patrice Leconte, 1981, avec Anémone, Bernard Giraudeau et Michel Blanc



Eau Chaude **S**olidaire



Eau

Chaude

Solidaire

une façade sud pour le logement

Comment tirer parti de
l'ensoleillement pour
répondre à un besoin
énergétique dominant
en logement étudiant:
l'Eau Chaude Sanitaire

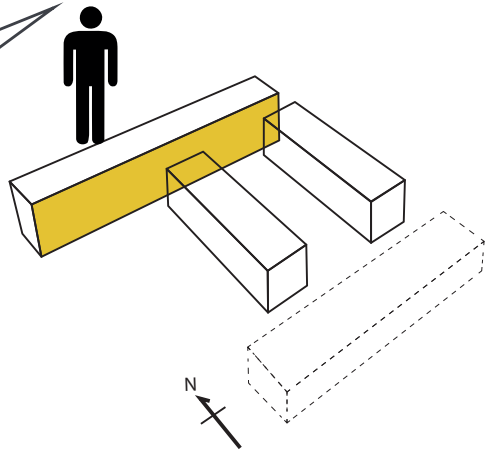


Eau Chaude Solidaire

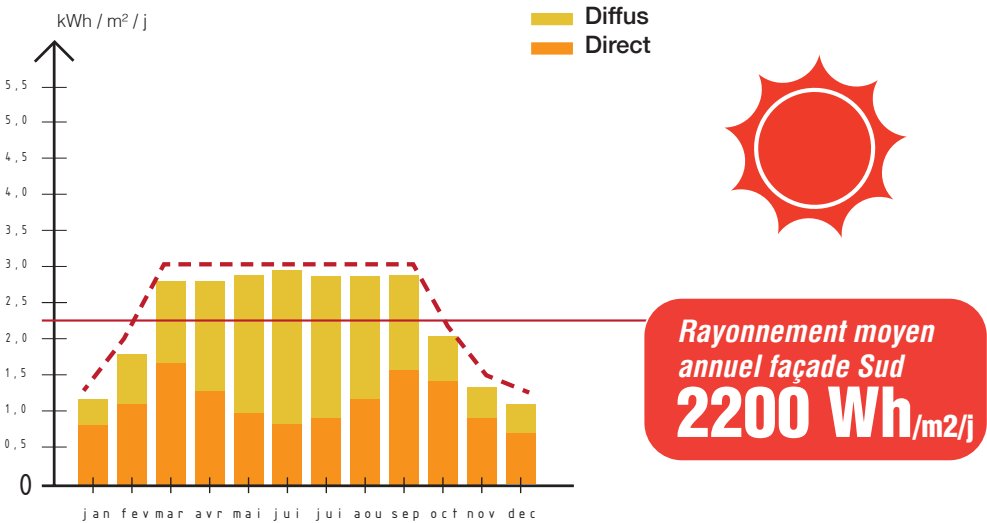
« J'ai eu de la chance cette année: on m'a attribué une chambre au sud ! J'ai plein de lumière tout le temps.

A part ça, il y a une chose qui m'a toujours un peu dérangé : le bloc salle de bains-WC tout petit, sombre et qu'on ne peut pas aérer naturellement... En fait quand je sors de la douche, l'humidité reste longtemps et ça se mélange dans la chambre... Pourquoi ne pas imaginer se doucher dehors comme au camping?

...A condition d'être bien caché ! »



Moyennes du rayonnement solaire façade sud



Stratégies

Produire de l'eau chaude sanitaire en façade...

...tout en apportant suffisamment de lumière naturelle à la cellule.

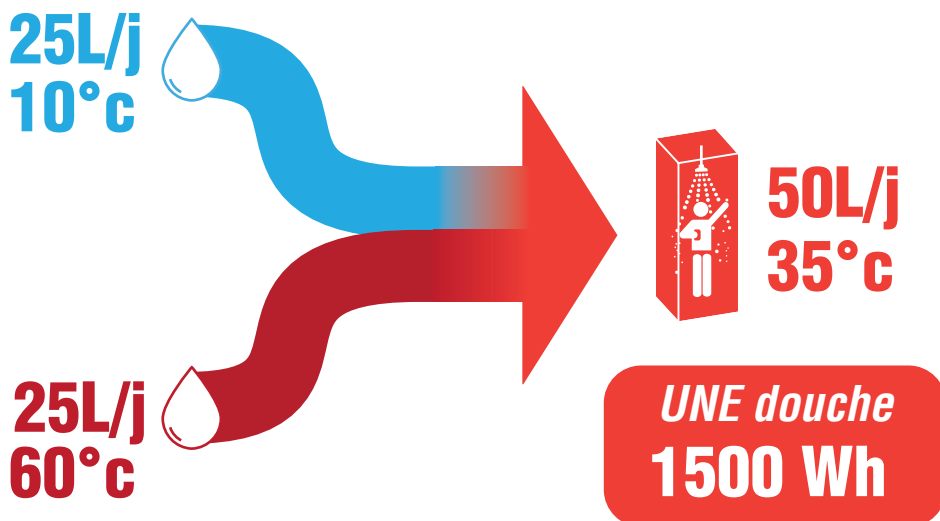
Disposer un capteur solaire thermique intégré, «branché» en façade

Placer la douche en façade pour rapprocher la production et le point de puisage.

...Puis récupérer la chaleur fatale des douches et l'utiliser comme chauffage

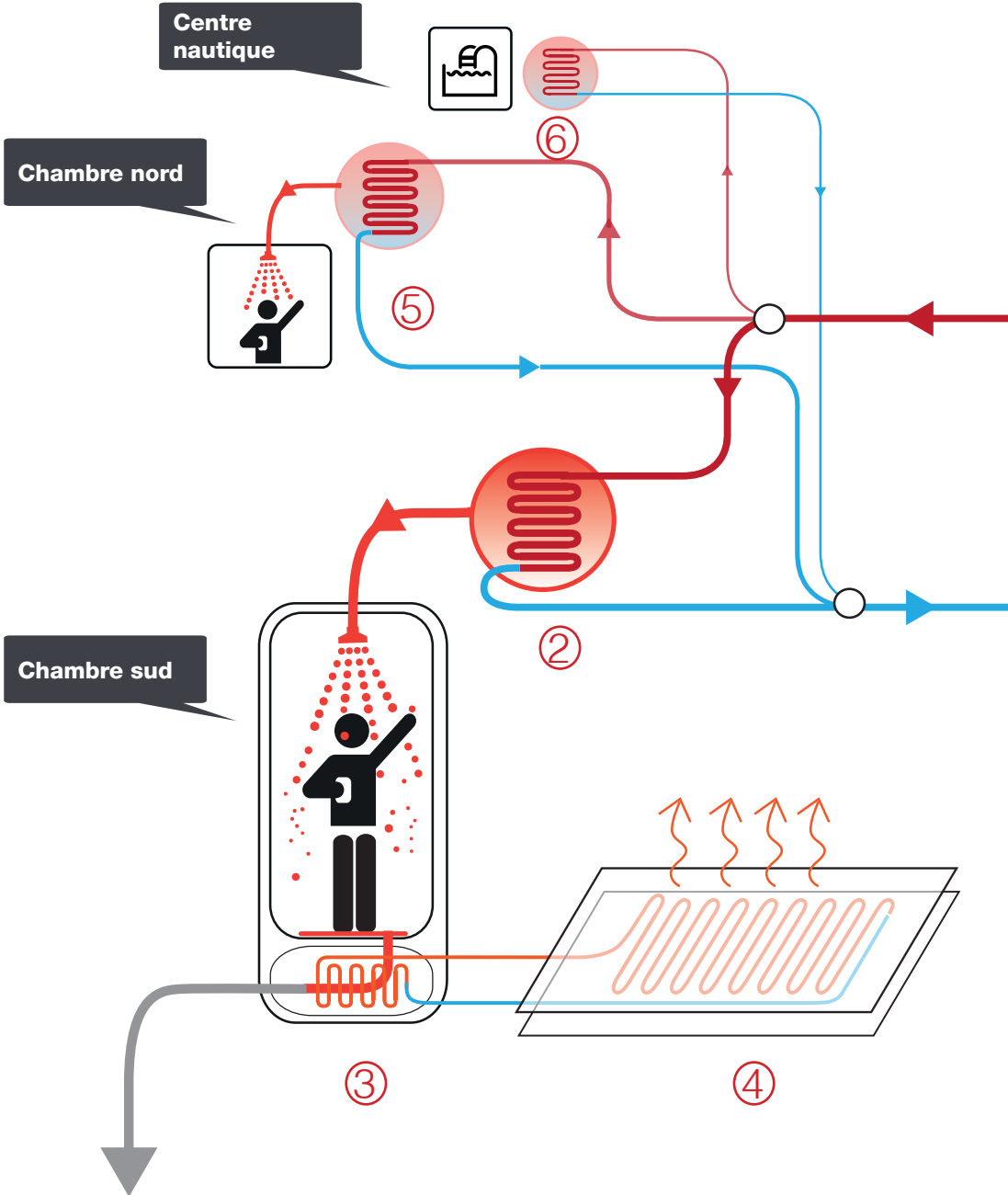
Relier la récupération calorifique à un dispositif de dalle active pour acheminer les eaux et chauffer la pièce.

En été, empêcher la surchauffe et rediriger l'énergie excédentaire (centre nautique voisin).

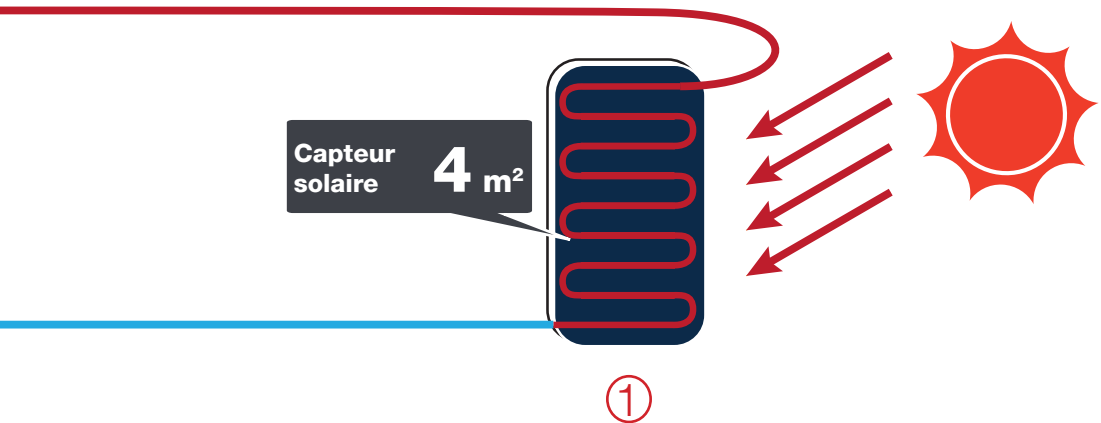


Calcul de la consommation énergétique d'une douche:
il faut chauffer 25 L de 10°C à 60°C, sachant que la capacité calorifique de l'eau est de 1.17 Wh/°C.L
 $Q=25 \times (60-10) \times 1.17 = 1500 \text{ Wh}$

Eau Chaude Solidaire



Principe énergétique



① Capteur solaire thermique*

② Chauffe-eau individuel - chambre sud

③ Douche chambre sud avec échangeur de chaleur sur eaux usées (30°C)

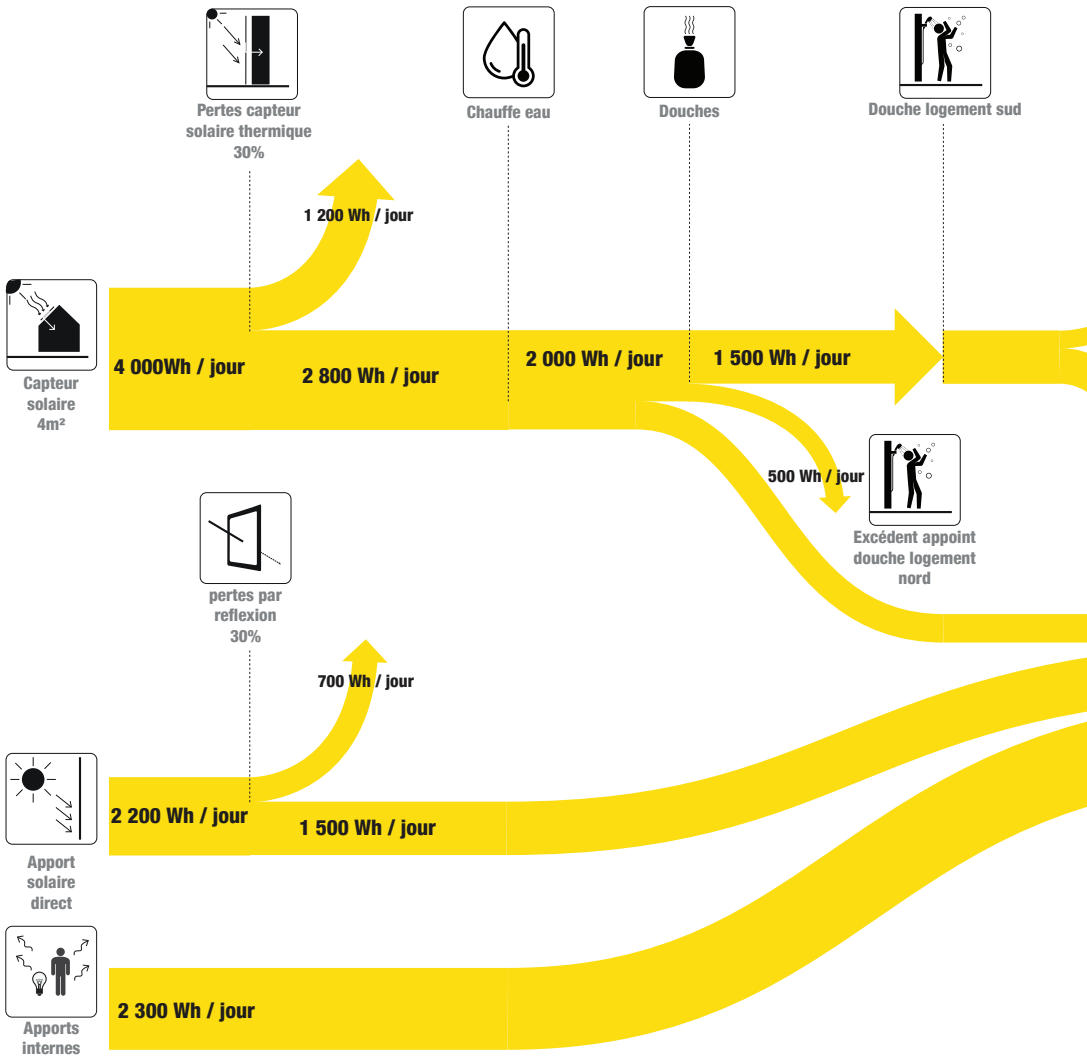
④ Chauffage par dispositif dalle active

⑤ Chauffe-eau individuel - chambre nord - solaire thermique en complément

⑥ Récupération calorifique pour centre nautique (avec P.A.C par exemple)

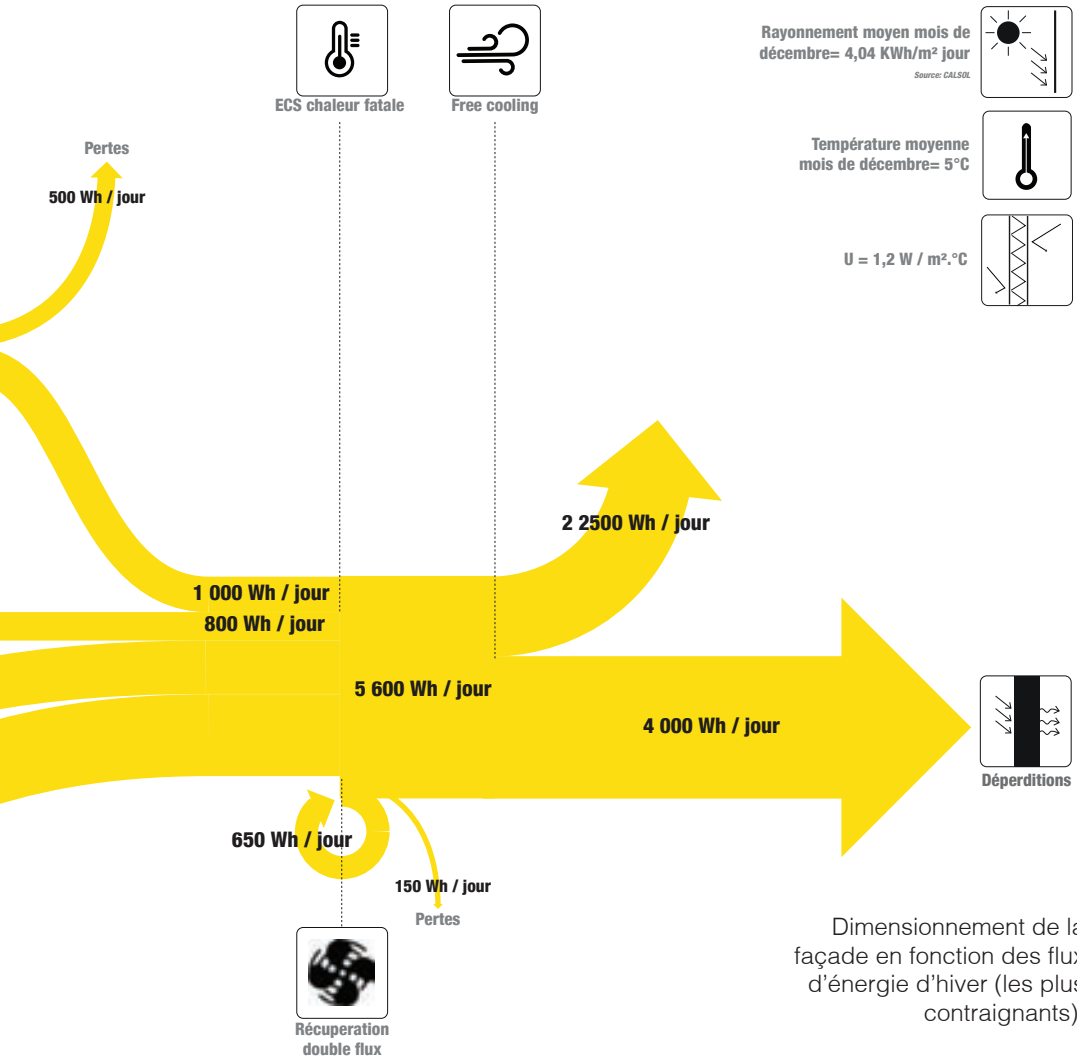
* nota: nous pouvons aussi utiliser un ensemble panneau solaire photovoltaïque et une pompe à chaleur.

Eau Chaude Solidaire



Flux d'énergie en hiver

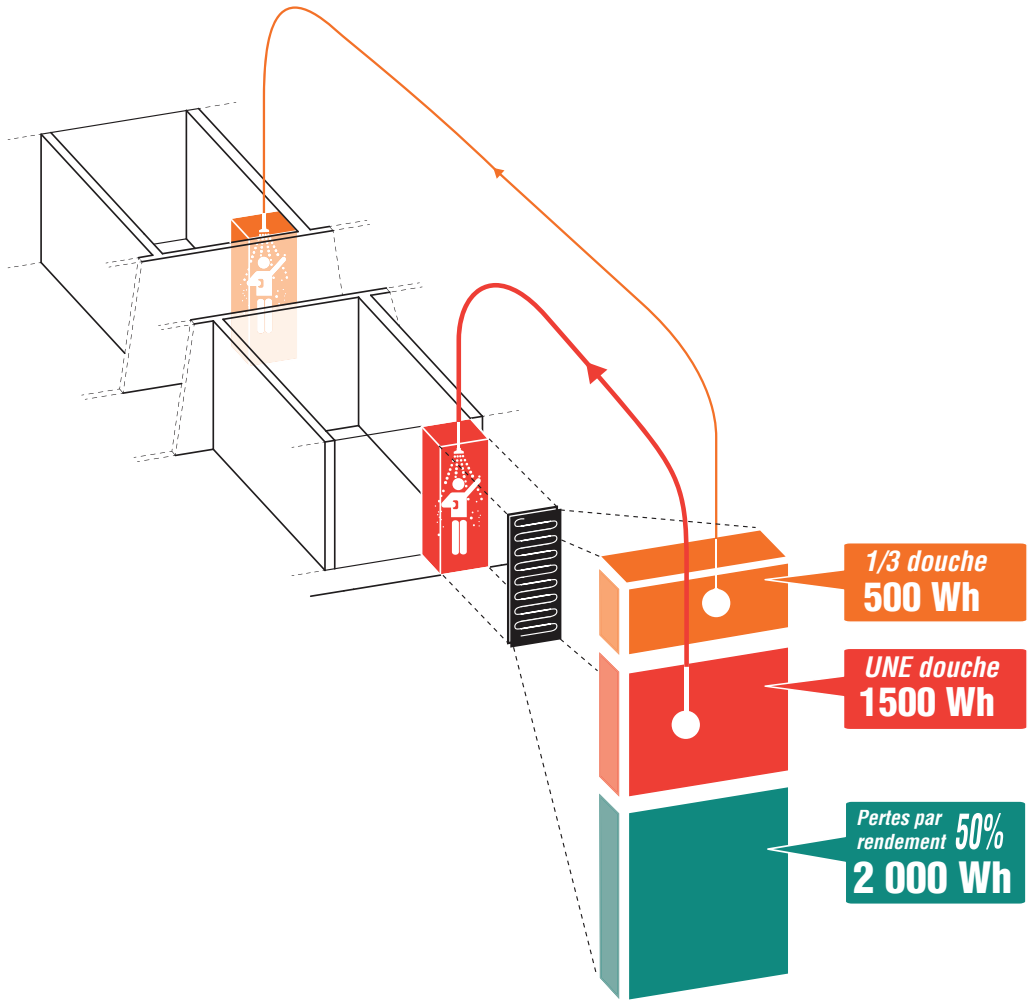
Diagramme de Sankey 21 décembre



Dimensionnement de la façade en fonction des flux d'énergie d'hiver (les plus contraignants):

- 4 m² de capteurs solaires thermiques,
- 2.6 m² de vitrage
- 9.5 m² de paroi isolante translucide.

Eau Chaude Solidaire



Flux d'énergie en hiver

Spatialisation de flux en hiver 21 Décembre

Au scénario hiver, la production d'ECS solaire est synchronisée avec le chauffage généré partiellement par la chaleur fatale de la douche.

- Production d'E.C.S pour une douche (1500 Wh/j) et excédent de 500 Wh/j pouvant être redirigé vers la douche de la cellule d'en face, coté nord.

- Utilisation de la chaleur fatale de la douche (1000 Wh/j) pour générer une partie du chauffage.

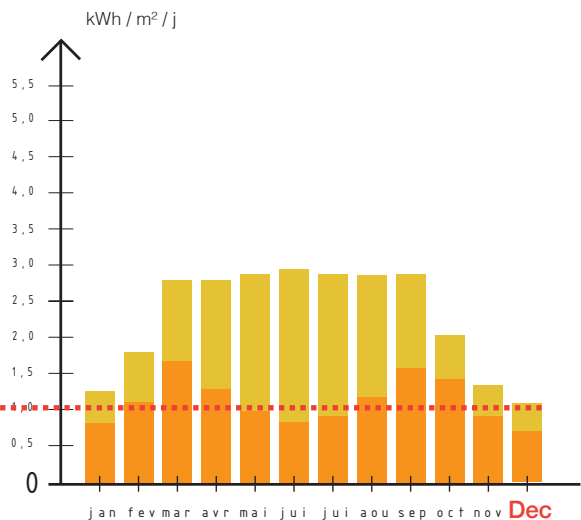
- Les apports solaires et apports internes contribuent à chauffer la pièce, les pertes par renouvellement d'air sont compensées.



