



INGÉNIERIE FAÇADE



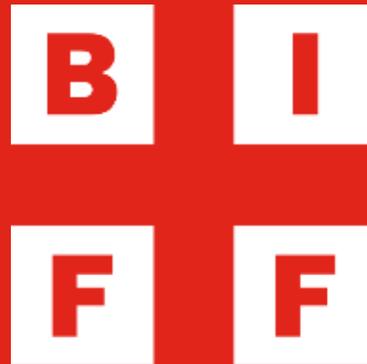
PHYSIQUE DU BÂTIMENT



DIRECTION DE TRAVAUX



EXPERTISES



BIENVENUE

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

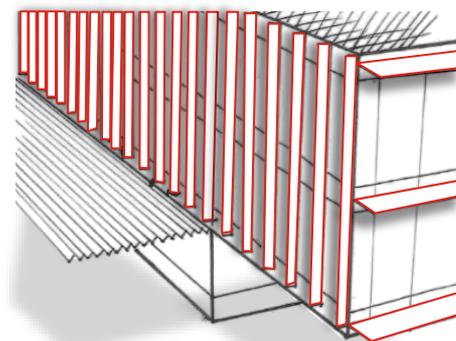
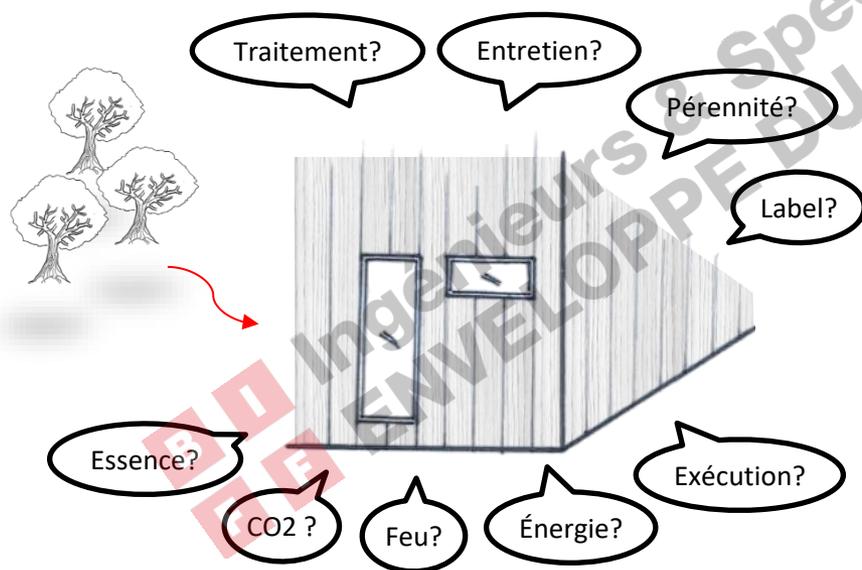
Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch

EVOLUTIONS DANS LES FACADES

BOIS ET PROTECTIONS SOLAIRES AU PREMIER PLAN

25 juin 2024



Sommaire

1. INTRODUCTION

Mme. Vanessa Mitic, Responsable DT – BIFF SA

2. LE BOIS EN FACADE, ASPECTS DETERMINANTS POUR UNE BONNE CONCEPTION

Mme. Lucie Mérigeaux – LIGNUM

M. Quentin Lenoir – WSP-BG

3. STRATÉGIE DE CONCEPTION DES FACADES FONCTIONNELLES SANS STORES

M. Raul Corrales – BIFF SA

4. PRIX INNOVATION CONCOURS BFIC Kinetic Solar Envelope

Mme. Christina Koukelli – ARUP

Stand-alone Serviced Façade Panel

Mme. Eliana Chuquizuta – TuDelft

5. GESTION IMMOBILIÈRE DURABLE

M. Luis Marcos - DIREN

6. QUESTIONS

7. APÉRO

LE BOIS EN FACADE, ASPECTS DETERMINANTS POUR UNE BONNE CONCEPTION

Mme. Lucie Mérigeaux
LIGNUM

M. Quentin Lenoir
WSP-BG

BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Le bois en façade, aspects déterminants pour une bonne conception :