Capteur thermique **4 m²**

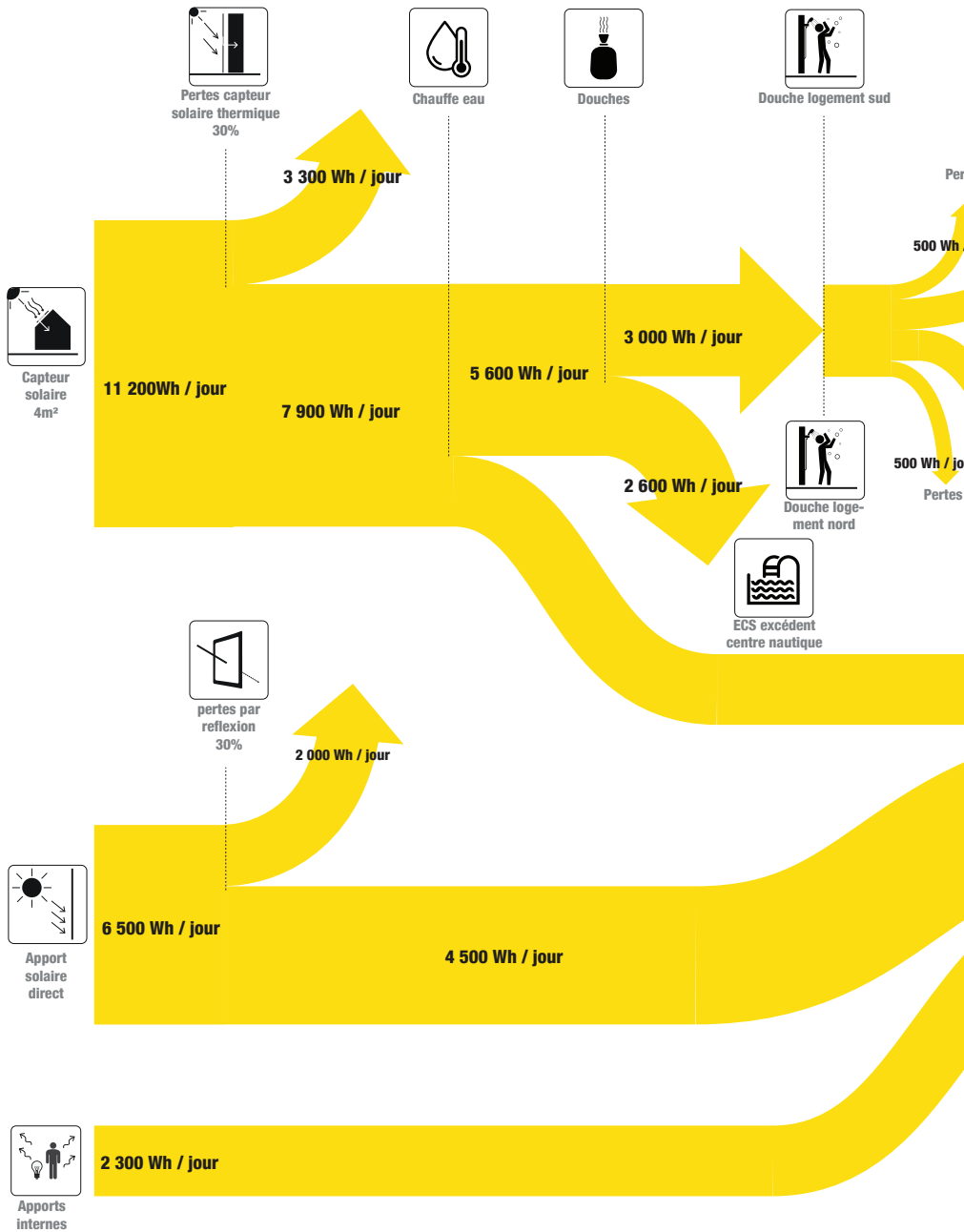
Rayonnement moyen
1000 Wh/m²/j

■ Diffus
■ Direct



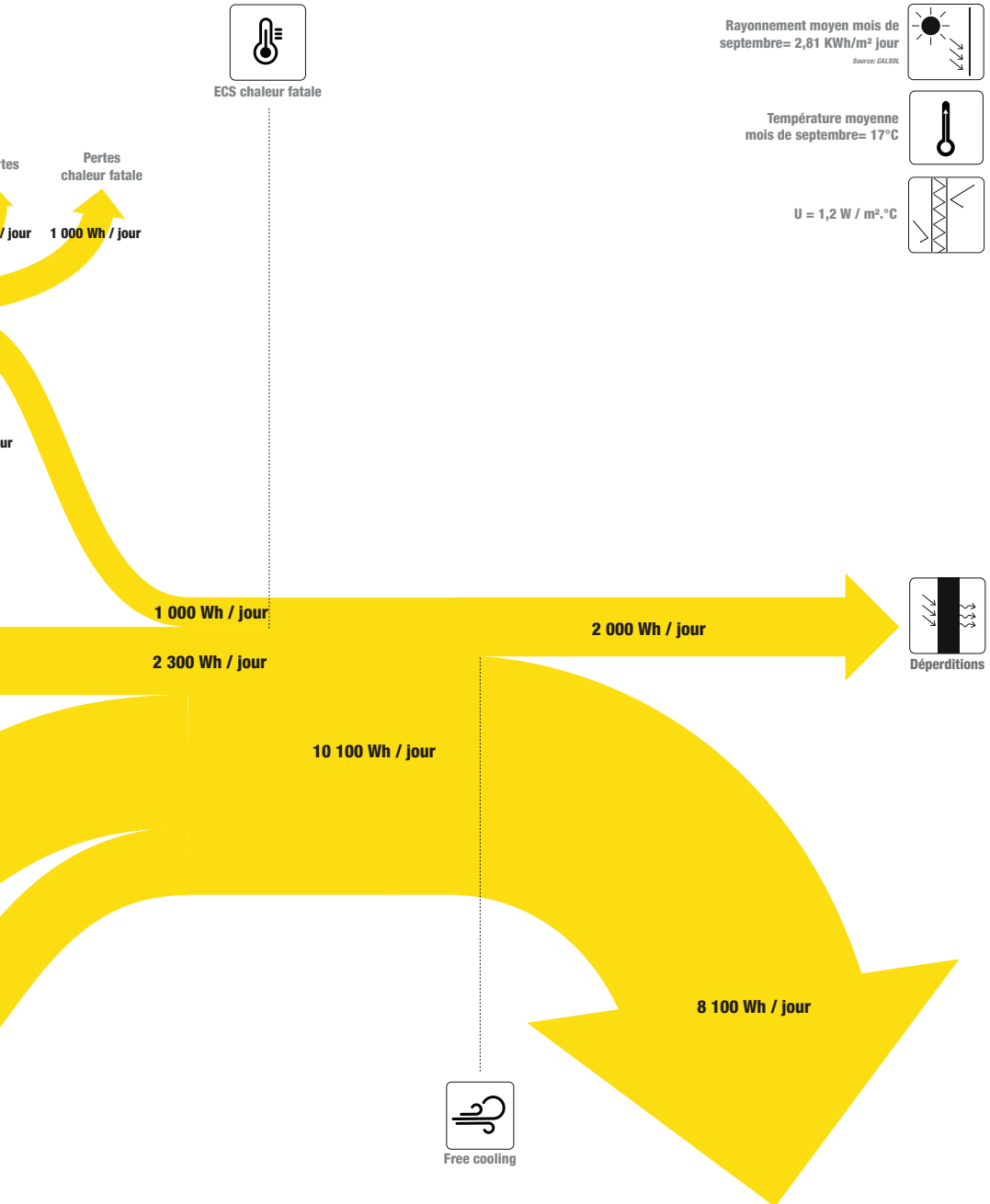
Moyennes mensuelles du rayonnement solaire
façade sud kWh/m²/j

Eau Chaude Solidaire

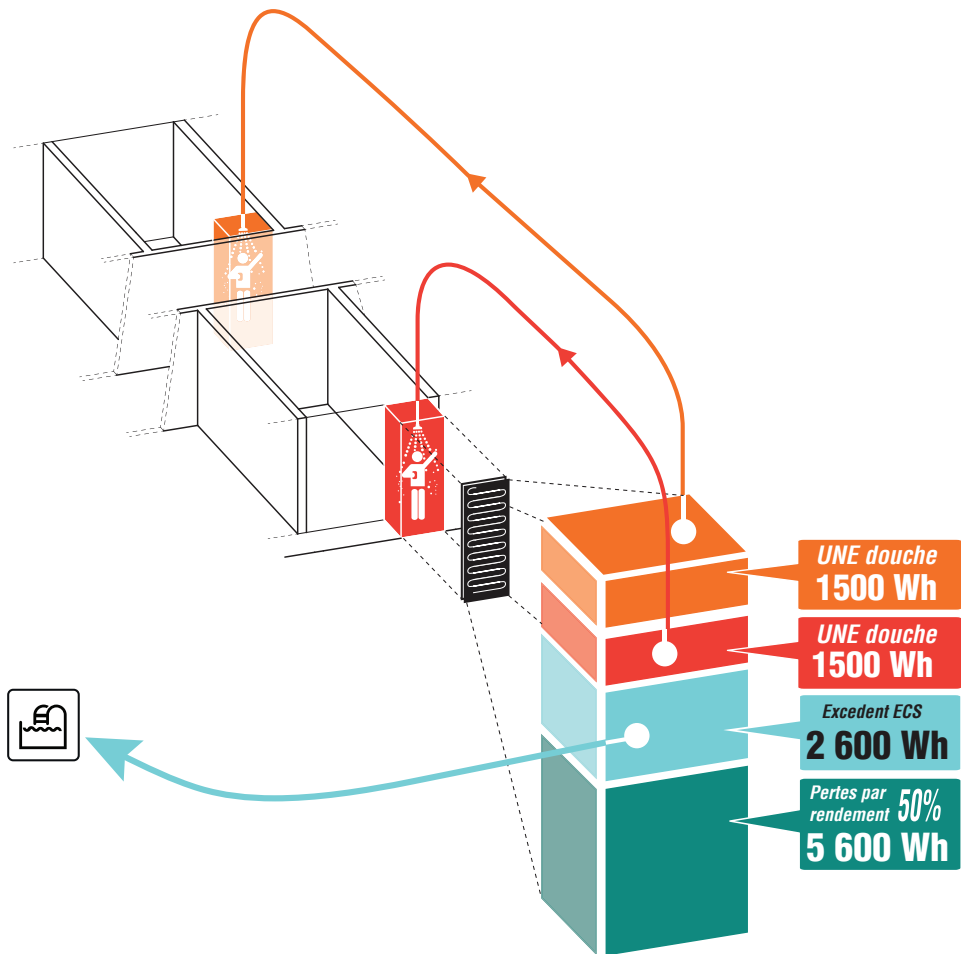


Flux d'énergie à mi-saison

Diagramme de Sankey 21 septembre



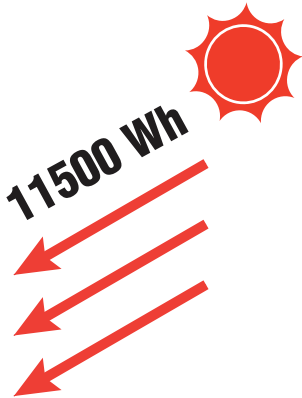
Eau Chaude Solidaire



Flux d'énergie à mi-saison

Spatialisation de flux à mi-saison 21 Septembre

Au scénario d'été et de mi-saison, «l'Eau Chaude Solidaire» prend tout son sens : les excédents d'eau chaude sont nettement supérieurs au besoin effectif de la chambre.



- Production d'E.C.S pour deux douches (3000 Wh/j) et excédent de 2600 Wh/j pouvant être redirigé en eau chaude sanitaire de complément pour le centre nautique voisin, au même titre que la chaleur fatale de la douche (2000Wh/j).

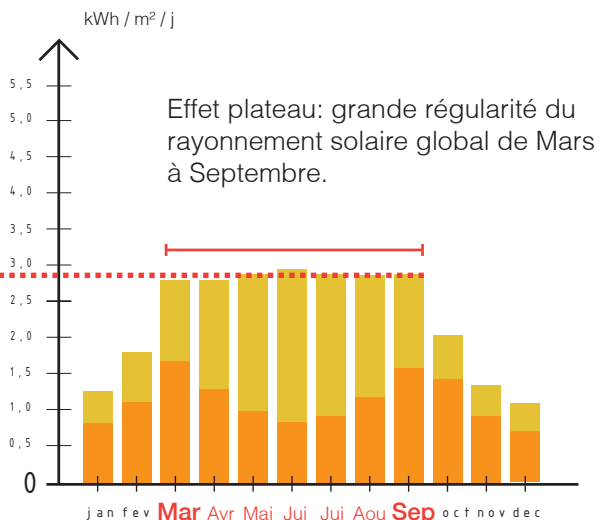
-Le dispositif de dalle active chauffante doit être arrêté.

-La pièce est ventilée naturellement par ouverture des fenêtres.

Capteur thermique **4 m²**

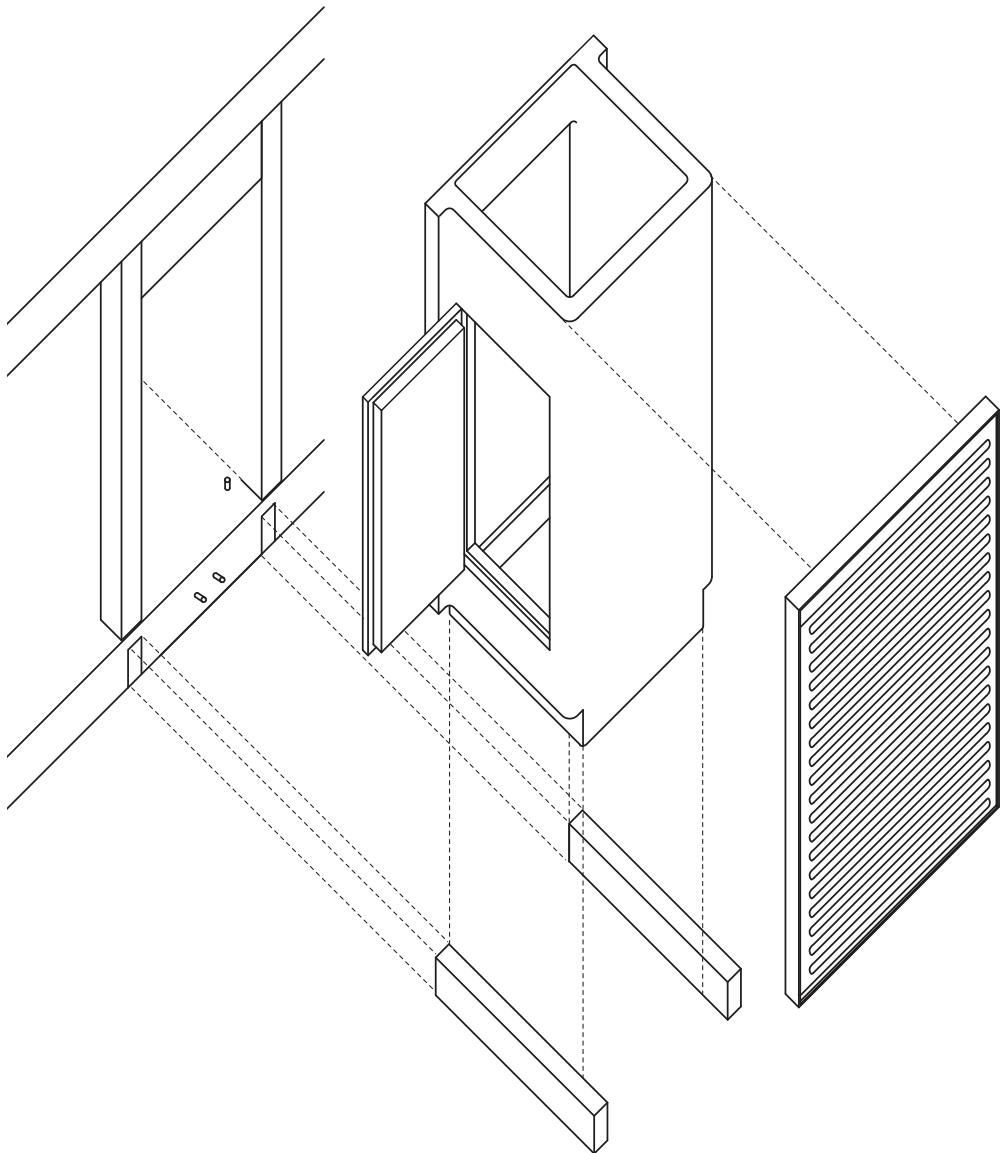
Rayonnement moyen
2800 Wh/m²/j

Diffus
Direct



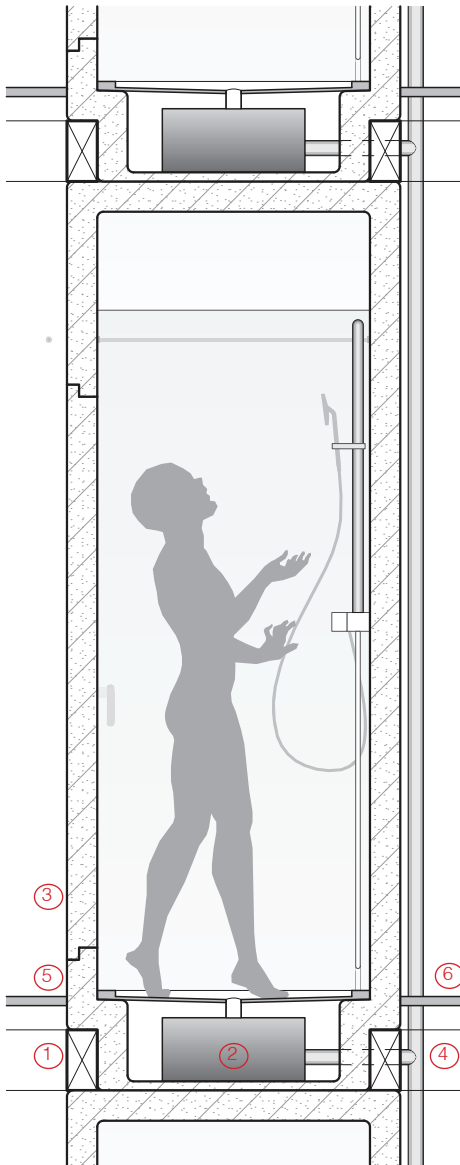
Moyennes mensuelles du rayonnement solaire
façade sud kWh/m²/j

Eau Chaude Solidaire



Axonométrie: principe de «branchement» de la cabine de douche

Le «Plug-in»



Le «branchement en façade» permet une modularité future pour l'entretien ou le remplacement de pièces.

La cabine de douche est un élément préfabriqué, constitué de P.E.T recyclé (poliéthylène) moulé translucide, et rempli d'isolant en laine de P.E.T recyclé également translucide.

La mise en oeuvre de la cabine pourrait s'effectuer par moulage puis remplissage, ou par impression 3D.

Le branchement en façade permet également de questionner l'usage conventionnel de la pièce d'eau en lui apportant lumière et air naturels.

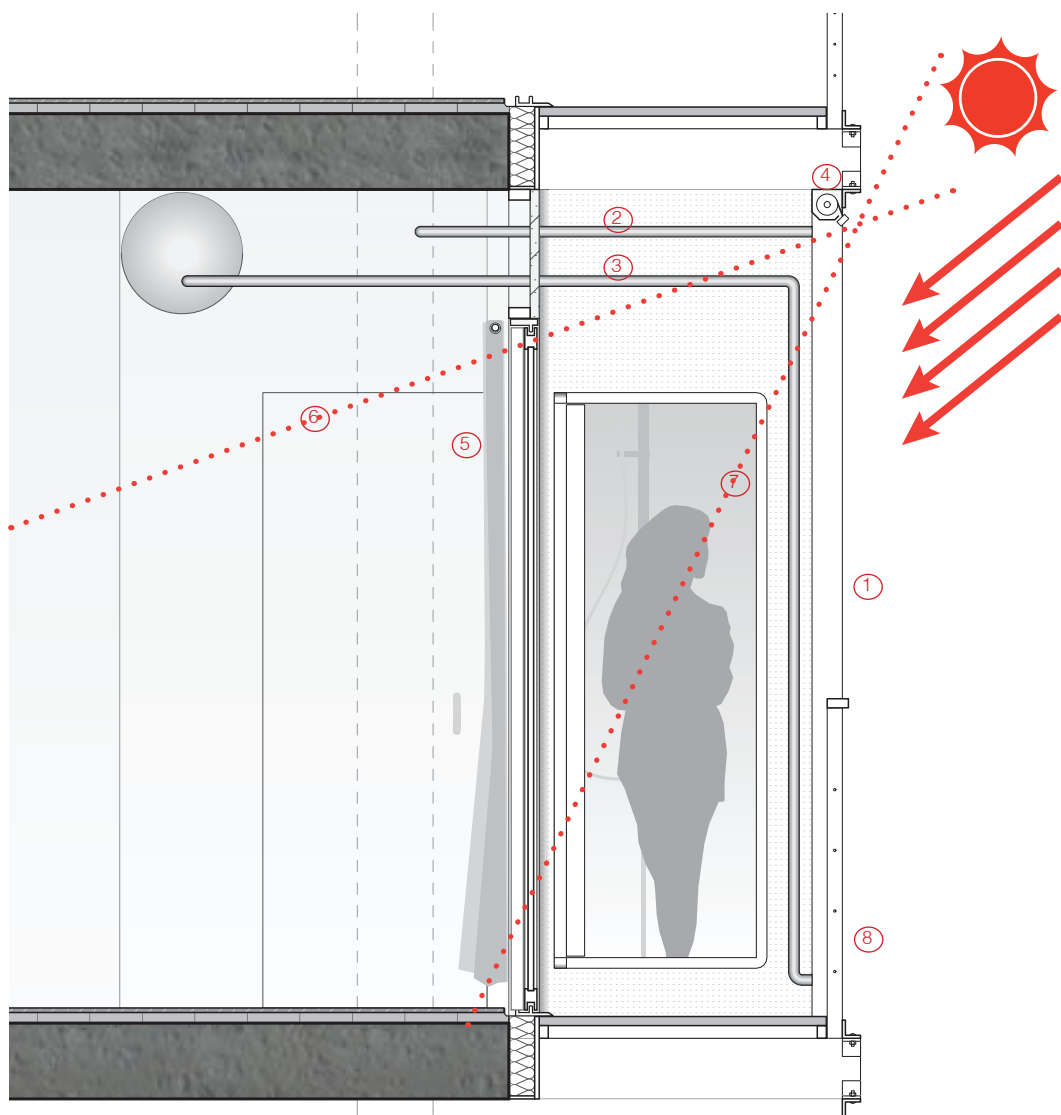
Le volume de la douche permet de dégager un petit balcon qui constitue une extension de la pièce d'eau.

Plus qu'un simple équipement sanitaire, la salle de bains fait office de transition ludique et modulable entre la chambre et le balcon.

- ① Poutre console
- ② Échangeur thermique pour dalle active
- ③ Porte vers le balcon
- ④ Collecte eaux usées
- ⑤ Balcon
- ⑥ Balcon voisin

Coupe transversale sur la cabine de douche.

Eau Chaude Solidaire



① Capteur solaire thermique (en arrière plan)

② Départ fluide caloporteur chaud (60°C)

③ Retour fluide caloporteur froid

④ Store extérieur

⑤ Rideau intérieur

⑥ Hauteur angulaire du soleil au solstice d'été: 64°

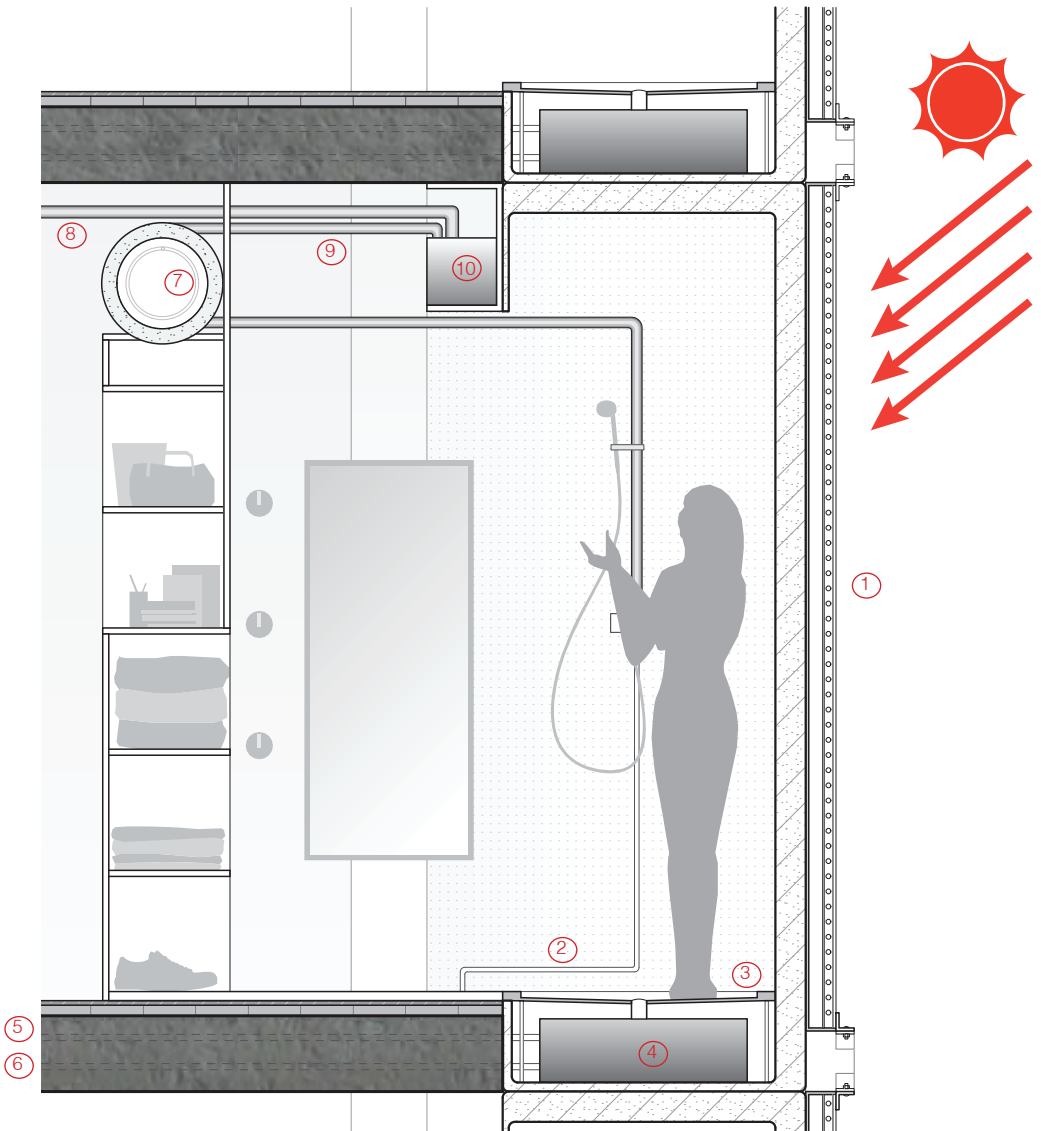
⑦ Hauteur angulaire du soleil au solstice d'hiver: 18°

⑧ Garde corps à câbles tendus horizontaux

Coupe sur le balcon



La pièce d'eau, dehors-dedans



- | | |
|---|--|
| ① Capteur solaire thermique | ⑥ Retour d'eau dalle active |
| ② Arrivée d'eau froide | ⑦ Ballon d'ECS, isolant 5 cm. |
| ③ Bac douche amovible : accessibilité échangeur | ⑧ Conduite calorifugée vers cellule nord et collecte centre nautique |
| ④ Echangeur thermique pour dalle active | ⑨ Conduite calorifugée pour ballon ECS cellule sud |
| ⑤ Départ d'eau chaude pour dalle active | ⑩ Collecteur-répartisseur fluide caloporteur du panneau thermique |

Coupe sur la cabine de douche

Eau Chaude Solidaire

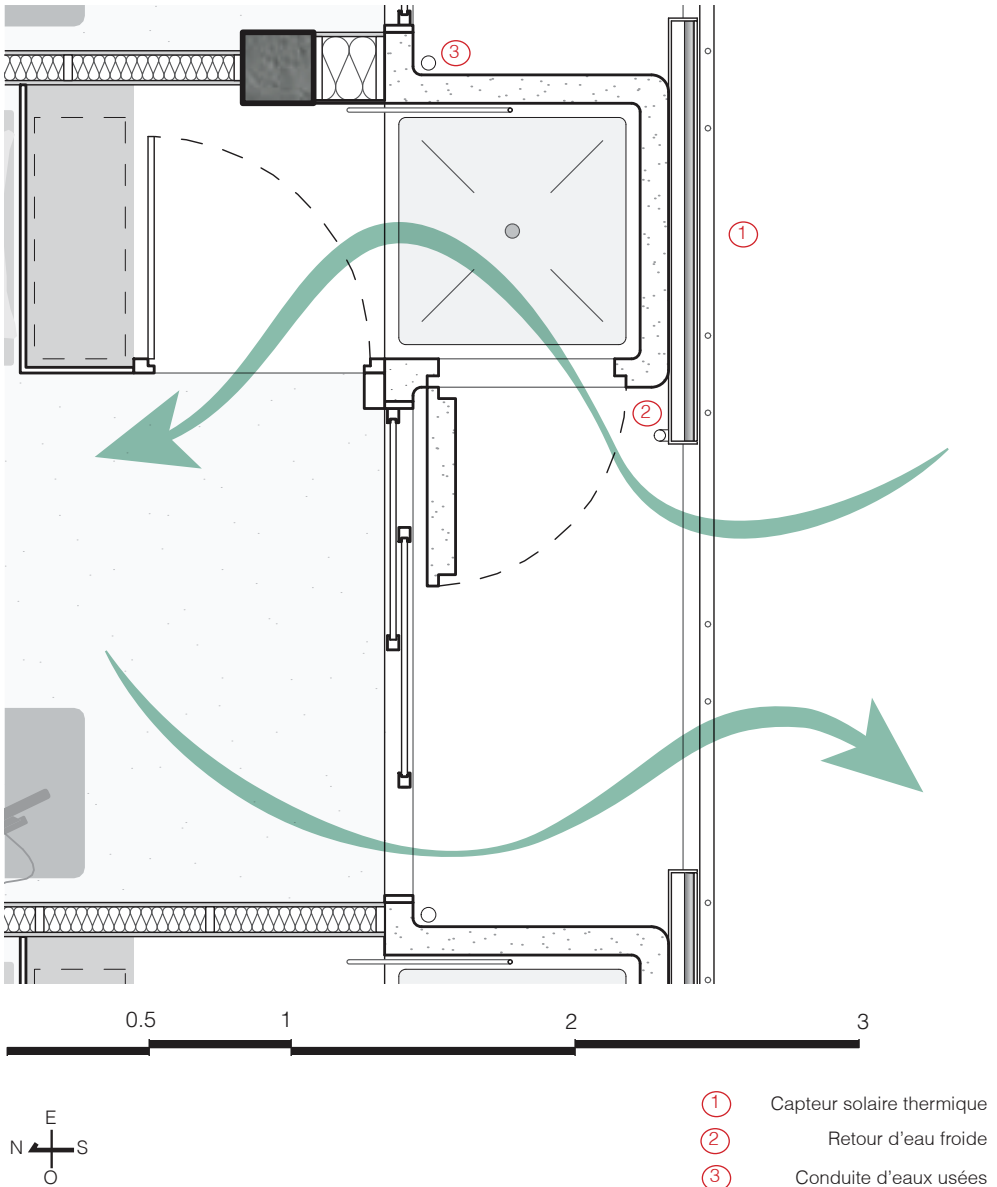


Plan de la cellule entière

La pièce d'eau, dehors-dedans

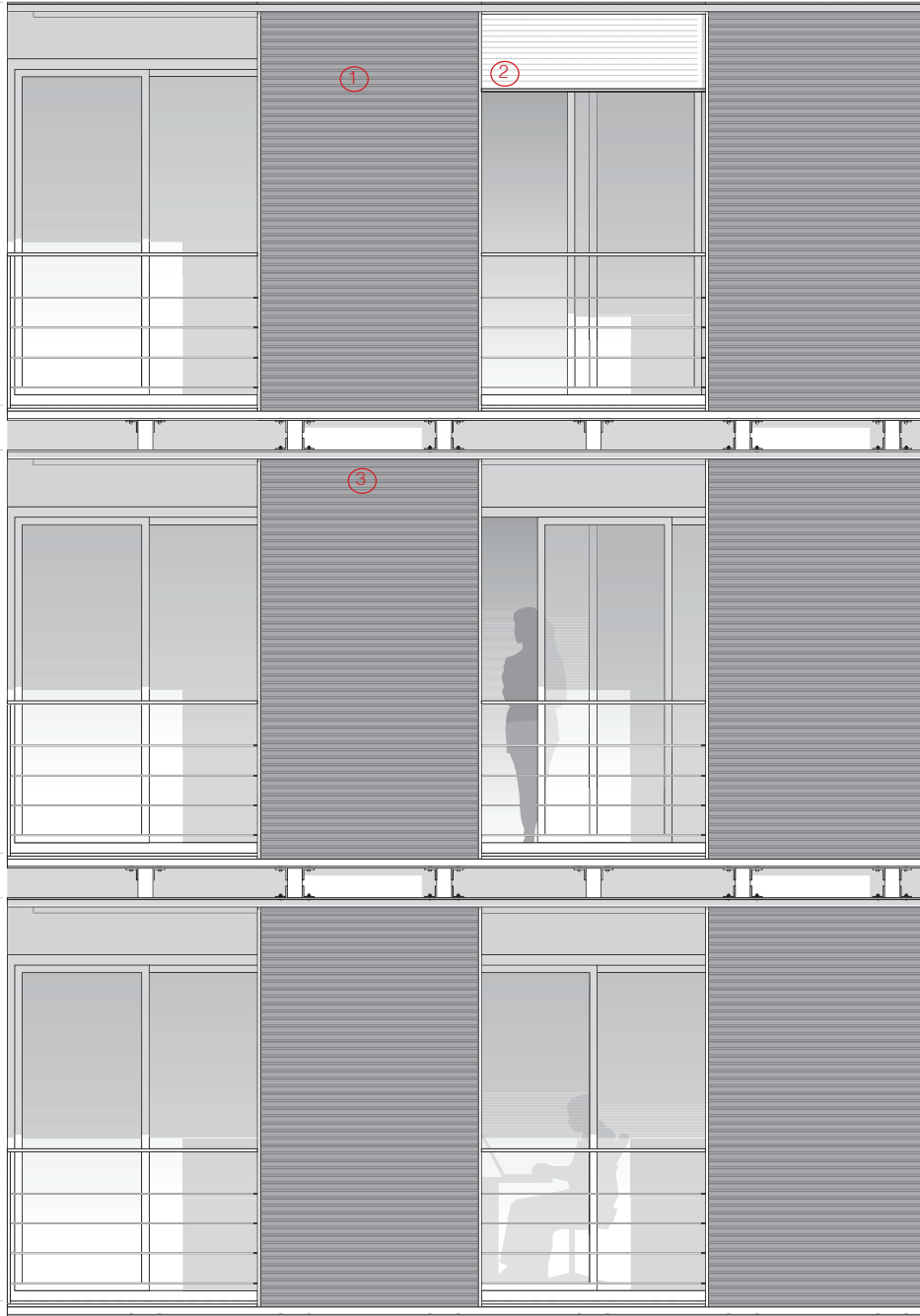
La salle de bains se transforme en un entre-deux en saison estivale: il devient possible, par un jeu de portes, de se doucher quasiment dehors.

Ce dispositif permet également de ventiler naturellement la chambre et la salle de bain



Eau Chaude Solidaire

- ① Capteur solaire thermique
- ② Store extérieur
- ③ Cabine de douche



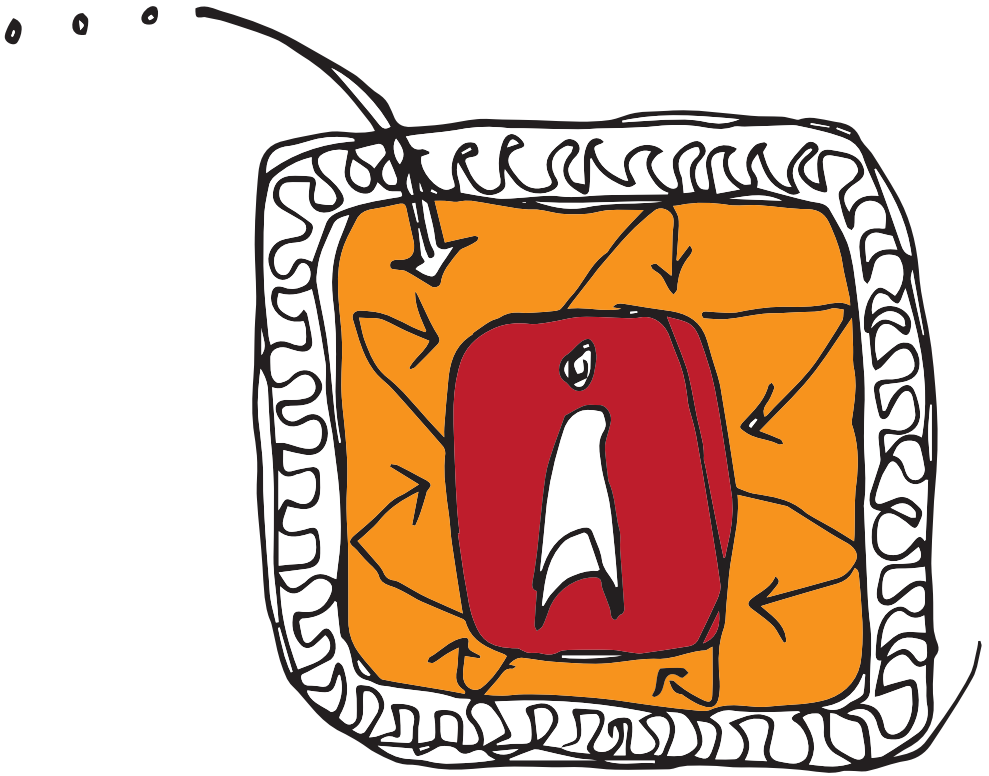
Elevation Sud







Super U



Super U*

une façade nord pour le logement

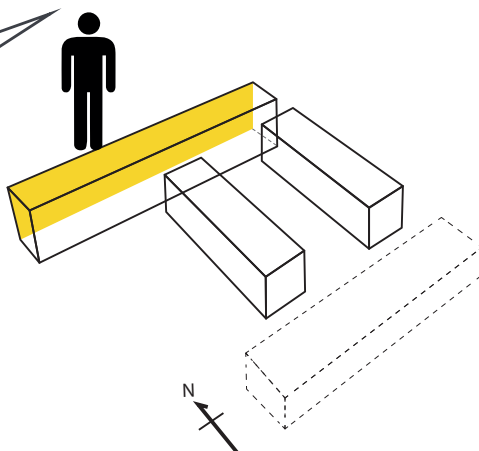
Comment transformer
une façade apports «0»
en «enveloppe passive»



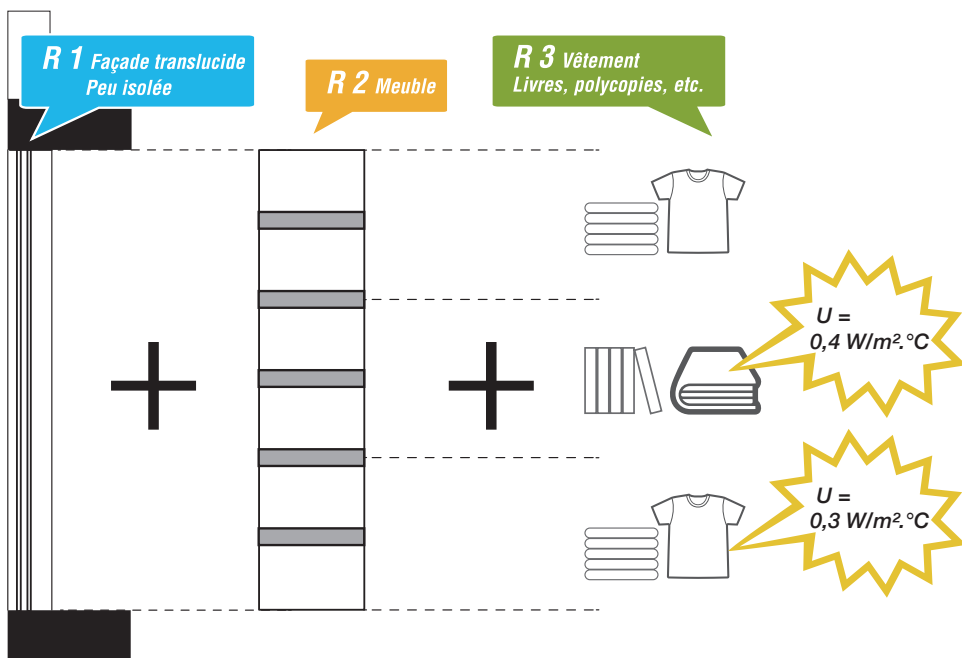
* U = Coefficient de transmission thermique surfacique.

Super U

« J'habite cette résidence depuis quelques mois et déjà, mes affaires s'entassent et c'est le désordre malgré tous mes efforts!
Le super luxe, ce serait de pouvoir faire disparaître de ma vue certaines choses, de temps en temps... Ça me ferait des vacances!
Et puis, autre chose, parfois je sens des fuites d'air froid près de la fenêtre, depuis le début de l'hiver...
Dommage, j'aime bien me mettre là pour lire » >>



Optimisation de l'isolation = Somme des résistances thermiques



* U = Coefficient de transmission thermique surfacique, pour une façade de 60 cm d'épaisseur. $1/U = \sum Ri$ dont $Ri = e / \lambda$

Stratégies

Réduire les échanges entre l'intérieur et l'extérieur

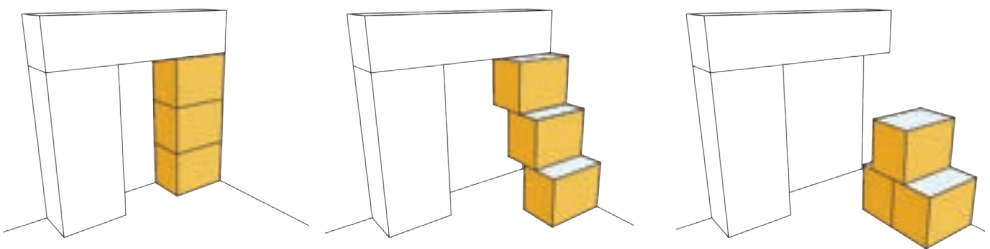
Un dispositif «tout en un» : le volume de rangement devient isolation thermique.

Il devient alors possible d'habiter la façade comme un grand mur épais et polyvalent.

Permettre une modulation de cette peau protectrice

Au gré des besoins et des saisons, l'étudiant modifie les qualités de la façade en enlevant ou remettant certains composants mobiles.

Il remplit ou vide le dispositif, et ainsi peut agir sur son efficacité.

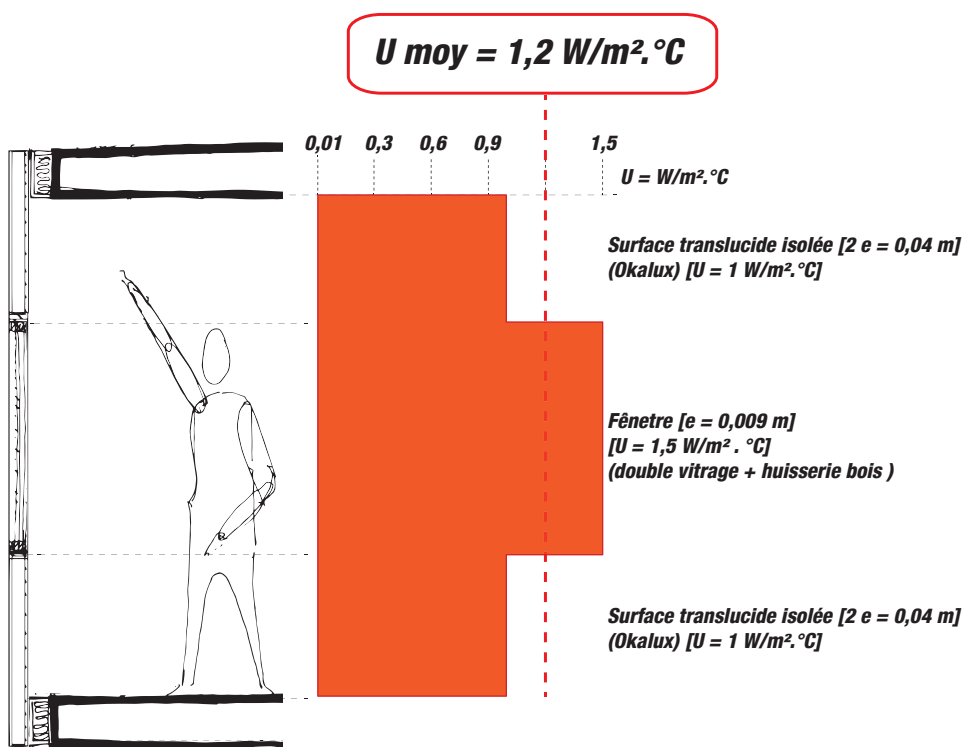


L'enveloppe est donc «composite» :

- Composante fixe de l'enveloppe («clos et couvert»)
- Composante modulable constituée d'éléments de mobilier à isolation réglable.

Super U

Composante fixe: la façade translucide



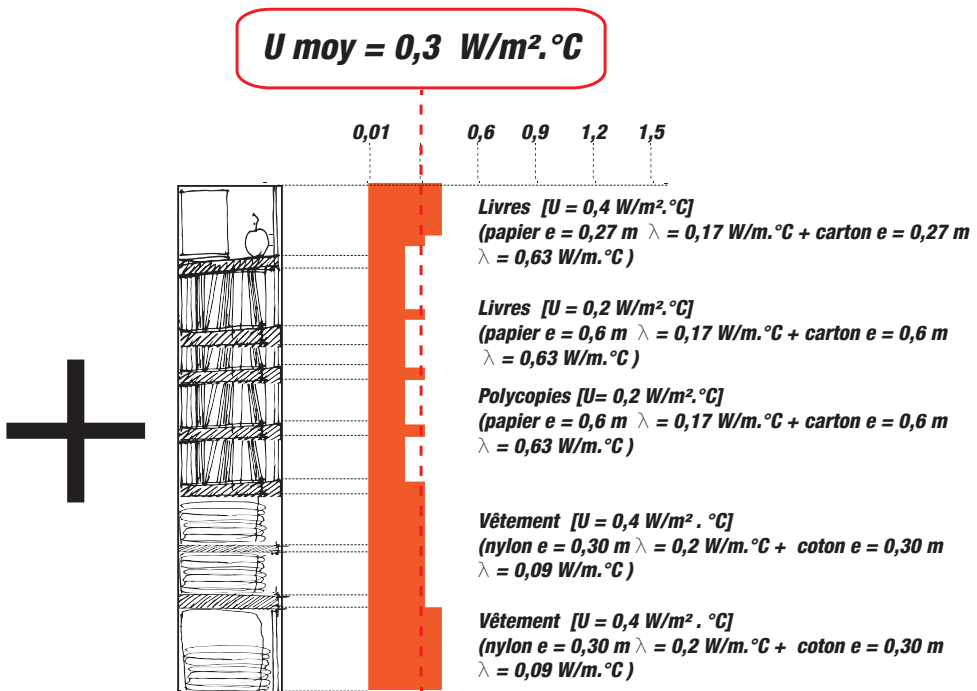
La façade de base alterne matériaux translucides en allège et en imposte (de type Okalux) et partie vitrée. L'espace intérieur est lumineux mais peu isolé.

* U = Coefficient de transmission thermique surfacique.