Tour d'horizon des constructions actuelles

Cedotec – Office romand de Lignum

Lucie MERIGEAUX

Responsable du service technique

Membre de la Chambre suisse des experts judiciaires techniques et scientifiques



Potentiel, Soins et Exigences du détail

WSP BG Ingénieurs Conseils

Quentin LENOIR

Chef de projets & Ingénieur bois



Le bois en façade, aspects déterminants pour une bonne conception :

Tour d'horizon des constructions actuelles



Lucie MERIGEAUX

Cedotec office romand de Lignum

Responsable du service technique

Membre de la Chambre suisse des experts judiciaires techniques et scientifiques



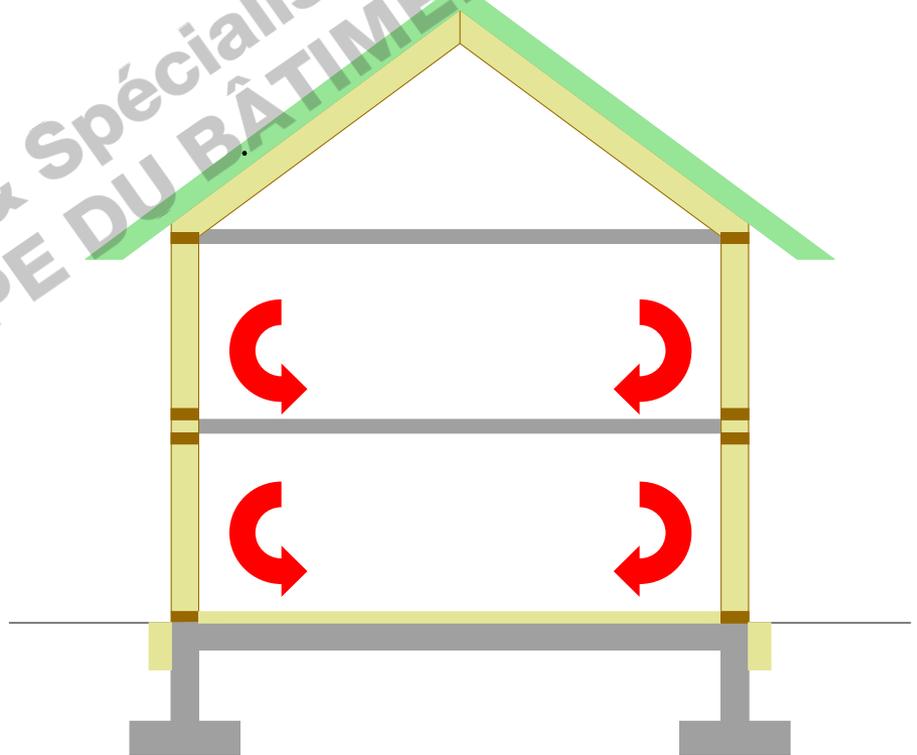
[...www.lignum.ch](http://www.lignum.ch)

Enveloppe du bâtiment – l'ossature bois un système optimisé et éprouvé

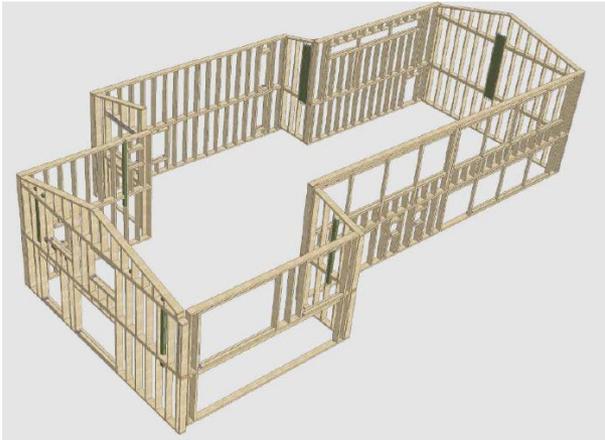
Isolation intégrée = Ossature isolée

- Gain de place
- Gain de poids
- Optimisation de la matière
- Préfabrication
- BIM
- Performances thermiques
- Bilan énergie grise
- Maîtrisé par les charpentiers

B I Ingénieurs & Spécialistes
F F ENVELOPPE DU BÂTIMENT



Ossature bois



Palazzo Nice Méridia constitué d'un immeuble de bureaux R+9



Renggli

Revêtements bois

Les publications faisant état de la technique:

Bardages et revêtements bois



Compact
Revêtement de façade
en bois – Construction



Compact
Revêtement de façade
en bois – Surface



Construction bois – Façades
Matériau, texture, surface



Lucie MERIGEAUX

Cedotec office romand de Lignum

Responsable du service technique

Membre de la Chambre suisse des experts judiciaires
techniques et scientifiques



[...www.lignum.ch](http://www.lignum.ch)

Les tendances actuelles



> ça pousse !

1)

Minergie P-ECO Green office

Construit en 2007 à Givisiez, FR
Architecte: Conrad LUTZ
architecte sarl



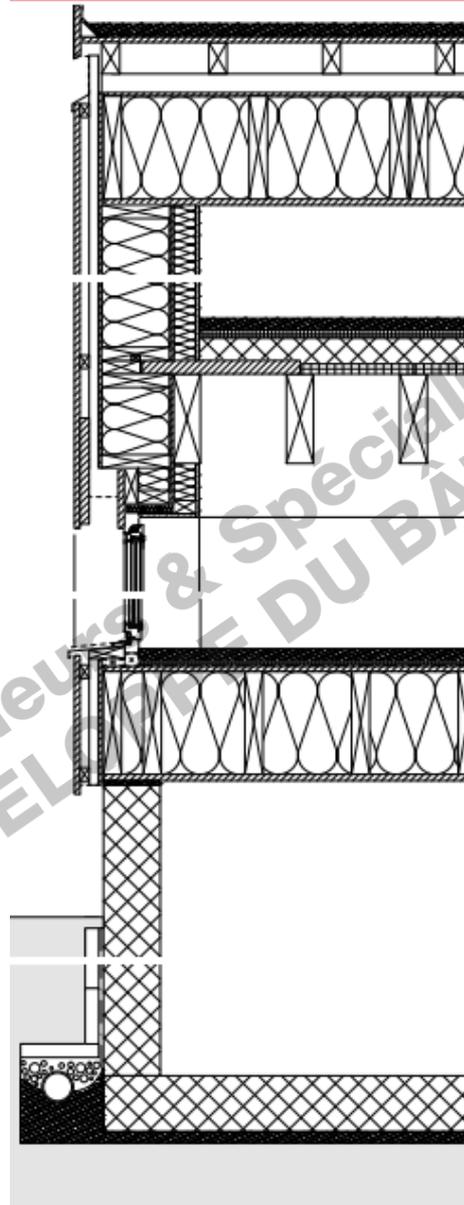
Minergie P-ECO Green office



Minergie P-ECO Green office



Minergie P-ECO Green office



composition toiture ($U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$):

gravier 50 mm
natte de protection
étanchéité bicouche
panneau particules 19 mm
ventilation 140–200 mm avec pente 1 %
panneau fibre de bois mi-dur diffusant 15mm
ossature bois BLC 80/460 mm, isolation cellulose
panneau trois plis 27 mm

composition façade ($U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$):

lambris vertical sapin blanc prépatiné
lattage horizontal 40 mm
lattage vertical 40 mm
panneau fibre de bois mi-dur diffusant 15mm
ossature bois BLC 80/300 mm, isolation fibre
de bois
panneau OSB 15 mm
isolation fibre de bois 100 mm
plaques de plâtre armé de fibres 15 mm
crépi argile

composition plancher 1^{er} et 2^{ème} étage:

huile minérale
chapes teintées dans la masse 55 mm, chauffage
au sol
couche de séparation
isolation phonique 2 x 18 mm
béton léger 100–115 mm
couche de séparation
dalles ciment 45 mm
solivage bois BLC 120/400 mm

composition plancher rez ($U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$):