$1/U = \sum Ri$ dont $Ri = e / \lambda$

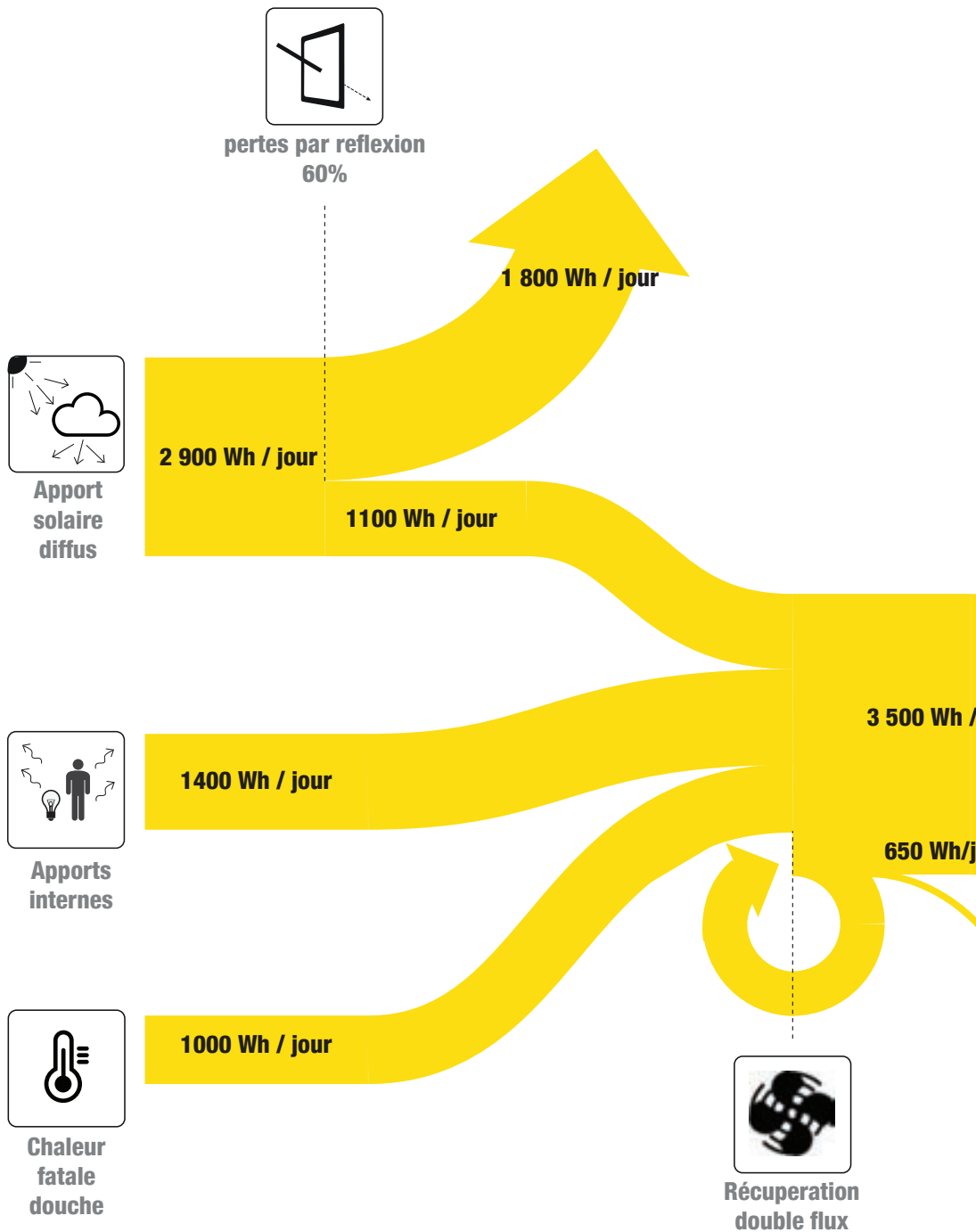
Principe énergétique

Composante modulable: la façade meuble



La façade translucide se complète d'une épaisseur de mobilier et de rangements. Les objets du quotidien stockés renforcent l'isolation de la façade. L'espace intérieur bénéficie d'une température confortable.

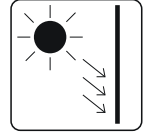
Super U



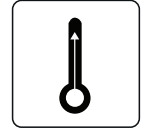
Flux de l'énergie en hiver

Rayonnement moyen mois de décembre =
0,04 KWh/m² jour

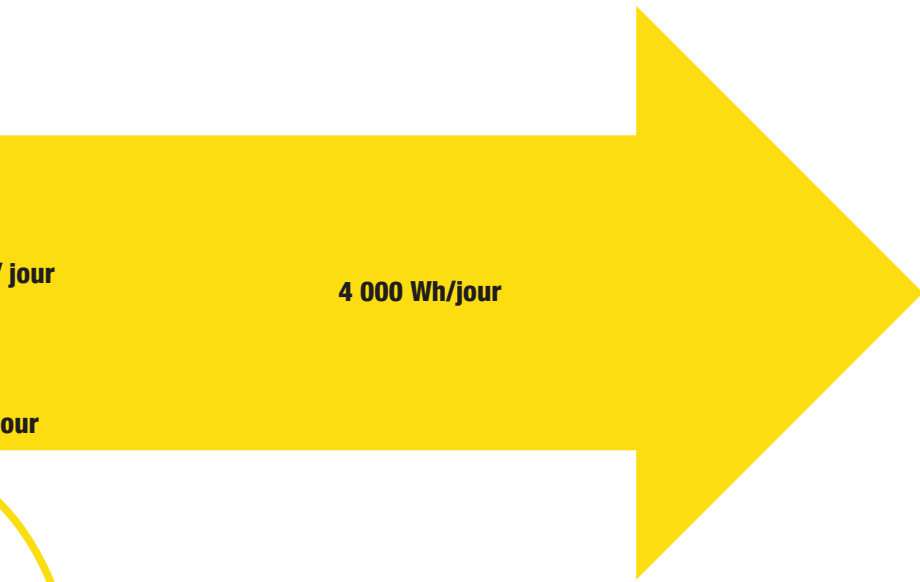
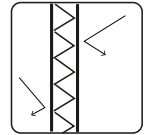
Source: CALSOL



Température moyenne mois de décembre = 5°C



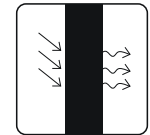
U = 0,3 W / m².°C



jour

4 000 Wh/jour

our

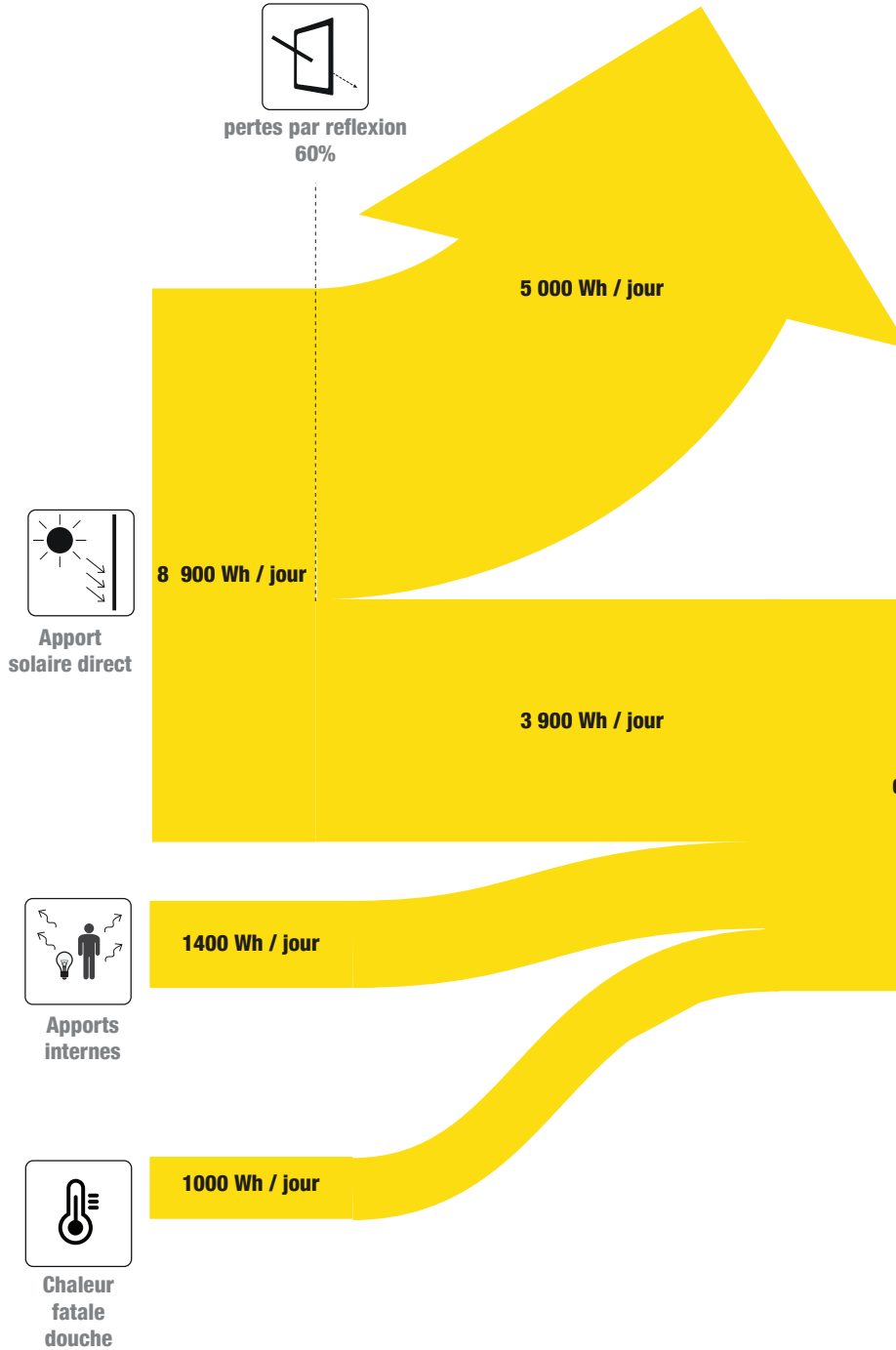


Déperditions



150 Wh / jour
Pertes

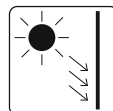
Super U



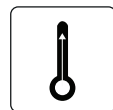
Flux de l'énergie en été

Rayonnement moyen mois de juin =
2,29KWh/m² jour

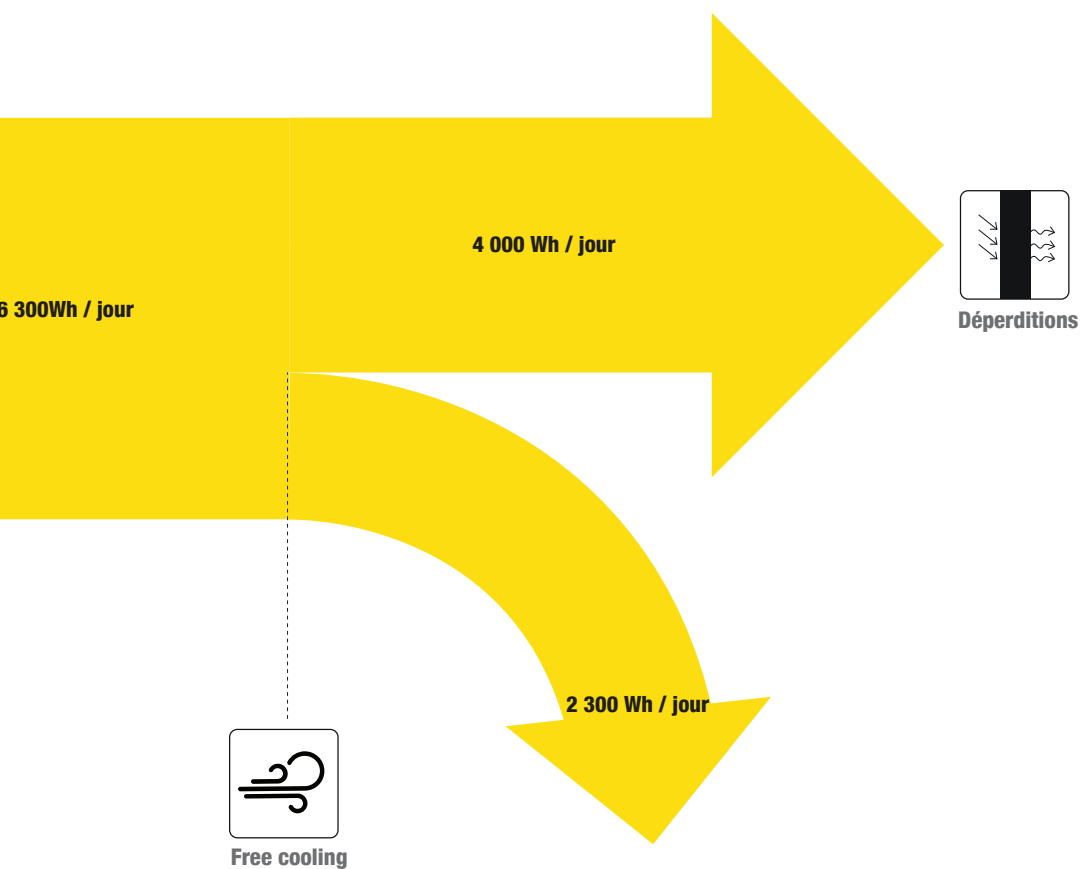
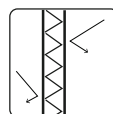
Source: CALSOL



Température moyenne mois de
juin = 17°C



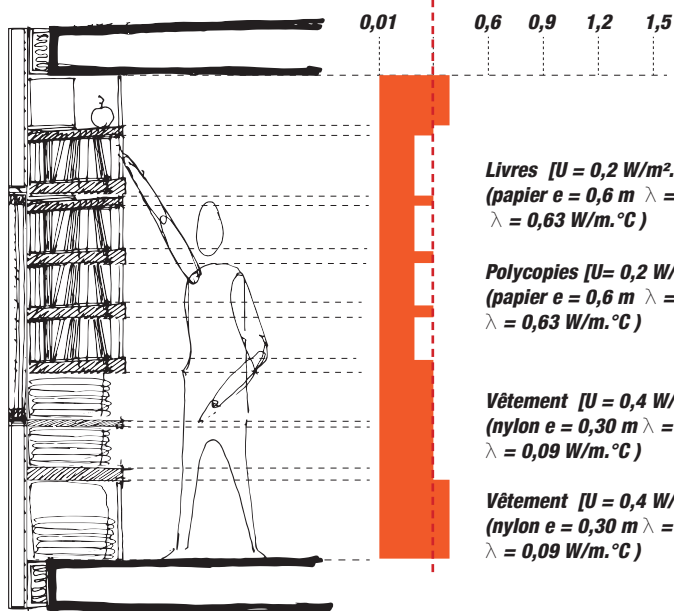
U = 0,6 W / m².°C



Super U

$U \text{ moy} = 0,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$

$U \text{ glob} = 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$



Livres [$U = 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]
 (papier $e = 0,6 \text{ m}$ $\lambda = 0,17 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$ + carton $e = 0,6 \text{ m}$
 $\lambda = 0,63 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$)

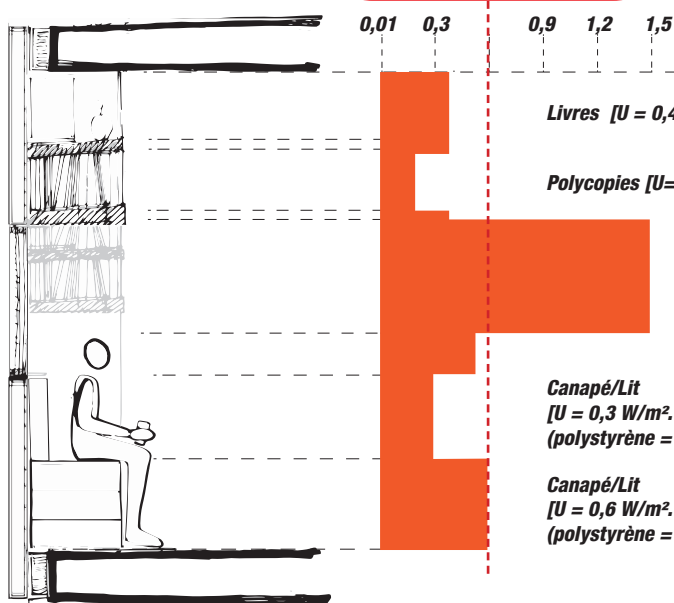
Polycopies [$U = 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]
 (papier $e = 0,6 \text{ m}$ $\lambda = 0,17 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$ + carton $e = 0,6 \text{ m}$
 $\lambda = 0,63 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$)

Vêtement [$U = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]
 (nylon $e = 0,30 \text{ m}$ $\lambda = 0,2 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$ + coton $e = 0,30 \text{ m}$
 $\lambda = 0,09 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$)

Vêtement [$U = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]
 (nylon $e = 0,30 \text{ m}$ $\lambda = 0,2 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$ + coton $e = 0,30 \text{ m}$
 $\lambda = 0,09 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$)

$U \text{ moy} = 0,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$

$U \text{ glob} = 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$



Livres [$U = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]

Polycopies [$U = 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]

Fêtrene [$e = 0,009 \text{ m}$]
 [$U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]
 (double vitrage + huisserie bois)

Canapé/Lit
 [$U = 0,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]
 (polystyrène = $0,1 \text{ m}$ $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$)

Canapé/Lit
 [$U = 0,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$]
 (polystyrène = $0,6 \text{ m}$ $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{°C}$)

Isolation réglable

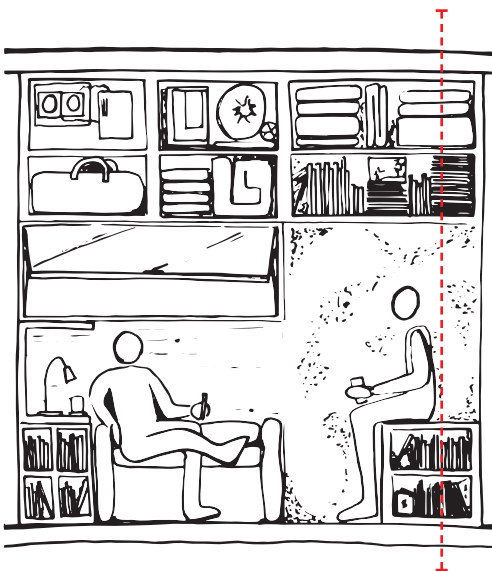


Scénario Hiver:

A l'intérieur, les caissons de rangement sont disposés derrière la façade translucide.

Le remplissage est maximisé pour optimiser l'isolation.

A l'extérieur, la paroi étanche soutient le dispositif d'isolation intérieure.



Scénario Été:

A l'intérieur, les caissons de rangement peuvent être déplacés et disposés dans la chambre.

Le remplissage est allégé pour une isolation à minima.

A l'extérieur la paroi s'ouvre pour ventiler naturellement.