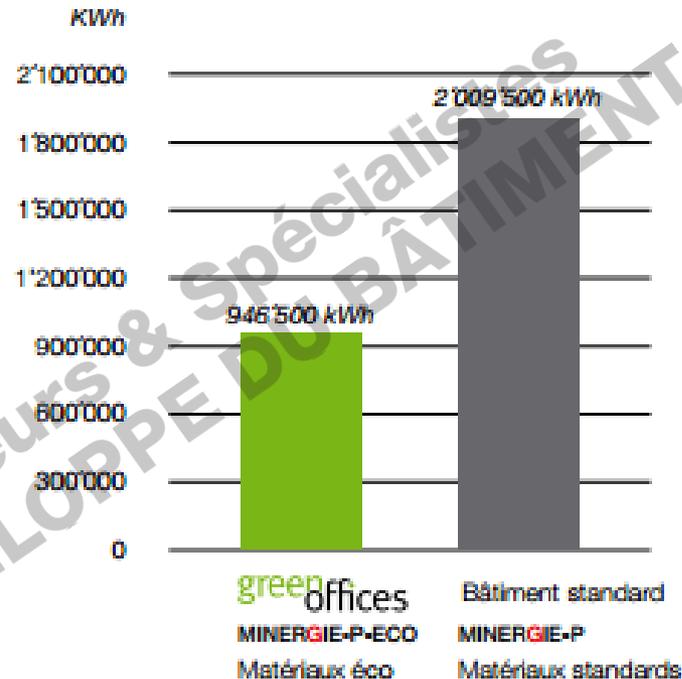
huile minérale
chapes teintées dans la masse 55 mm, chauffage
au sol
couche de séparation
isolation phonique 10 mm
lé d'étanchéité bitumineux avec toile de jute
panneau OSB 22 mm
ossature bois BLC 80/460 mm, isolation cellulose
panneau aggloméré lié au ciment 28 mm

Minergie P-ECO Green office

ÉNERGIE GRISE

× Divers bilans écologiques des matériaux utilisés pour ce bâtiment ont permis de quantifier l'énergie grise épargnée. Grâce à l'utilisation de matériaux écologiques peu transformés, l'énergie épargnée lors de la construction se monte à 1'063'000 kWh.

 **Economie d'énergie:**
1'063'000 kWh.



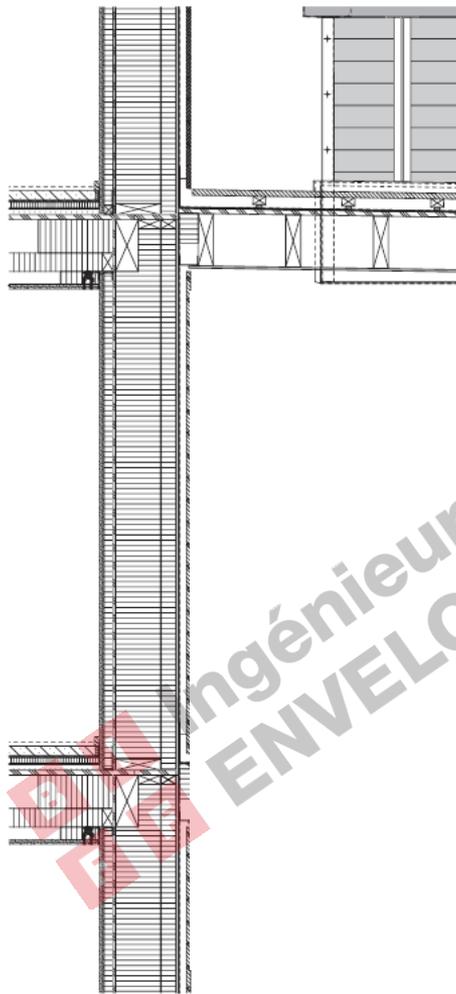
Ensemble pluri-générationnel Giesserei, Winthertour

2013, 6 niveaux; poteau-poutre; parois ossatures bois; plancher bois

- **Architecte:** Galli Rudolf Architekten AG ETH BSA, Andreas Galli, Zürich
- **Maître d'ouvrage:** Gesewo, coopérative pour logements autogérés