Super U

Élévation intérieure hiver

Un espace cocon avec une lumière diffuse



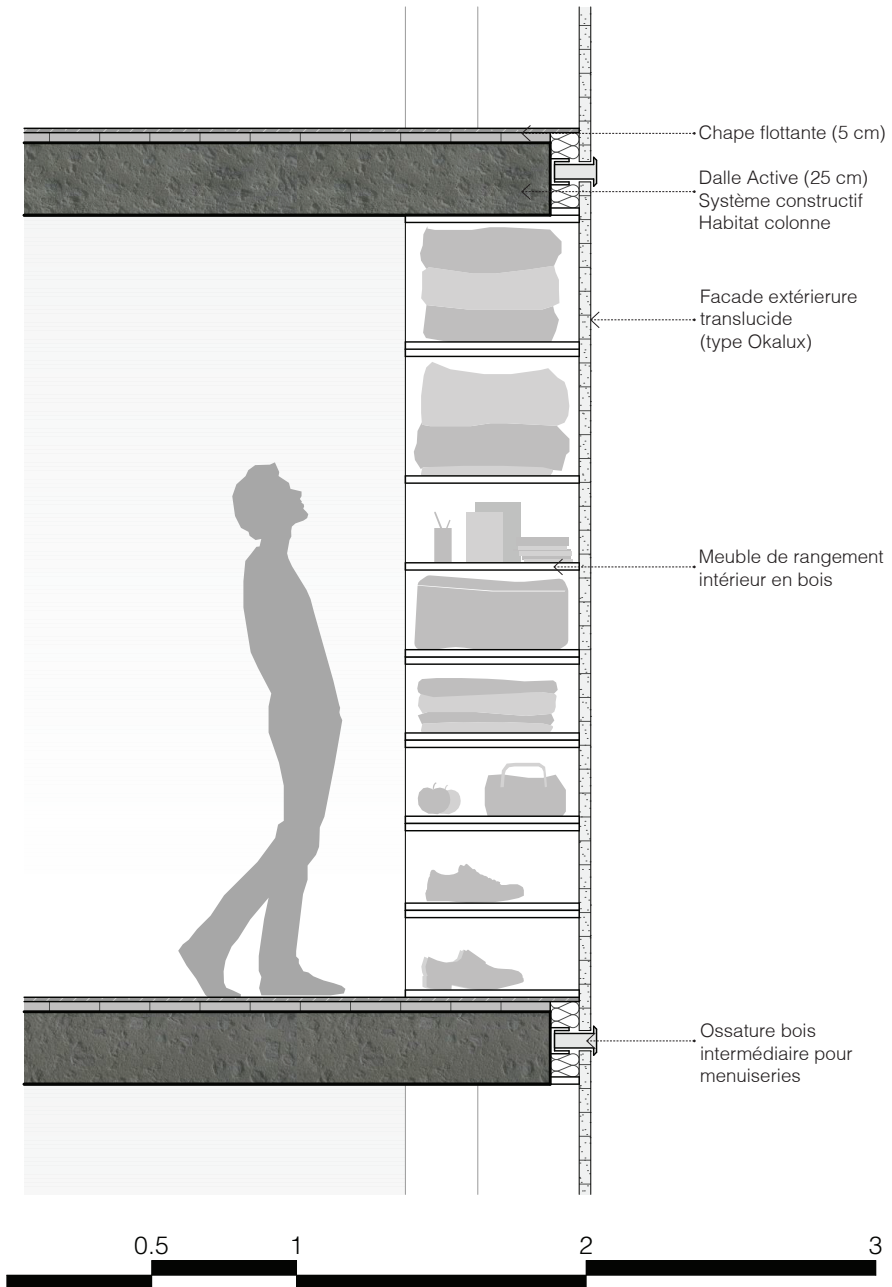
Habitabilité modulaire

Élévation intérieure été

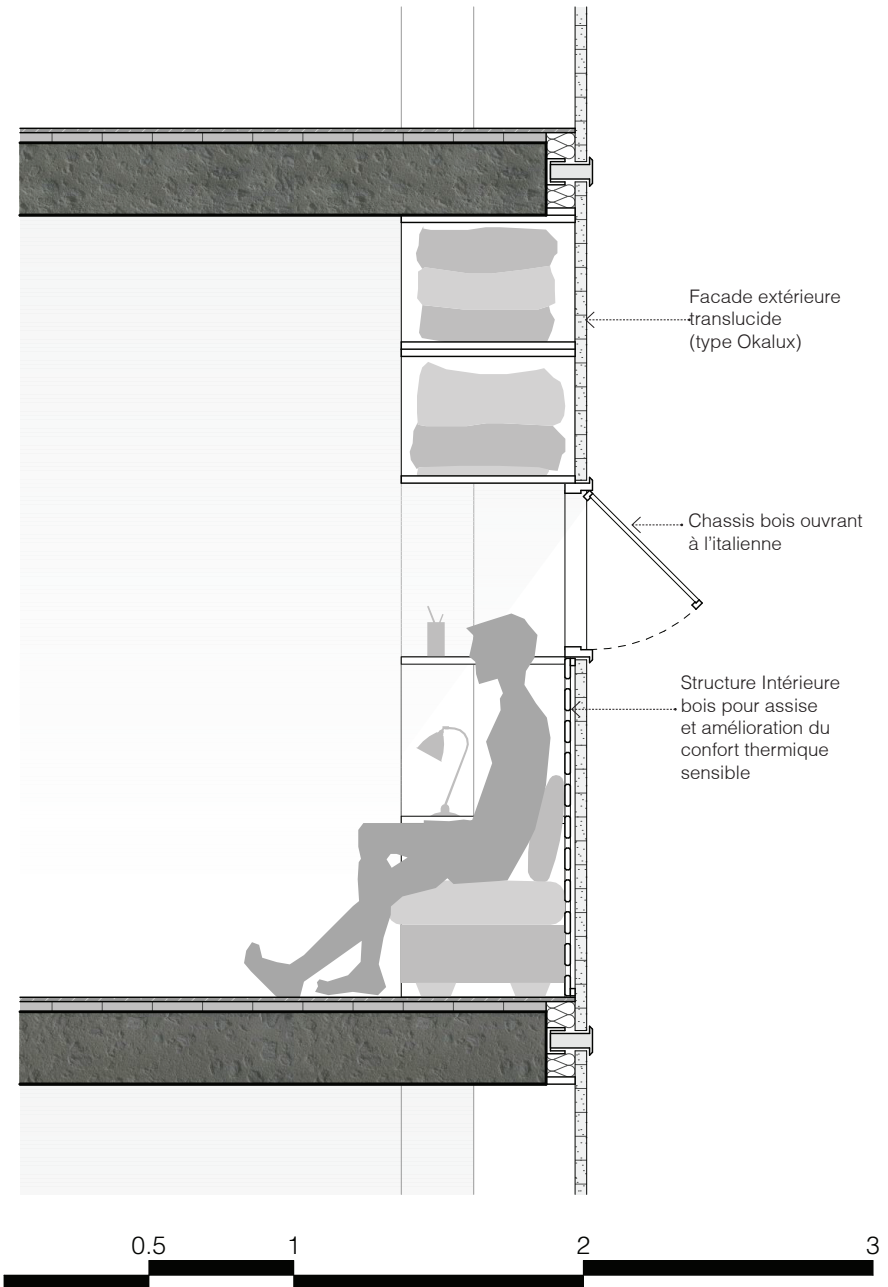
Un espace lumineux et ventilé



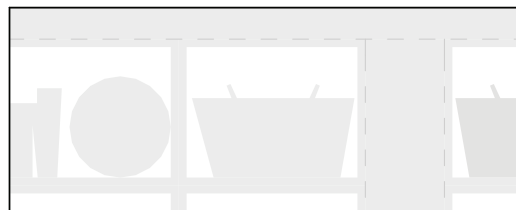
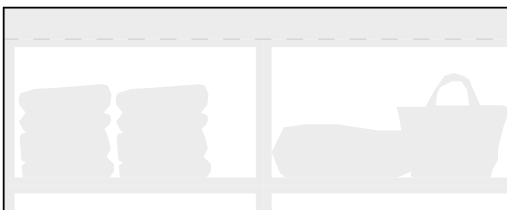
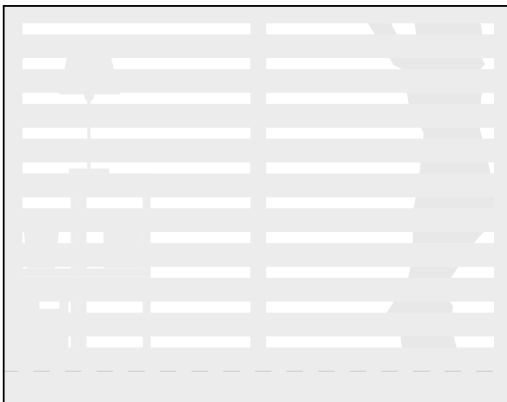
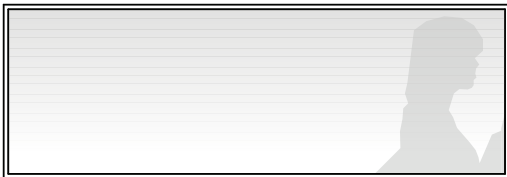
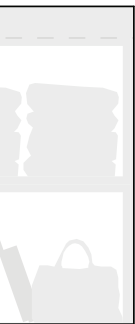
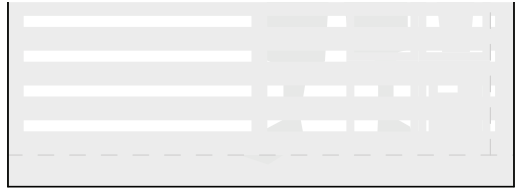
Super U



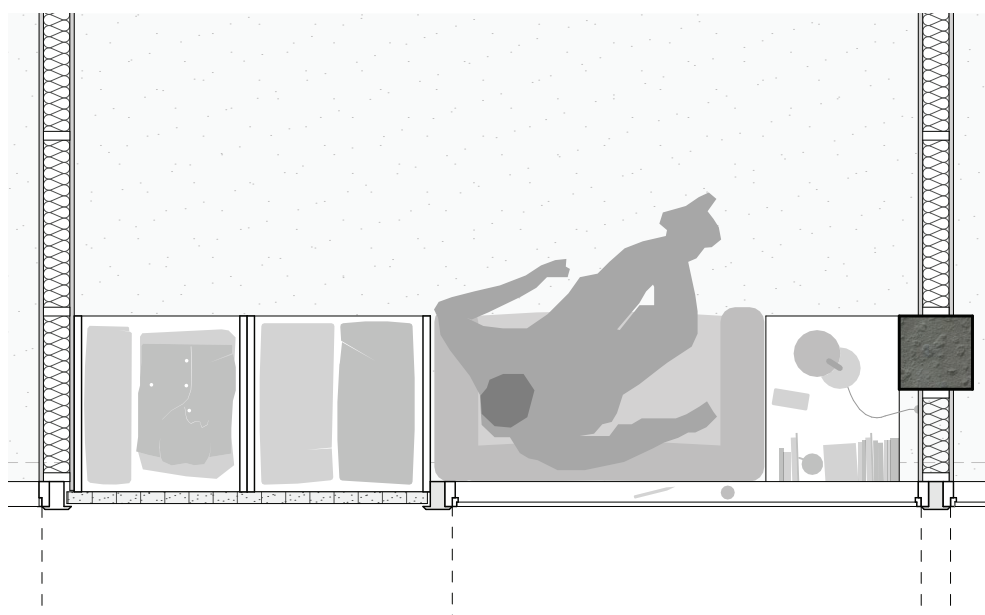
Coupes



Super U



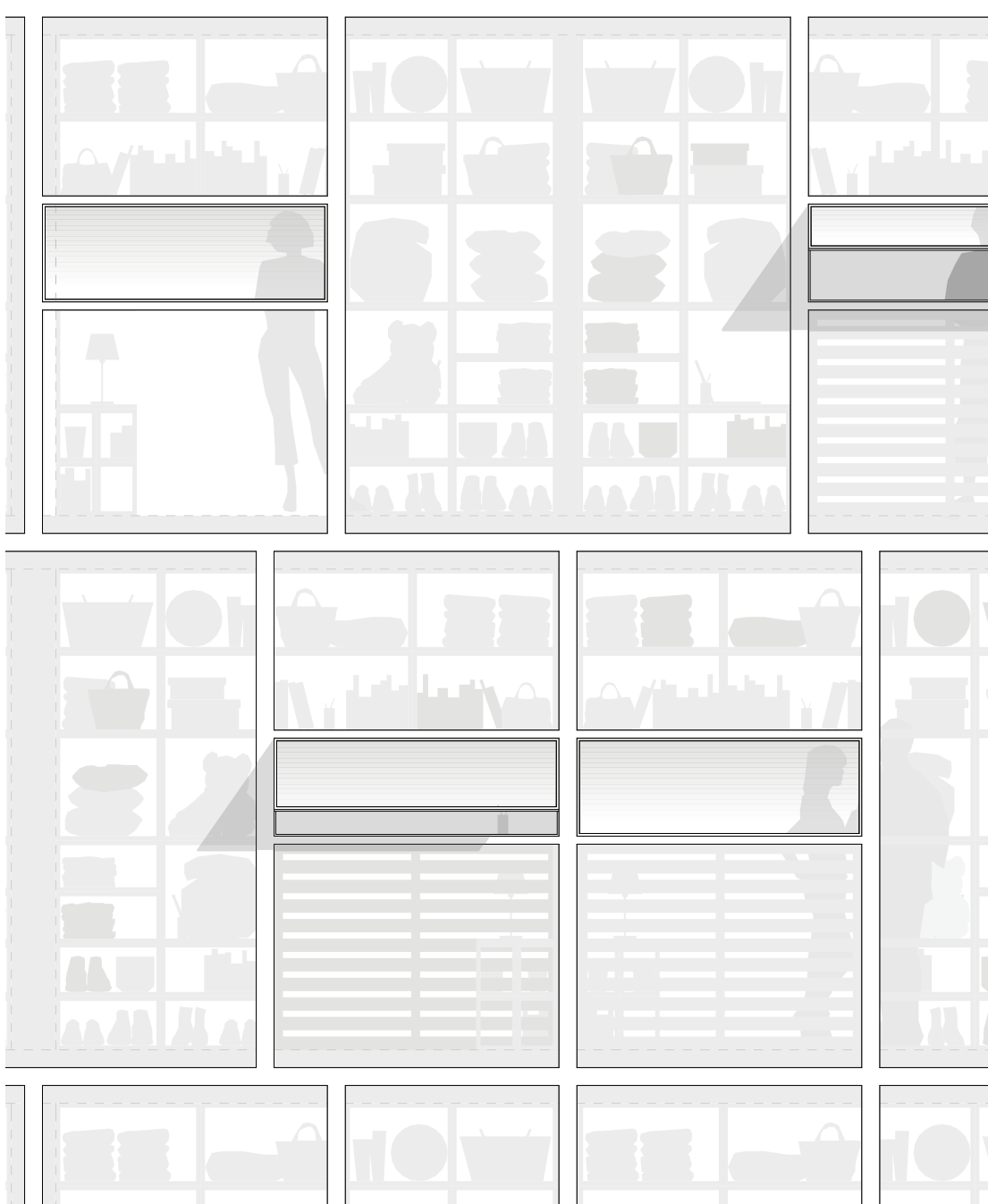
Élévation et plan de l'enveloppe



↓
N

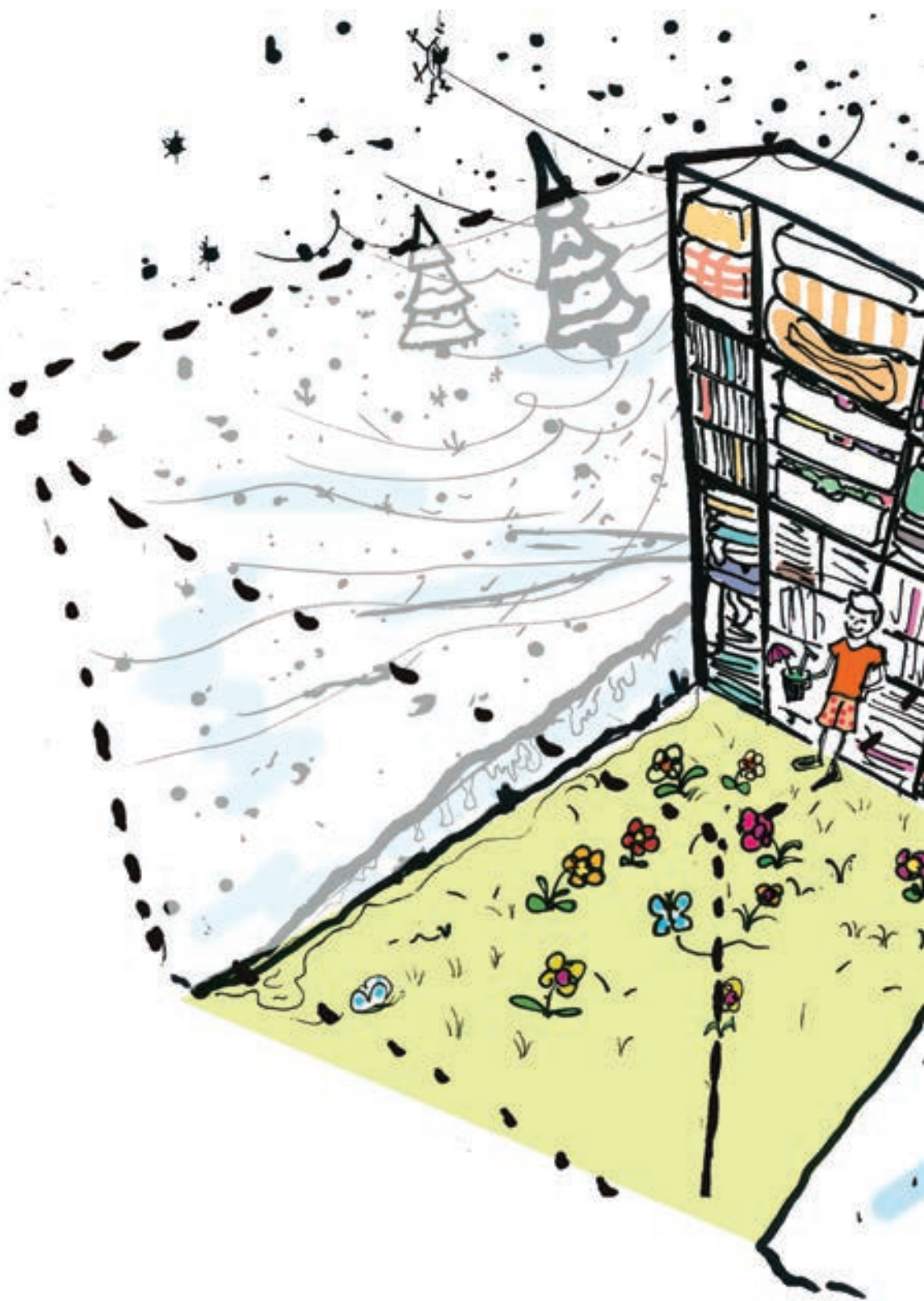


Super U



L'enveloppe dans son ensemble



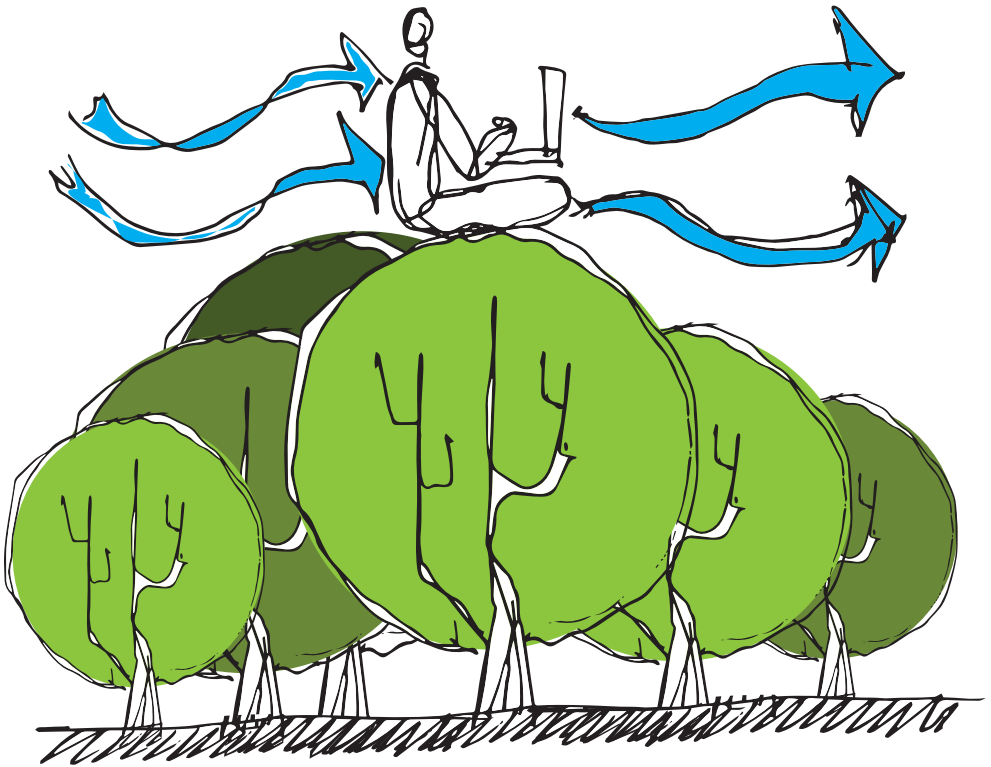
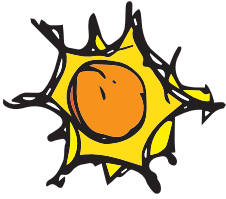








Very Open Space



Very Open Space

une façade sud pour le bureau

Comment apporter de la lumière naturelle de qualité et en quantité suffisante aux bureaux tout en les protégeant de la surchauffe



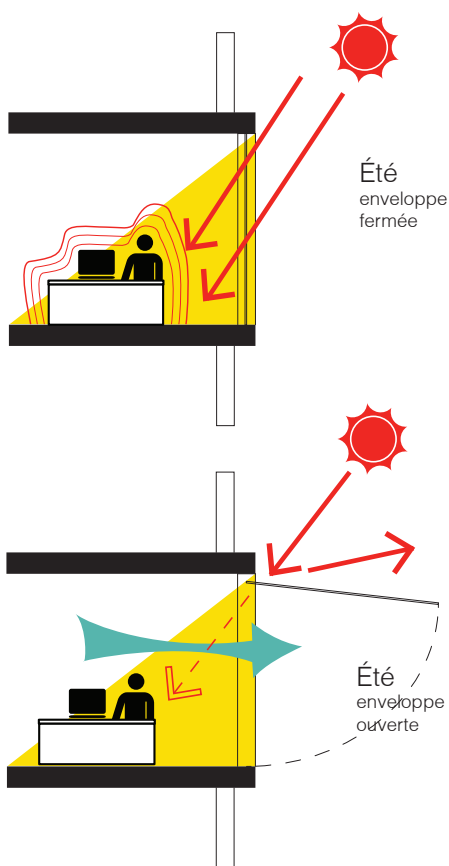
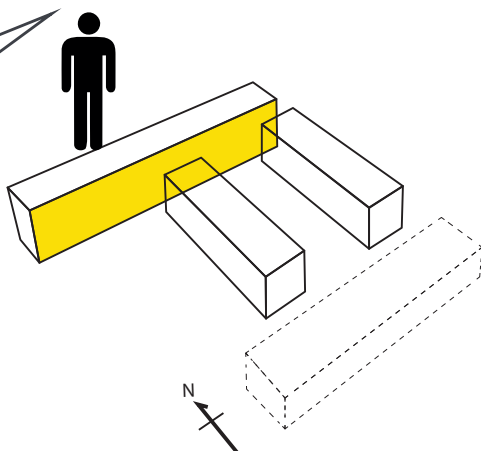
Comment atténuer les forts apports internes de chaleur pour rendre le bureau plus confortable



VeryOpenSpace

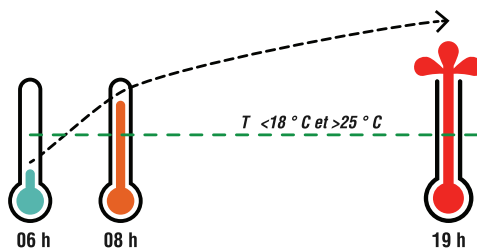
« En ce moment, je travaille en open space. Dans la journée, quand tout l'électronique et l'éclairage fonctionnent, ça dégage beaucoup de chaleur et on a vite trop chaud. En plus, les ouvertures des fenêtres sont trop petites et ne permettent pas de faire de courants d'air suffisant pour rafraîchir la pièce. Cela dit, on m'a attribué un bureau près de la façade, ça c'est génial pour regarder à l'extérieur. C'est en façade sud, alors en hiver c'est très agréable d'avoir un petit rayon chauffant sur soi, mais comme le soleil est bas, je suis ébloui tout le temps.

En fait ce qu'il faudrait, c'est pouvoir gérer tout ça en même temps... »



Comparaison de situations de la façade et confort

--- Temps de montée en température des bureaux

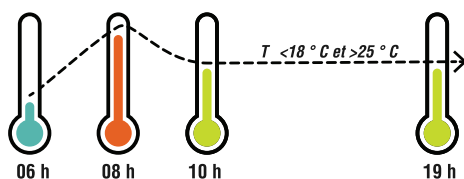


Le choix de partis de façades n'influe pas seulement sur les consommations énergétiques du bâtiment mais également sur son niveau de confort.

On distingue particulièrement:

- Le confort hygrothermique
- Le confort visuel

--- Temps de descente en température des bureaux



Se protéger du soleil tout en éclairant suffisamment

Permettre à la lumière de pénétrer sur une profondeur suffisante à l'intérieur des locaux.

Disposer d'une paroi modulable pour maintenir une lumière diffuse en toute saison, et repousser les rayonnements solaires directs en été.

Se rafraîchir en ventilant naturellement

Éviter les excès de chaleur dus aux apports internes (appareils électriques, éclairage, métabolisme des occupants). Permettre une ventilation modulable en toute saison et pour toutes conditions. Par conséquent, l'isolation apportée par l'enveloppe peut être modulaire.

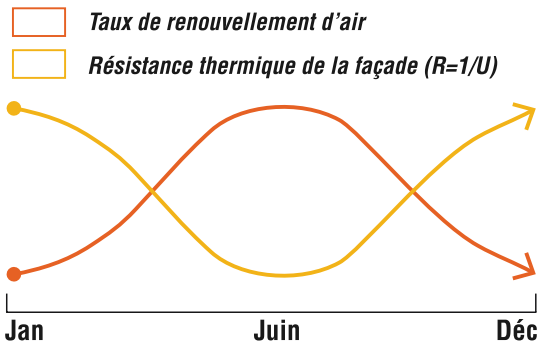
Le calcul montre qu'un $U = 6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$. suffit.

Consignes de confort

300 Lux
Luminosité

Température
T (18°-25°)
Max

1 v/h Taux de renouvellement d'air



Taux de renouvellement d'air annuel comparé à la résistance thermique de la façade. La relation est inversement proportionnelle.

L'enveloppe joue donc le rôle d'un filtre perméable à l'air et à la lumière, dont la position est interchangeable selon les situations climatiques et le confort souhaité.

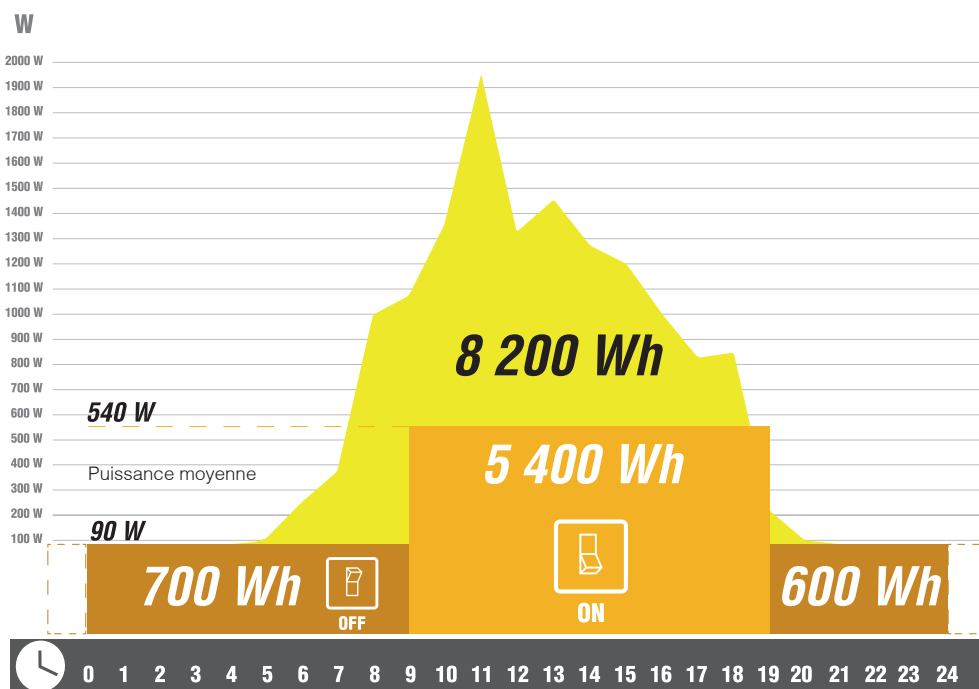
* U = Coefficient de transmission thermique surfacique.

VeryOpenSpace

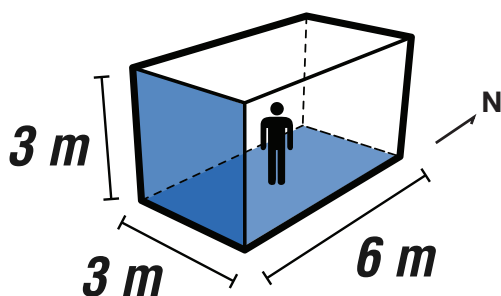
*Apports Internes moyens :

ON = (2 PC @ 110 W + 2 pers @ 80 W + puissance d'éclairage @ 50%) = 30 W/m²

OFF = 5 W/m² (appareils en veille)



Éprouvette d'étude 54 m³



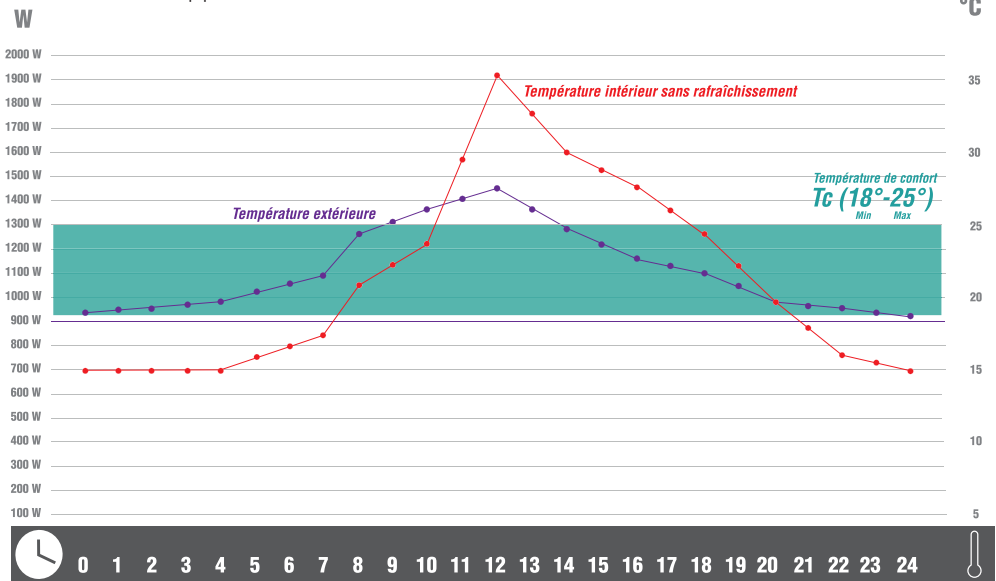
- Apports solaires
- Apports internes ON
- Apports internes OFF

Principe énergétique

Comparaison des apports et besoins énergétiques 21 Juin

Sur le temps de travail de cette journée type, le cumul des apports internes et des apports solaires dans un bureau peu ventilé induit un grand pic de chaleur. Les températures sont alors bien supérieures aux températures de confort usuelles (18°-25°) et les besoins de rafraîchissement deviennent conséquents.

Lorsque la température de l'air extérieur dépasse la limite supérieure de la température de confort, la convection due au léger mouvement d'air apporte une sensation de confort.



13 600 Wh



OFF







ON



OFF

**Besoins de
rafraîchissement**

-  Besoins de rafraîchissement
-  Température de confort
-  Température extérieure
-  Température intérieure sans rafraîchissement

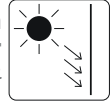
VeryOpenSpace



Flux de l'énergie en été

Jour d'été moyen / bureau occupé 8 - 19 hrs

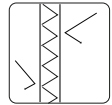
Rayonnement moyen mois de juin
= 2,29 KWh/m² jour
Source: CALSOL



Température moyenne mois de juin
= 17°C



U = 2,1 W / m².°C



13 600 Wh / jour

13 600 Wh / jour



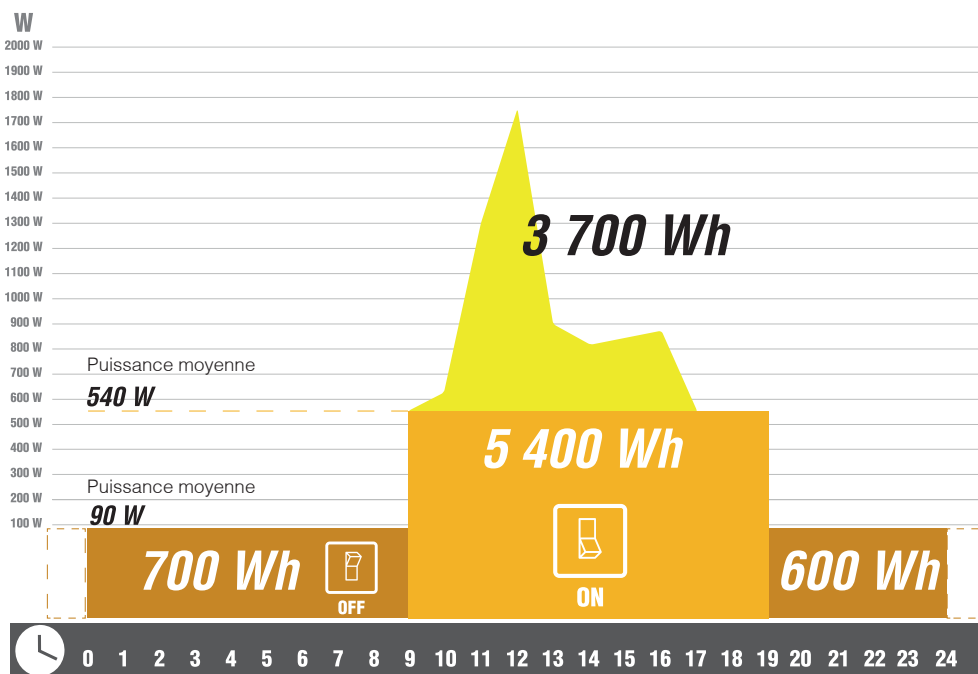
Free
cooling

VeryOpenSpace

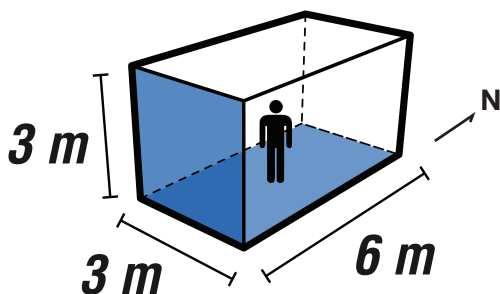
*Apports Internes moyens :

$$ON = (2 \text{ PC @ } 110 \text{ W} + 2 \text{ pers @ } 80 \text{ W} + \text{ puissance d'éclairage @ } 50\%) = 30 \text{ W/m}^2$$

$$OFF = 5 \text{ W/m}^2 \text{ (appareils en veille)}$$



Éprouvette d'étude **54 m³**



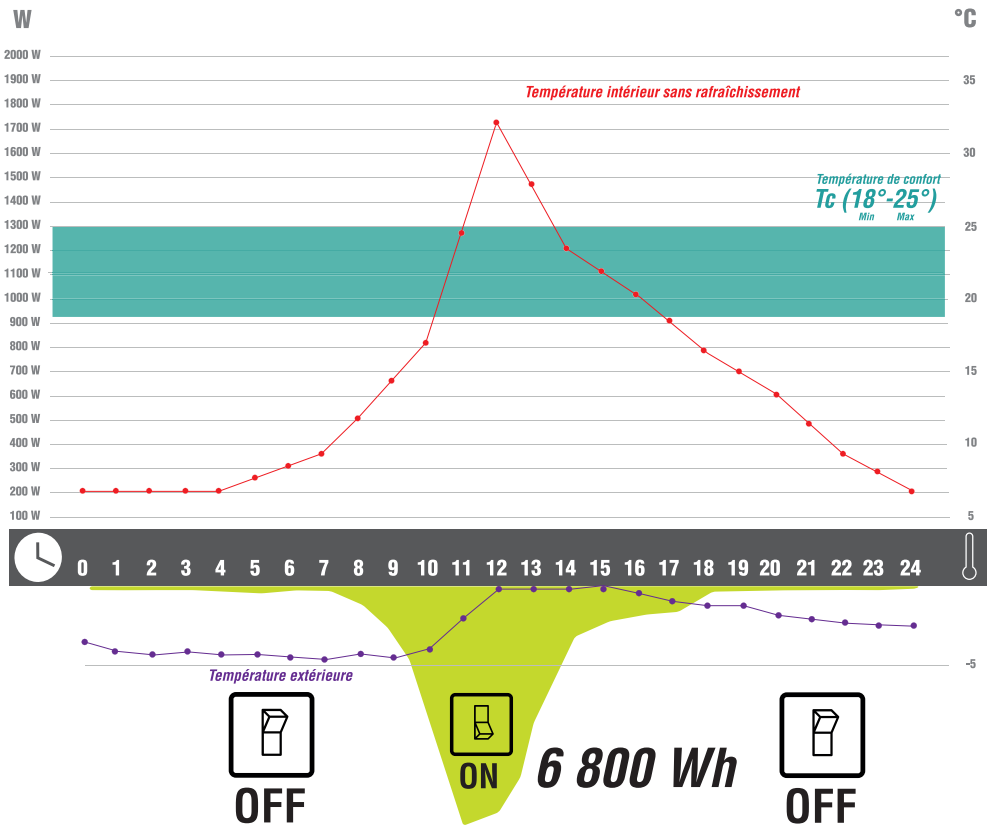
- Apports solaires
- Apports internes ON
- Apports internes OFF

Principe énergétique

Comparaison des apports et besoins énergétiques 21 Décembre

Sur le temps de travail de cette journée type, le cumul des apports internes et des apports solaires sont inférieurs à ceux d'été. Les phénomènes de surchauffe sont moins importants mais si les bureaux ne sont pas suffisamment ventilés entre 11 h et 14 h, la température intérieure peut une fois encore dépasser la température de confort indicative.

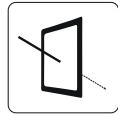
Même les mois les plus froids de l'année nécessitent un rafraîchissement non négligeable, que rendrait possible une flexibilité des ouvertures en façade.



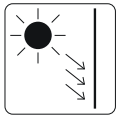
- Besoins de rafraîchissement
- Température de confort
- Température extérieure
- Température intérieure sans rafraîchissement

Besoins de rafraîchissement

VeryOpenSpace



Pertes par
reflexion 60%



Apport
solaire
direct

9 300 Wh / jour

5 600 Wh / jour

3 700 Wh / jour



Apports
internes

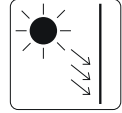
5 400 Wh / jour

Flux de l'énergie en hiver

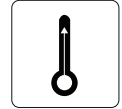
Jour d'hiver moyen / bureau occupé 8 - 19 hrs

Rayonnement moyen mois de décembre
= 1,04 KWh/m² jour

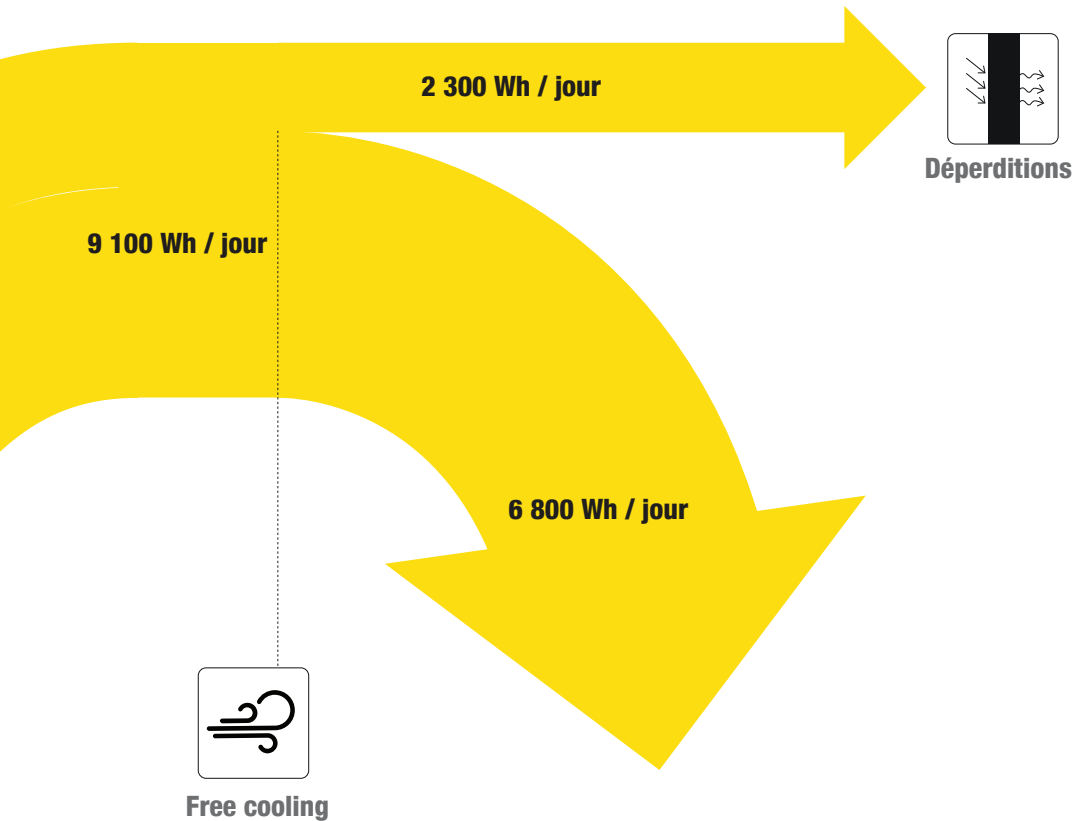
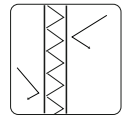
Source: CALSOL



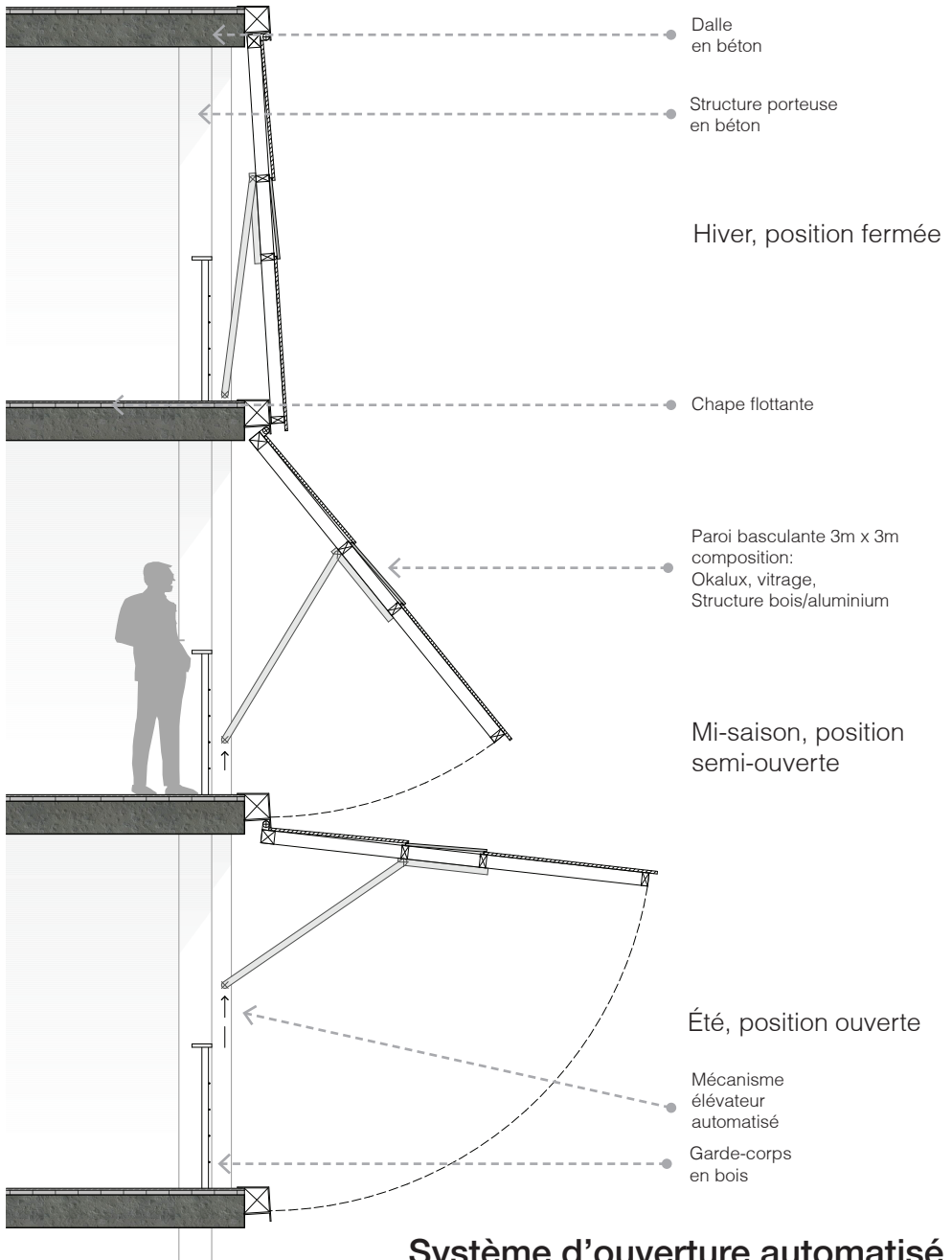
Température moyenne mois de
décembre = 5°C



U = 2,1 W / m².°C

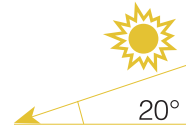
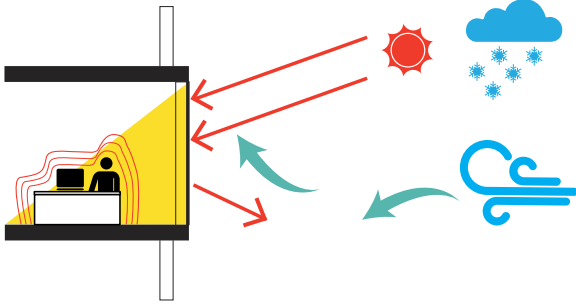


VeryOpenSpace

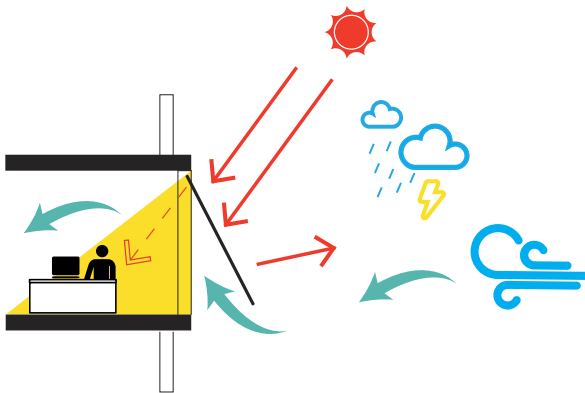


Système d'ouverture automatisé

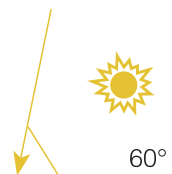
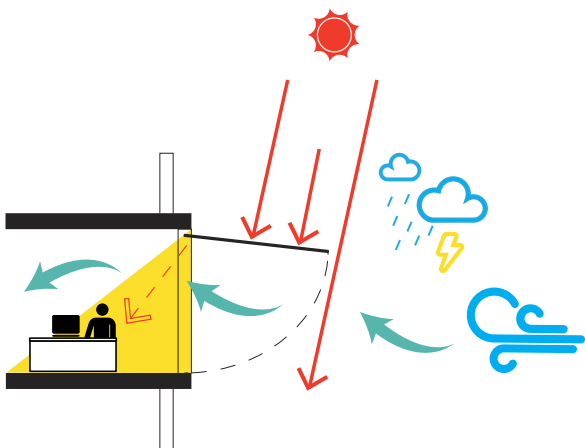
Coupes et schémas de fonctionnement



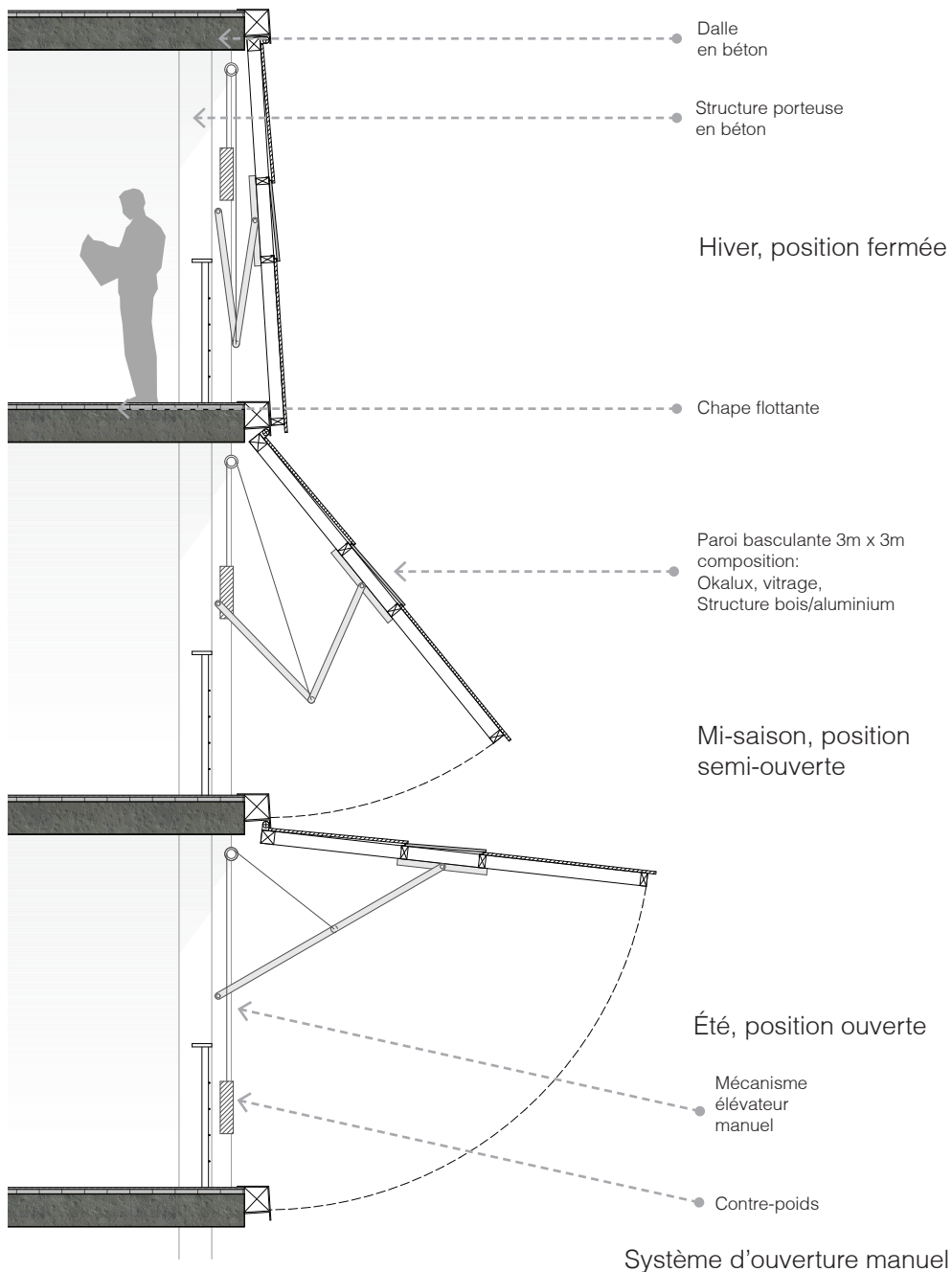
Cette solution constructive apporte un confort visuel car la façade apporte de la lumière naturelle diffuse. De plus, elle permet de moduler les conditions de confort des occupants en jouant sur son degré d'ouverture en fonction des saisons. Le système offre aussi une protection contre les apports solaires directs.



Le confort thermique des occupants est amélioré par le renouvellement d'air naturel contrôlé. Cette enveloppe rend inutile tout système de climatisation.