Niveaux hors sol + sous-sol	6+1
Surface de plancher SIA 416	29'265 m ²
Volume bâti SIA 416	96'367 m ³
Coût/m ³ SIA, CFC2	645.-
Durée et fin tvx	21 mois – 2013
Label	Minergie P-ECO





Paroi extérieure, 485 mm

- plaques de plâtre cartoné
2 x 12,5 mm
- ossature métallique 50 mm /
isolation
- panneau OSB-3,
joints étanches 15 mm
- ossature 240 mm / isolation
- lattage 80 mm / isolation
- plaque de plâtre fibrée 15 mm
- lé de façade
- lattage 2 x 30 mm
- lambris sapin / épicéa 21 mm

Plancher, 525 mm

- chape anhydrite 60 mm
- isolation phonique 2 x 20 mm
- granulés dans nid d'abeille
30 mm
- plancher nervuré
- panneau trois plis 27 mm,
joints étanches
- nervures 280 mm /
- isolation 100 mm
- non tissé
- lattage sur étriers souples
58 mm
- plaques de plâtre cartoné
2 x 12,5 mm





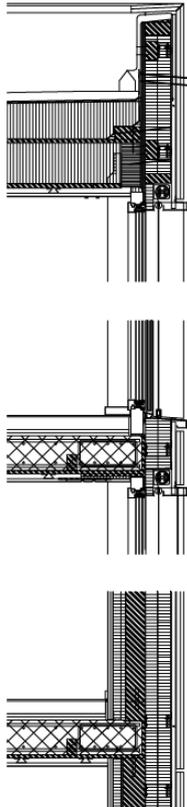
Ensemble résidentiel et commercial Sihlobogen, Zurich Leimbach

2015, 7 niveaux, Madriers bois
verticaux et dalles mixtes bois-béton

- **Architecte:** Dachtler Partner AG
Architekten, Zurich
- **MO:** BGZ Coopérative
d'habitation Zurlinden, Zurich



Niveaux hors sol + sous-sol	7+0
Surface de plancher SIA 416	23'100 m ²
Volume bâti SIA 416	72'200 m ³
Coût/m ³ SIA, CFC2	685.-
Durée et fin tvx	47 mois – 2015
Qh (besoin chauffage)	17.8 kWh / m ²
Label	Société 2000 W

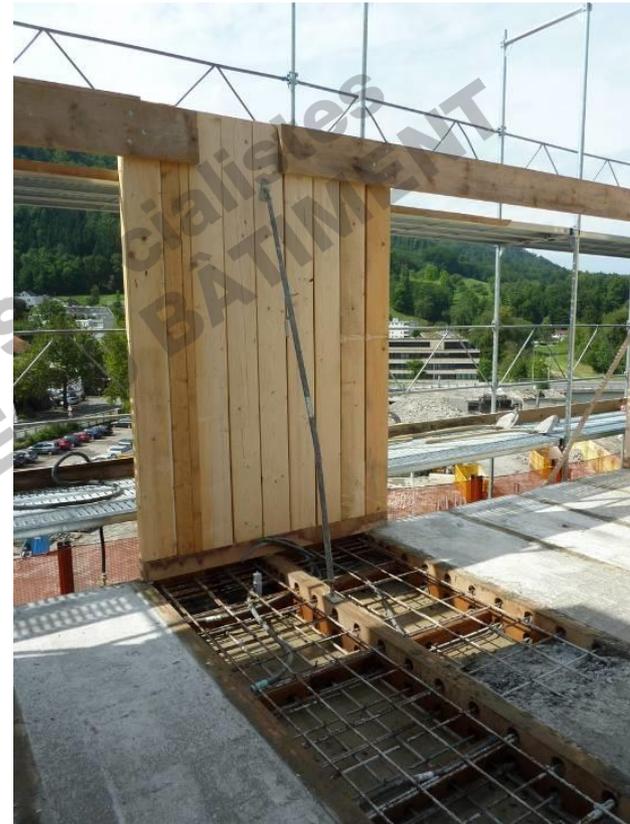


Paroi extérieure, 472 mm:

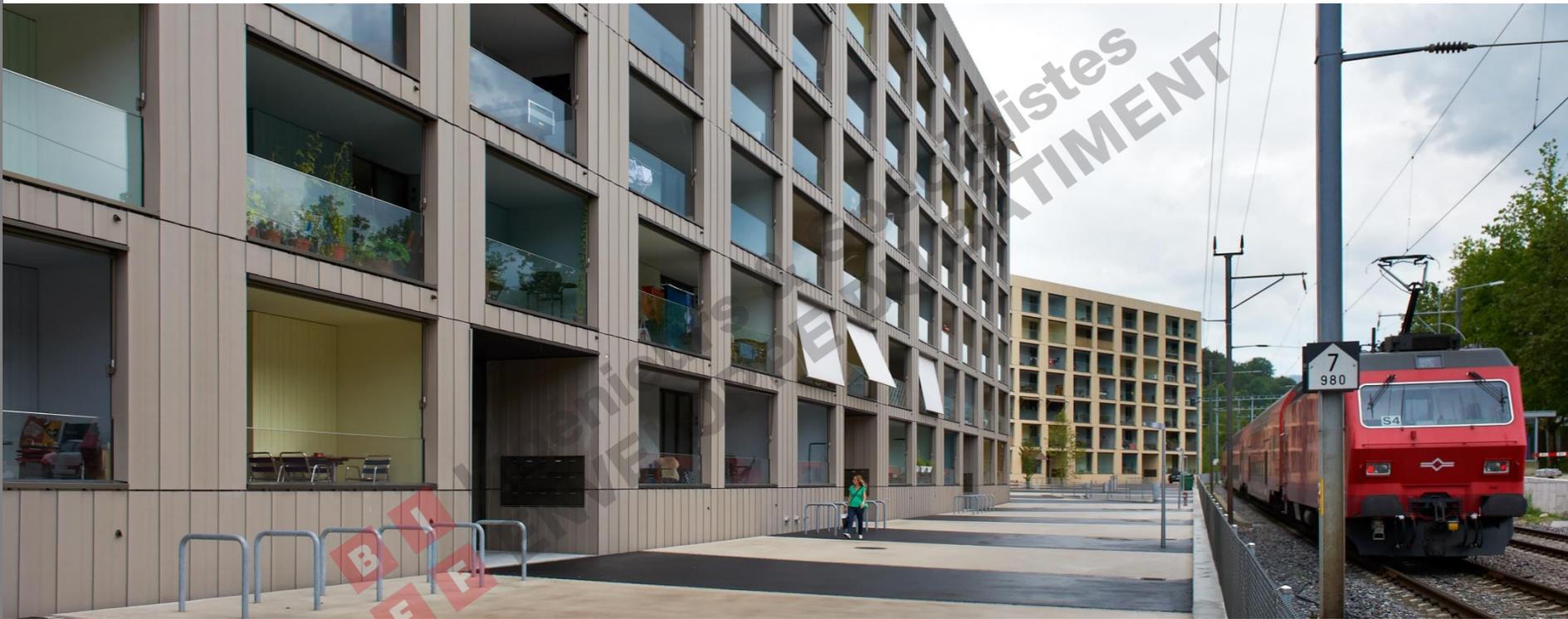
- lissage plâtre 2-3 mm
- plaques de plâtre cartonné 2x 15 mm
- isolation laine minérale 50 + 30 mm
- madriers 120 mm
- lé de façade
- isolation laine minérale 80 + 80 mm
- espace ventilé 35 mm
- plaque de céramique 45 mm

Plancher, 430 mm

- revêtement de sol 10 mm
- faux-plancher avec supports posés sur dispositif acoustique 38 mm
- vide technique 82 mm
- dalle mixte bois béton, type x-floor 240 mm
- vide technique et attaches métalliques souples 30 mm
- plaques de plâtre cartonné 2x 15 mm
- lissage plâtre