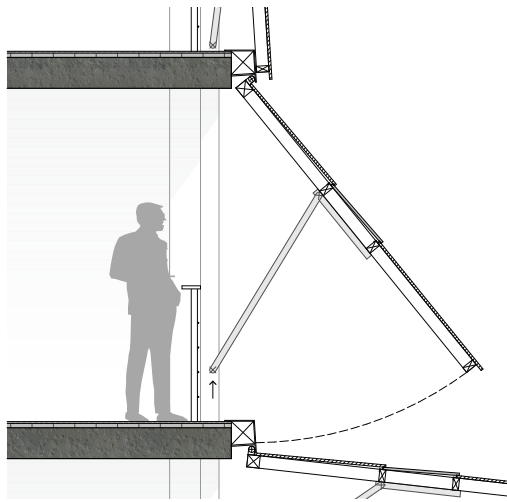
VeryOpenSpace



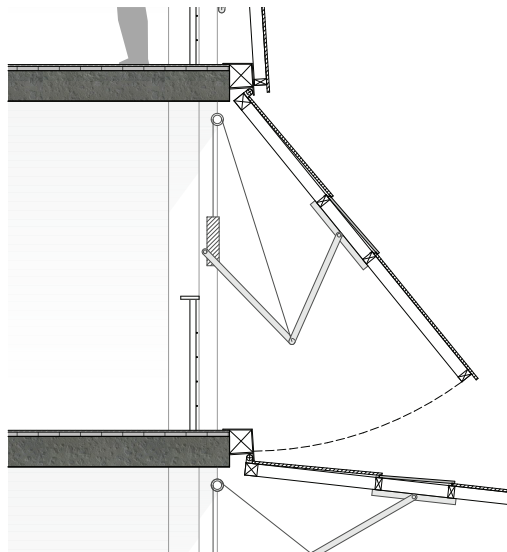
Coupes et mécanismes

Deux solutions mécaniques de réalisation ont été envisagées. La première est automatisée par une gestion centralisée. La deuxième solution opérée manuellement par les utilisateurs sans besoin d'un système électromécanique.

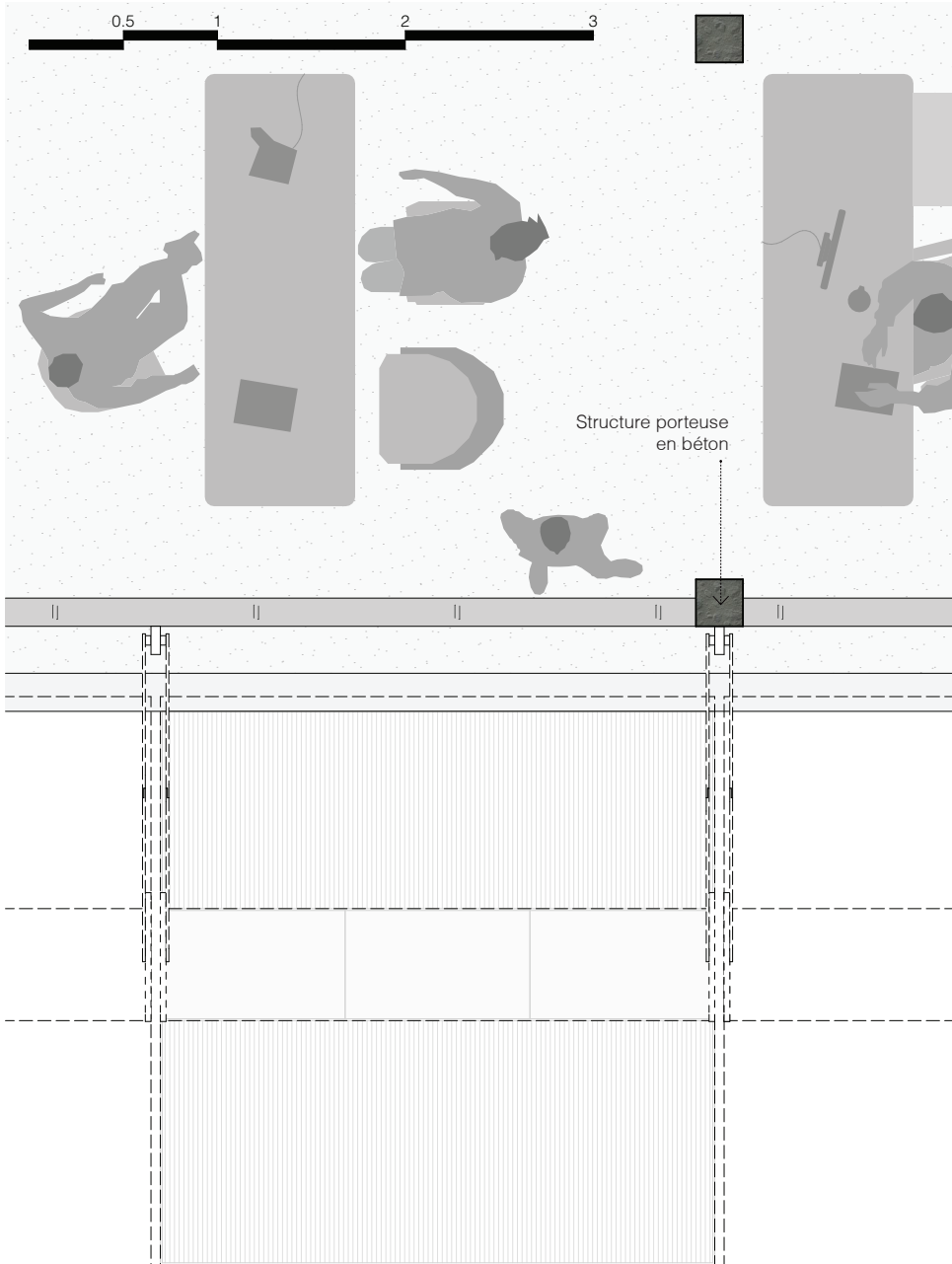
Système d'ouverture automatisé



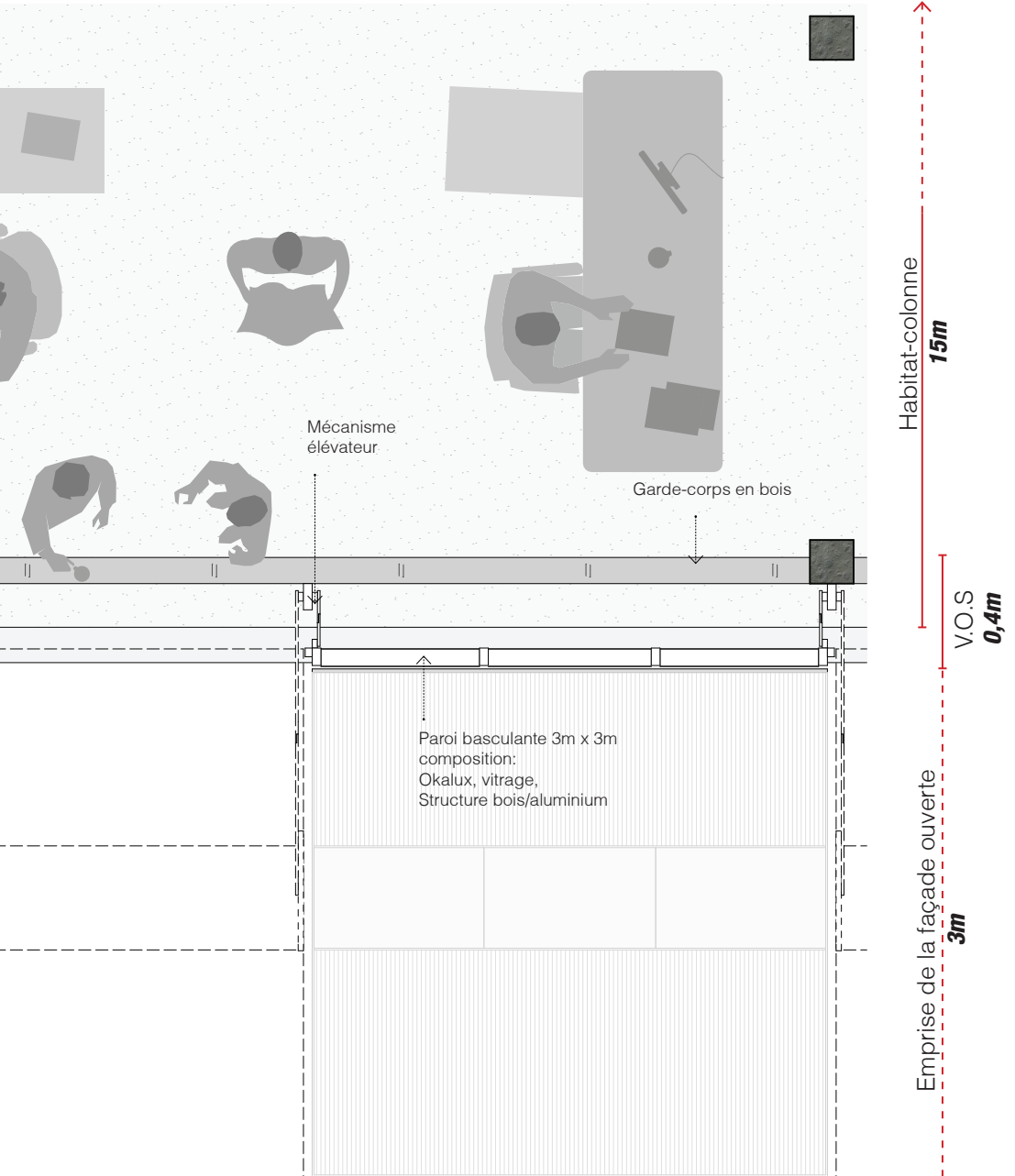
Système d'ouverture manuel



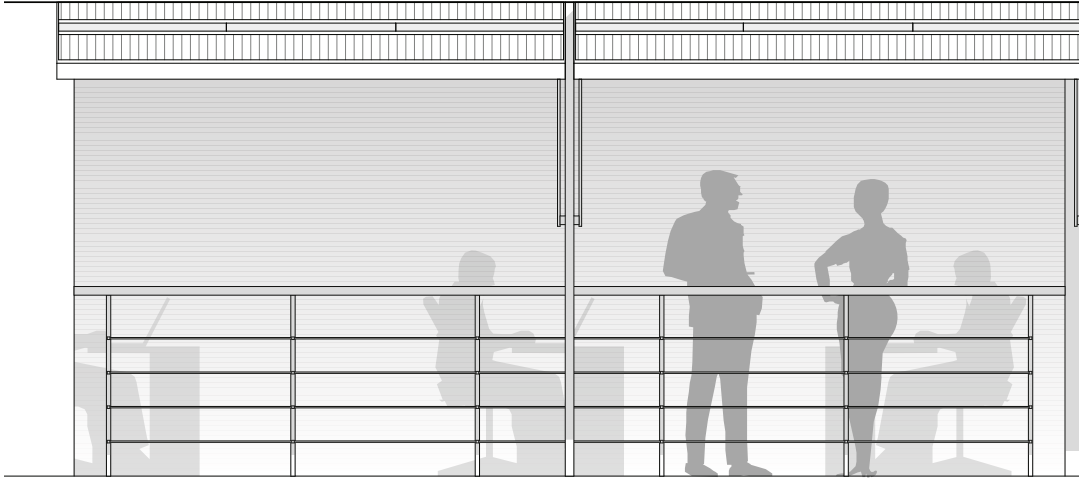
VeryOpenSpace



Plan

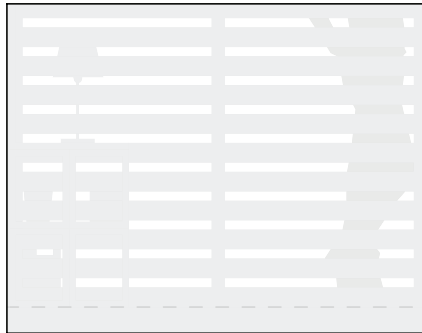
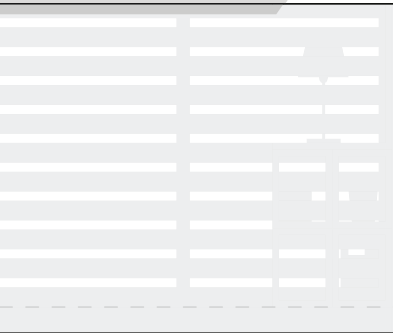
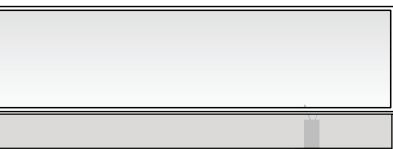
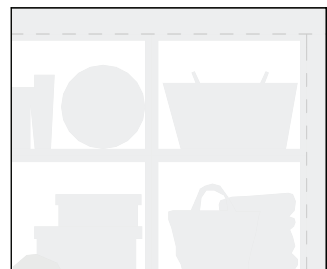
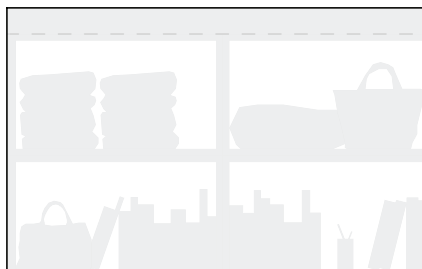
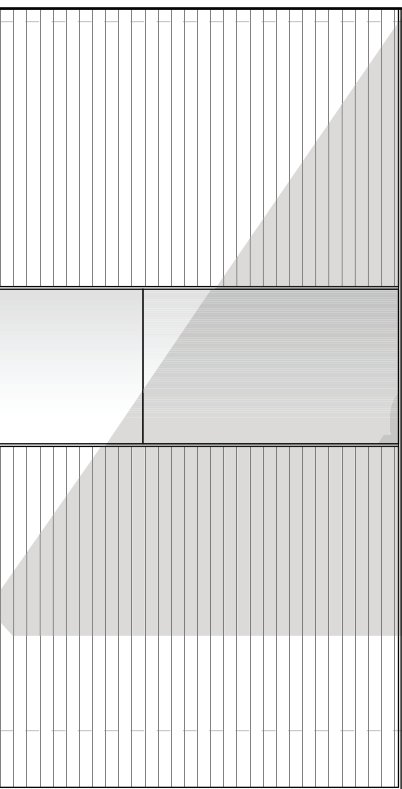


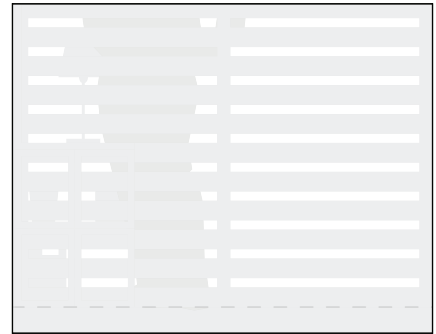
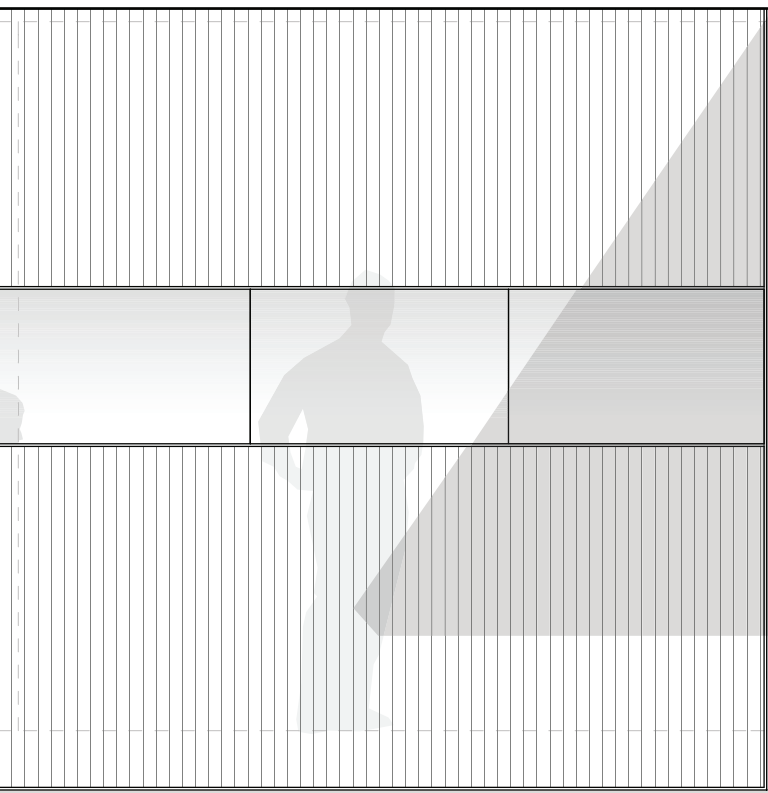
VeryOpenSpace

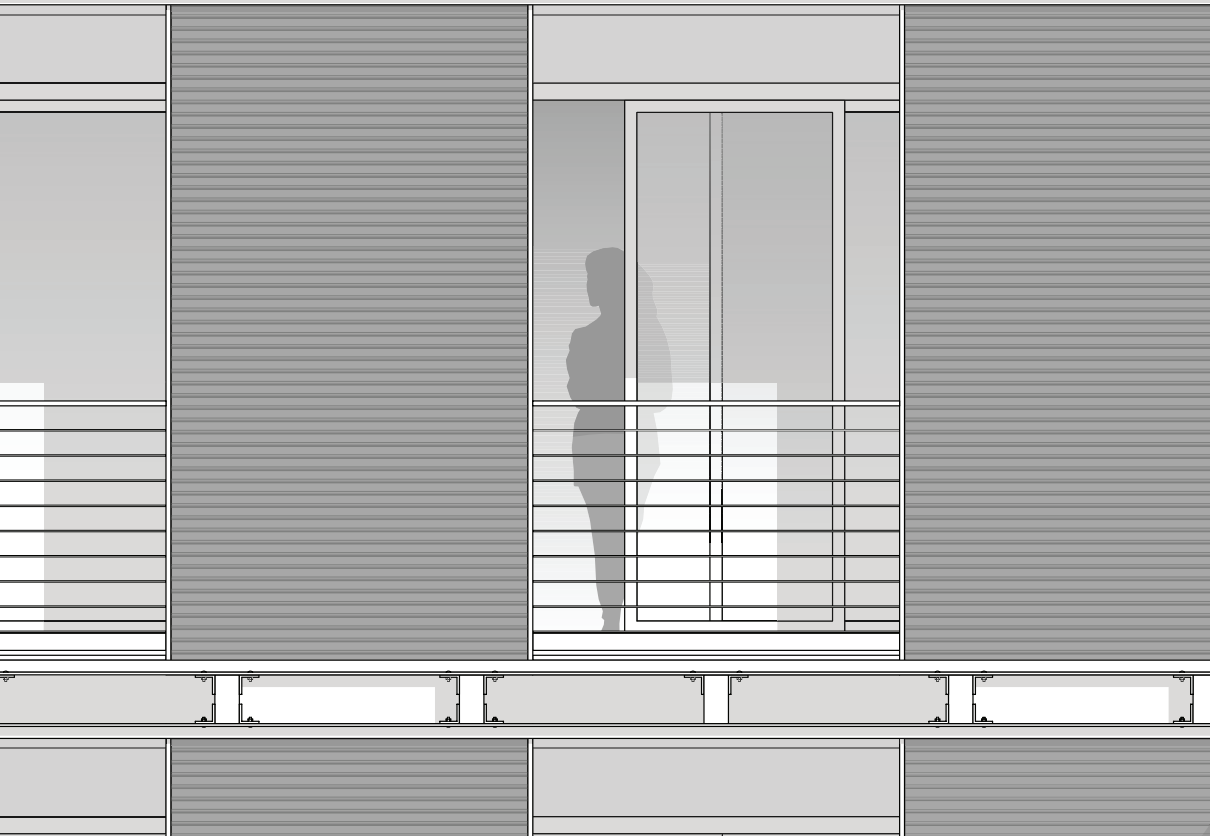
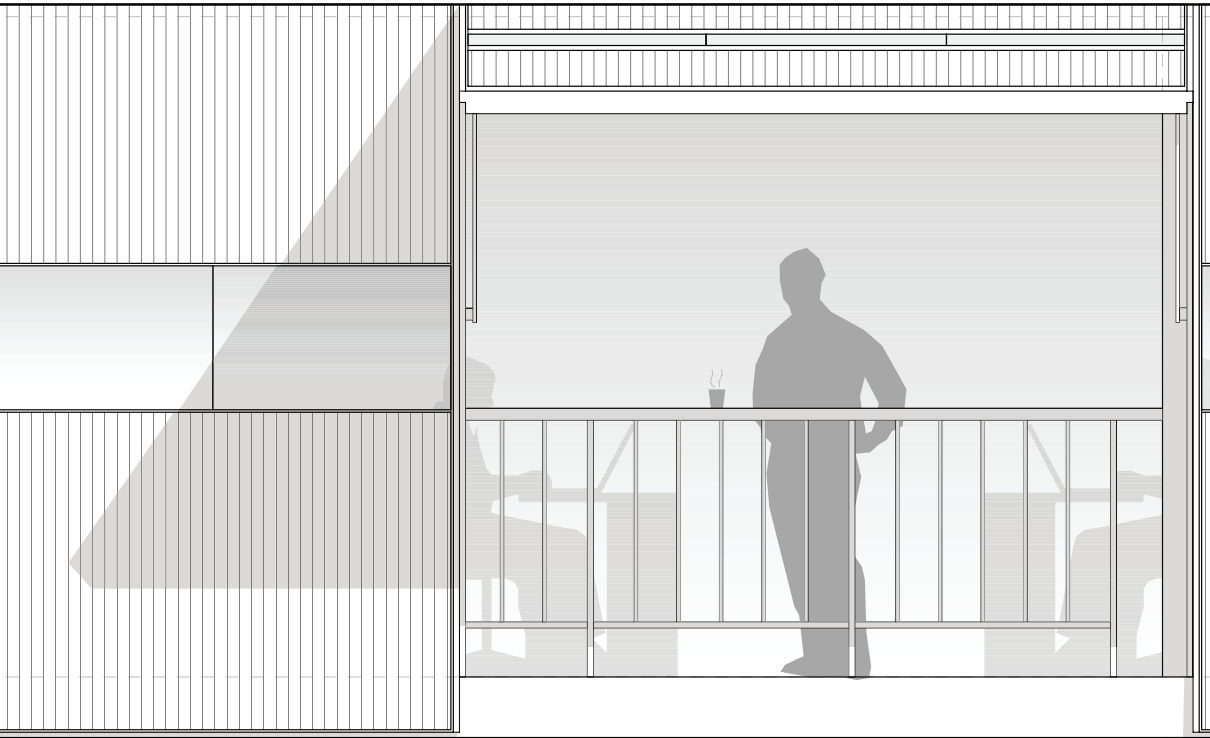
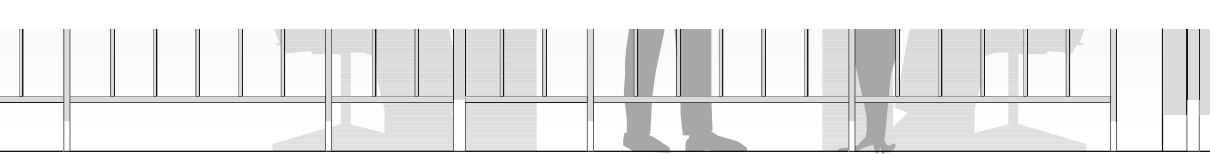


Elevation











Conclusions

Conclusions

Notre travail sur l'enveloppe a procédé par un filtre de choix de cas particuliers parmi une multitude de possibles. Les délais impartis n'ont pas permis de traiter les grandes questions qu'elle sous-tend. Cette étude permet d'ouvrir sur des résolutions architecturales et techniques diverses.

A travers l'étude, nous avons pu observer à quel point le travail sur les enveloppes rencontre d'autres aspects du projet architectural et inversement comment les propositions d'enveloppes peuvent rétro-agir sur des arbitrages de projet.

A cet égard, nous proposons ici plusieurs pistes de réflexions autour d'enjeux énergétiques qui vont au-delà de l'enveloppe mais qui y sont liées.

- Comment l'organisation programmatique pourrait permettre un optimum énergétique ?

Au logement correspond le plus grand besoin solaire, naturellement il s'oriente vers le sud et ne souffre pas de masques.

Au bureau correspond le plus grand risque de surchauffe, naturellement son exposition est au nord et dans d'autres orientations, des masques le protègent en été.