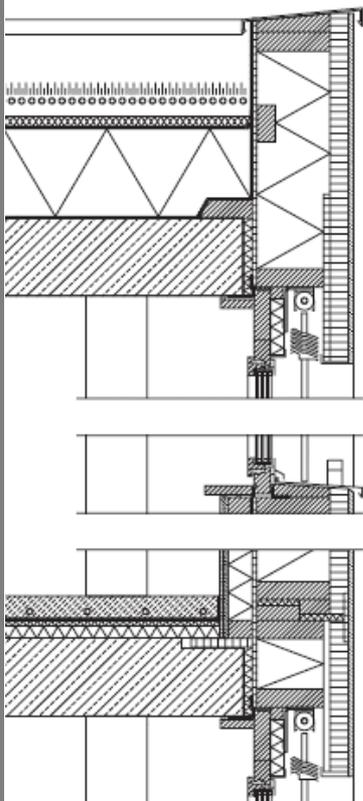
Logements, commerces et dépôt pour tramways, Zurich

2014, 8 niveaux, Structure hybride béton et ossatures bois

- **Architecte:** Müller Sigrist Architekten, Zurich
- **MO:** Coopérative Kalkbreite, Ville de Zurich pour le dépôt de trams



Niveaux hors sol + sous-sol	8+1
Surface de plancher SIA 416	22'900 m ² (hors dépôts)
Volume bâti SIA 416	76'230 m ³
Coût/m ³ SIA, CFC2	675.-
Durée et fin tvx	29 mois – 2014
Label	Minergie P-Eco / Société 2000 W



Paroi extérieure, 435 mm

- plaque de plâtre fibrée 2 x 12,5 mm
- lattage et isolation 80 mm
- panneau OSB 15 mm
- ossature / isolation minérale 240 mm
- panneau isolant multicouche en fibres de bois 60 mm
- crépi, perméable à la vapeur 15 mm

Plancher, 380 mm

- chape anhydrite 60 mm
- feuille PE
- isolation phonique 20 mm
- isolation 40 mm
- béton armé 260 mm





Extensions et surélévations

Gagner des m² en réhabilitant un bâtiment

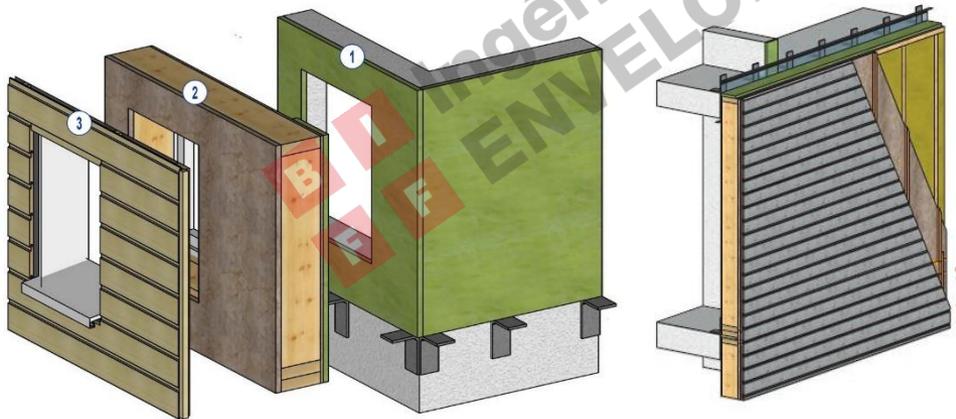
“

La mise sur le marché de surfaces habitables supplémentaires dégage des ressources pour financer la réhabilitation thermique de l'ensemble de l'édifice. ”

Source: Brochure Lignum Surélévation

Avantages de la variante bois:

- Indépendant du support (façade rideau)
- Productivité (3D, maquette numérique BIM)
- Préfabrication (travaux en site occupé)
- Standard Minergie-P éco (choix des matériaux)



Surélévation de trois niveaux d'un immeuble d'habitation – Couchant 25 - Lausanne