La coexistence des deux fonctions au sein d'un même bâtiment appelle une mutualisation énergétique, qui répond à des besoins complémentaires décalés dans l'espace (orientation évoquée ci-dessus) et le temps (horaires d'occupation).

- En quoi la morphologie pourrait être plus bioclimatique ?

La composition actuelle du bâtiment induit des masques d'un bâtiment sur l'autre, ceux-ci peuvent être optimisés par une meilleure protection solaire en été ou au contraire par une meilleure collecte en hiver.

De même l'interaction entre composition globale et comportement aéraulique, pourrait être approfondie dans l'optique d'une meilleure gestion du vent et de la ventilation, à la fois pour le bâtiment et les espaces qui l'entourent.

- Quelle rationalisation, optimisation dans la composition de la façade ?

L'étude n'a pas atteint un niveau de développement suffisant pour traiter de la recyclabilité ou du réemploi dans la construction des dispositifs

Conclusions

d'enveloppe.

Une rationalisation constructive des process pourrait s'imaginer à partir de la définition d'un « kit of part » commun à chaque dispositif constructif proposé. Ceci faciliterait la conversion d'un programme à l'autre et contribuerait également à une plus grande cohérence architecturale.



Quelles questions liées à l'usage ouvre-t-on avec l'enveloppe ?

L'étude n'a pas traité les circulations, espaces communs, et commerces ; comment ces nouvelles problématiques influenceraient-elles sur les projets futurs ?

Les fonctions abritées dans l'enveloppe, douche ou rangements par exemple, génèrent-elles des gains d'espace au niveau du logement ou de nouveaux usages ?

De même dans quelle mesure, une proposition contribue-t-elle au caractère pédagogique et démonstratif du projet ?



Quels autres aspects environnementaux seraient envisageables dans l'enveloppe ?

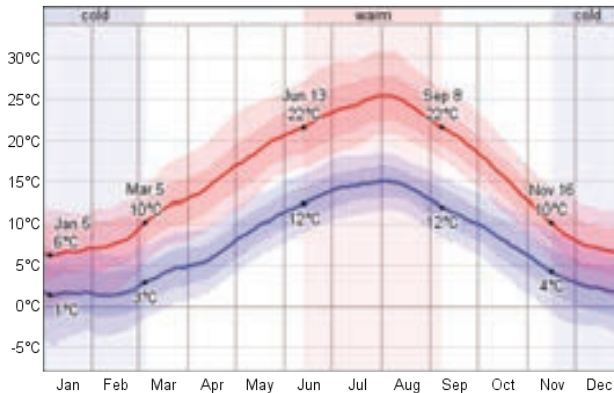
Beaucoup semble-t-il, à titre d'exemple on peut mentionner : la biodiversité, la gestion des cycles de l'eau, une production végétale intégrée...

Annexes

Annexes

Température haute et basse quotidienne

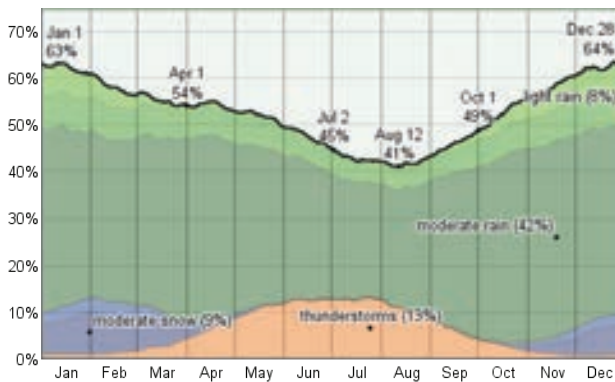
Source: weatherspark.com.



La saison chaude s'étend du 13 juin au 8 septembre avec une température maximale moyenne journalière supérieure à 22 °C. La saison froide dure du 16 novembre au 5 mars avec une température maximale moyenne inférieure à 10 °C.

Probabilité des précipitations

Source: weatherspark.com.

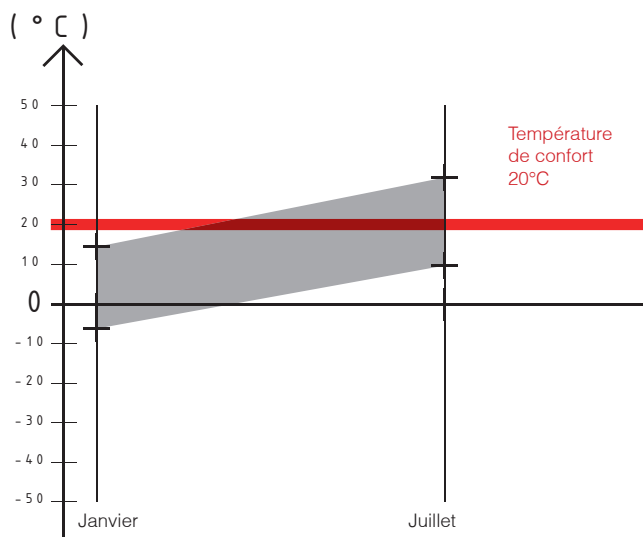


Les formes les plus courantes de précipitations sont la pluie modérée et la pluie légère.

Climat : données complémentaires

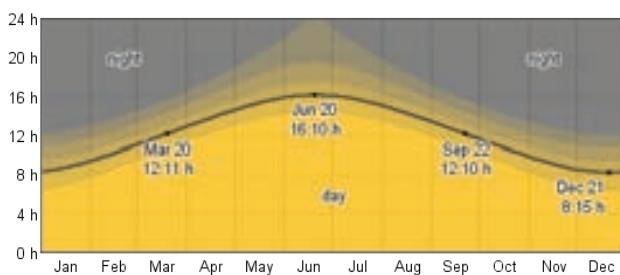
Amplitudes de températures annuelles : mois le plus froid et mois le plus chaud

Source: weatherspark.com.



Heures de lumière du jour et crépuscule

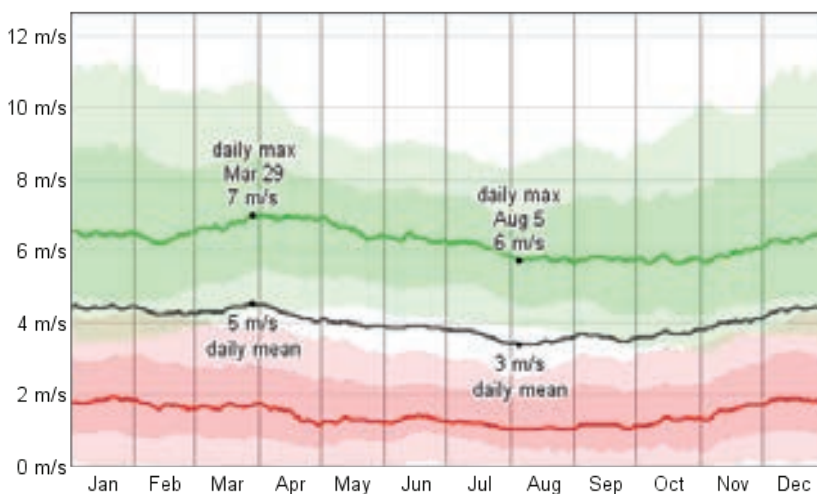
Source: weatherspark.com.



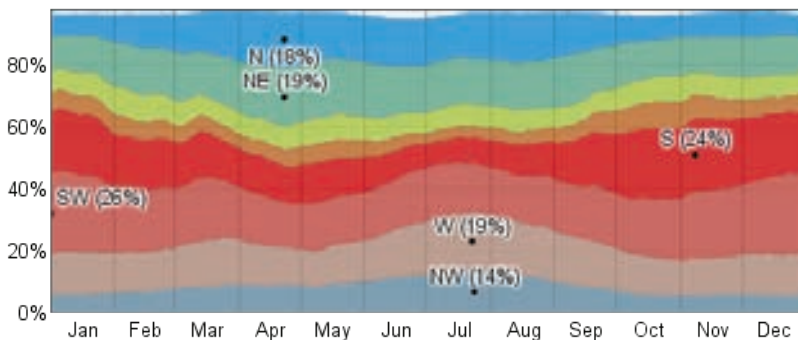
La longueur du jour varie de façon significative au cours de l'année. Le jour le plus court est le 21 décembre avec 8:15 h de jour et le plus long est le 20 juin avec 16:10 h de jour.

Annexes

Climat : données complémentaires



Vitesse du Vent
Source: weatherspark.com.



Fraction du temps passé avec différentes directions de vent
Source: weatherspark.com.

La plus haute vitesse moyenne du vent est de 5 m/s, elle se produit aux environs du 29 mars, date à laquelle la vitesse moyenne maximale du vent est de 7 m/s.

La plus faible vitesse moyenne du vent est de 3 m/s, elle se produit aux environs du 5 août, date à laquelle la vitesse moyenne quotidienne maximale du vent est de 6 m/s.

Annexes




Source : Conseil Général de Seine-et-Marne [Indicateur Lben]

Niveaux sonores

 **60-65 Db**

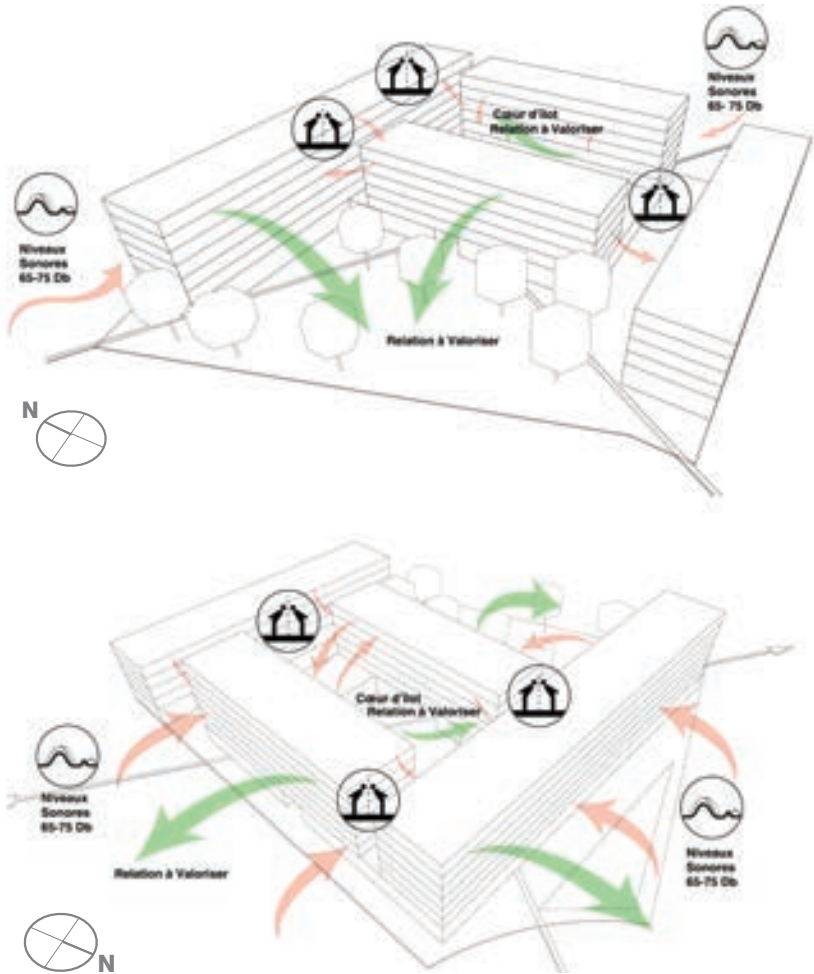
 **65-70 Db**

 **70-75 Db**

La proposition pour l'implantation du futur bâtiment contribue à favoriser, par un effet de coupure sonore, des espaces calmes avec la constitution d'un cœur d'îlot préservé.

La façade Nord est à considérer comme potentiellement bruyante dans l'hypothèse d'une intensification du trafic.

Cartographie : acoustique, vis à vis



A la jonction des différents corps de bâtiment ainsi qu'à l'intérieur de l'îlot, les vis-à-vis sont à maîtriser.

Un fort potentiel de rapport au paysage peut être valorisé, à la fois au coeur de l'îlot mais aussi vers le bois de la Haute Maison.

Annexes

Potentiel énergétique par orientations

Méthodologie expérimentale

Afin de cerner au mieux les enjeux des orientations et des programmes, nous avons soumis une série d'éprouvette virtuelles à des simulations thermiques sous le logiciel CASAnova.

Six éprouvettes ont été utilisées : logement mono-orienté Nord, Sud, Est, Ouest et bureau traversant Nord-Sud et Est-Ouest.

Deux périodes d'études ont été considérées: une période chaude d'avril à octobre et une période froide d'octobre à avril.

La période chaude a été simulée en ventilation naturelle, la période froide en ventilation mécanique avec 80% de récupération de chaleur. Les paramètres fixes sont le U moyen des parois, et les apports internes.

En période froide, nous avons fait varier la fraction vitrée de 30% à 100% pour observer la variation des besoins de chaud.

En période chaude, nous avons fait varier le taux d'occultation de 0% à 100% pour observer la variation des besoins de froid.

Les amplitudes observées permettent de dégager un enjeu principal relatif à chaque cas de figure, à savoir besoin de chaud ou besoin de froid.

Elles permettent également de proposer des recommandations de conception quantifiées sur les variables étudiées, et ce sous la forme de valeurs minimales et maximales conseillées.

La définition des enjeux et les recommandations qui en découlent constituent donc un point d'entrée dans le projet architectural et son développement.

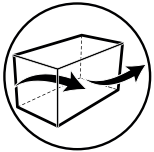
Annexes



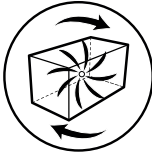
Bureau

Paramètres Variables

Type de Ventilation



Ventilation Naturelle



VMC Double Flux



Fraction Vitrée



Taux d'occultation



U moyen



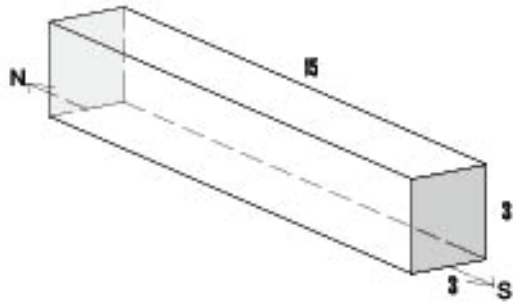
Facteur solaire



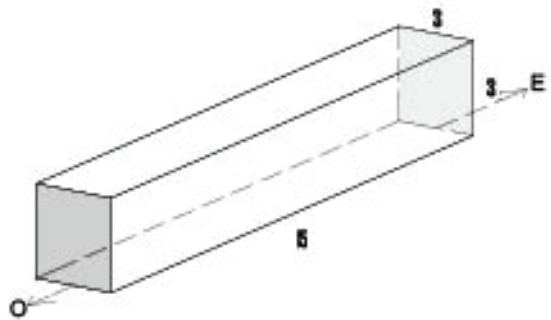
Besoin Froid



Besoin Chaud



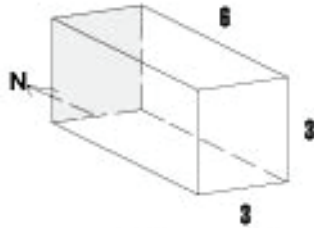
Nord-Sud



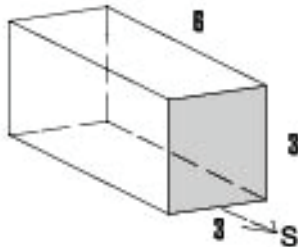
Est-Ouest

Potentiel énergétique par orientations

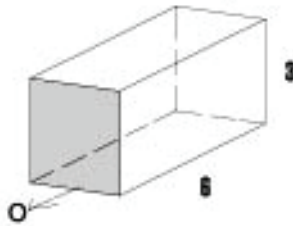
Présentation des éprouvettes et des paramètres



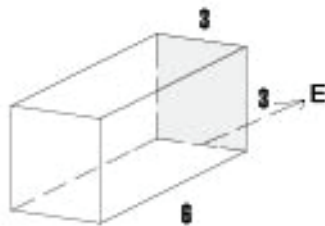
Nord



Sud



Ouest



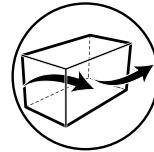
Est



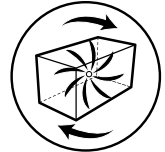
Logement

**Paramètres
Variables**

Type de Ventilation



Ventilation
Naturelle



VMC
Double Flux



Fraction
Vitree



Taux
d'occultation



U moyen



Facteur solaire



Besoin
Froid



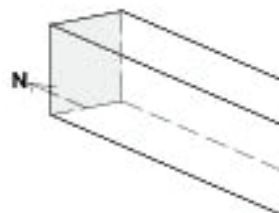
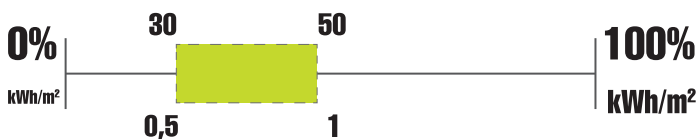
Besoin
Chaud

Annexes

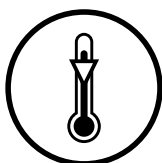
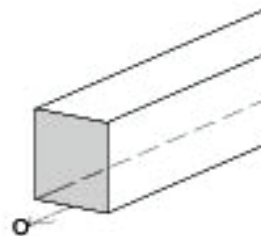
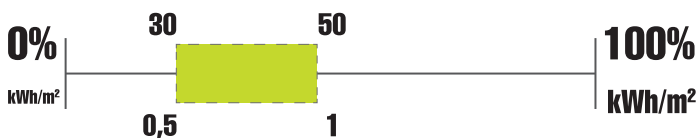


BUREAUX - RECOMMANDATION DE CONCEPTION

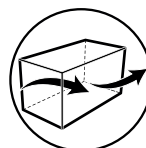
Nord-Sud



Est-Ouest



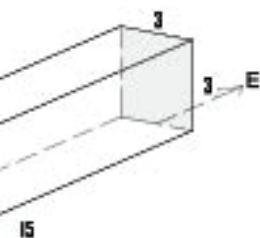
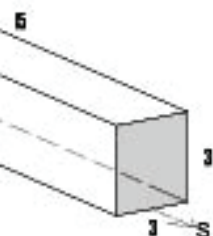
L'enjeu le plus important en bureaux est **le confort d'été**, en raison d'apports internes élevés. La réponse à ce besoin ne doit cependant pas occulter les besoins d'éclairage naturel.



Ventilation naturelle permet de réduire les surchauffes.

Potentiel énergétique par orientations

BUREAUX - AMPLITUDES CONSTATÉES SUR ÉPROUVETTE



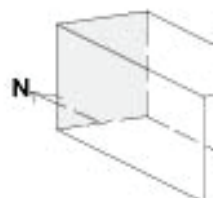
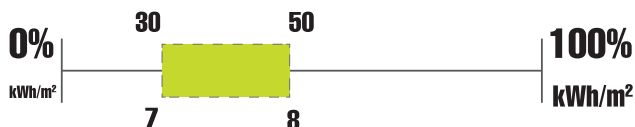
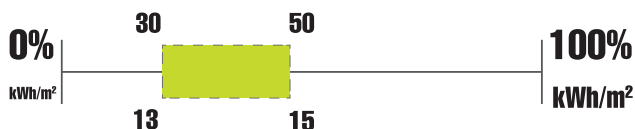
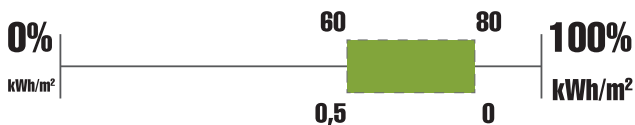
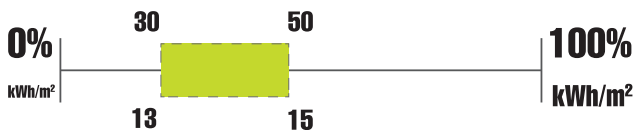
Le taux d'occultation a un impact très important sur les besoins de froid et aussi les surchauffes estivales, en particulier pour la direction E-O.

Bien étudier le système d'occultation pour ne pas compromettre la luminosité des locaux.

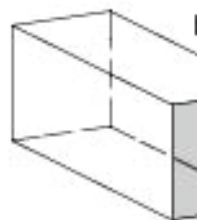
Annexes



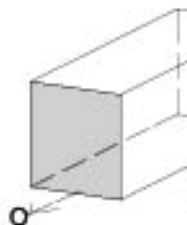
LOGEMENTS - RECOMMANDATION DE CONCEPTION



No



Su



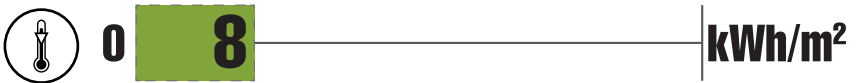
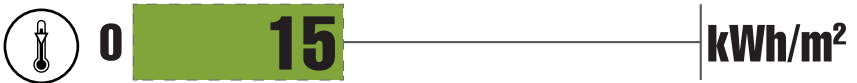
Ouc



Es

Potentiel énergétique par orientations

LOGEMENTS- AMPLITUDES CONSTATÉES SUR ÉPROUVETTE



Bibliographie

Bibliographie

Ouvrages

BANHMAM (Reyner) The architecture of the well-tempered environment, London, The Architectural Press, Deuxième édition 1984, 319p.

BECCU (Michele) L'involucro architettonico contemporaneo tra linguaggio e costruzione = Contemporary architectonic envelope between language and construction, Paris, Spartaco, ACTAR, 2008, 155p.

EMERY (Marc), NEMOZ (Sophie), ARDENNE (Paul), Dernières nouvelles – Architecture et habitat étudiant en Europe, Paris, PUCA / ANTE PRIMA / Silvana Editoriale / AAM édition, 2008, 310p.

GUZOWSKI Mary, Towards zero energy architecture : new solar design, London, Laurence King, 2010, 208p.

HAUSLADEN (Gerhard), DE SALDANHA (Michael), LIEDL (Petra), Climate skin – Building-skin concepts that can do more with less energy, Basel, Birkhäuser, 2006, 191p.

HEGGER (Manfred), FUCHS (Matthias), STARK (Thomas), ZEUMER (Martin), Energy Manual: sustainable architecture, Basel, Birkhäuser/Detail , 2008, 280p.

HOCHBERG (Anette), HAFKE (Jan-Henrik), RAAB (Joa-chim) Open Close – Windows, doors, gates, loggias, filters, Basel, Birkhauser, 2010, 175p

LAPIERRE (Eric), 18 m² : Habitat étudiant, projets d'avenir, Paris, Pavillon de l'Arsenal, 2013, 408p.

MENZEL (Lara) Façades, Paris, Citadelles & Mazonod, 2012, 320p.

PELL (Ben), The articulate surface - Ornament and Technology in Contemporary Architecture, Basel, Birkhauser, 2010, 200p

SCHLEIFER (Simone), Architecture & énergie : un enjeu pour l'avenir, Paris, Place des Victoires, 2011, 383p

SCHITTICH (Christian), Building Skins – Concepts, Layers, Materials, Basel, Birkhäuser : Detail , 2001, 196p.

Numéros de revue :

DREVON (Jean-Francois) (dir.), collectif, AMC, N° 192, Paris, Editions Le Moniteur, novembre 2009, 170p.

DREVON (Jean-Francois) (dir.), collectif, AMC, N°236, Paris, Editions Le Moniteur, octobre 2014, 170p.

GAUZIN MULLER (Dominique) (dir.), collectif, Ecologik : Bâtiments à énergie positive, N°24, éditions

GAUZIN MULLER (Dominique) (dir.), collectif, Ecologik : Ecolos, les bureaux ?, N°35

GAUZIN MULLER (Dominique) (dir.), collectif, Ecologik : La culture autrement, N°41

Rapport d'étude :

ATELIERS LION ASSOCIES Architectes Urbanistes Paysagistes, SOL PAYSAGE, TRANSSOLAR, Cité Descartes - Fiche de lot – Lot V1, Epamarne, avril 2014 – version 2.

TRANSSOLAR, AnOtherArchitectes, Descartes 2,0 - « Je tweet, donc je suis » - une plongée dans la durabilité sociale, avec l'aide des médias sociaux, document provisoire.

EPAMARNE, Dossier de modification n°1 de la ZAC de la Haute Maison : étude d'impact , Marne la vallée — version 7, mars 2009.