MAITRE D'OUVRAGE

GAM Investment Management AG

ARCHITECTE

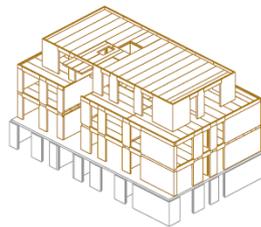
MAGIZAN Architecture SA

BUREAU D'ETUDE

Ingea SA

ANNEE

2020



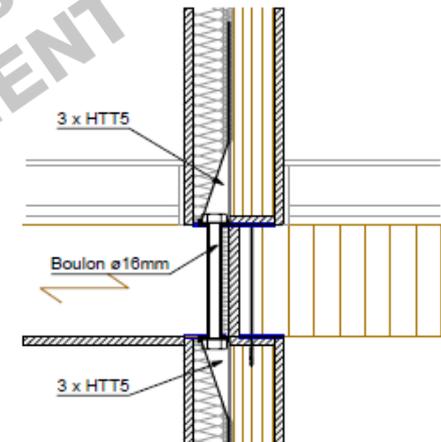
- Surélévation de 3 étages en ossature bois isolée de fibres de bois, les dalles sont en bois massif laissées apparentes.
- La cage d'escalier et d'ascenseur sont en bois type CLT (REI60-RF1)
- Enveloppe existante assainie
- Chantier en site habité
- Haut niveau de préfabrication avec la technique intégrée = 8 mois de chantier



Photos: INGEA SA, Sébastien Corthay



Mur cage d'escalier



- . Plâtre 12.5mm - Hors lot
- . Fermacell 18mm K30-RF1
- . Ossature avec laine de roche 60mm
- . Laine minérale PF1000° 20mm
- . CLT 80mm
- . Fermacell 18mm K30-RF1
- . Plâtre 12.5mm - Hors lot

REI60-RF1

**Merci de votre attention,
à disposition pour répondre à vos questions**

**B I Ingénieurs & Spécialistes
F F ENVELOPPE DU BÂTIMENT**



...www.lignum.ch

Le bois en façade, aspects déterminants pour une bonne conception : Potentiel, Soins et Exigences du détail

WSP BG Ingénieurs Conseils

Quentin LENOIR

Chef de projets & Ingénieur bois



BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT



Façade bois :

Définition



Revêtements de façade à base de bois



Murs à **ossatures bois** (porteuses)
Façades à **ossatures bois** (non-porteuses)

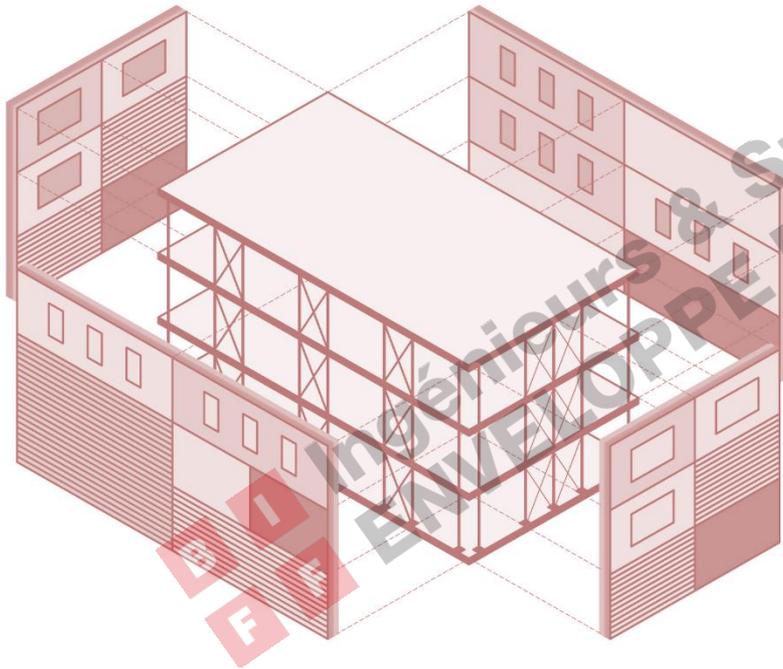


Murs massifs
panneaux bois
(porteurs ou non)



Façade bois : Définition

Revêtements bois, Ossatures bois ou Panneaux bois font partie de l'enveloppe du bâtiment.

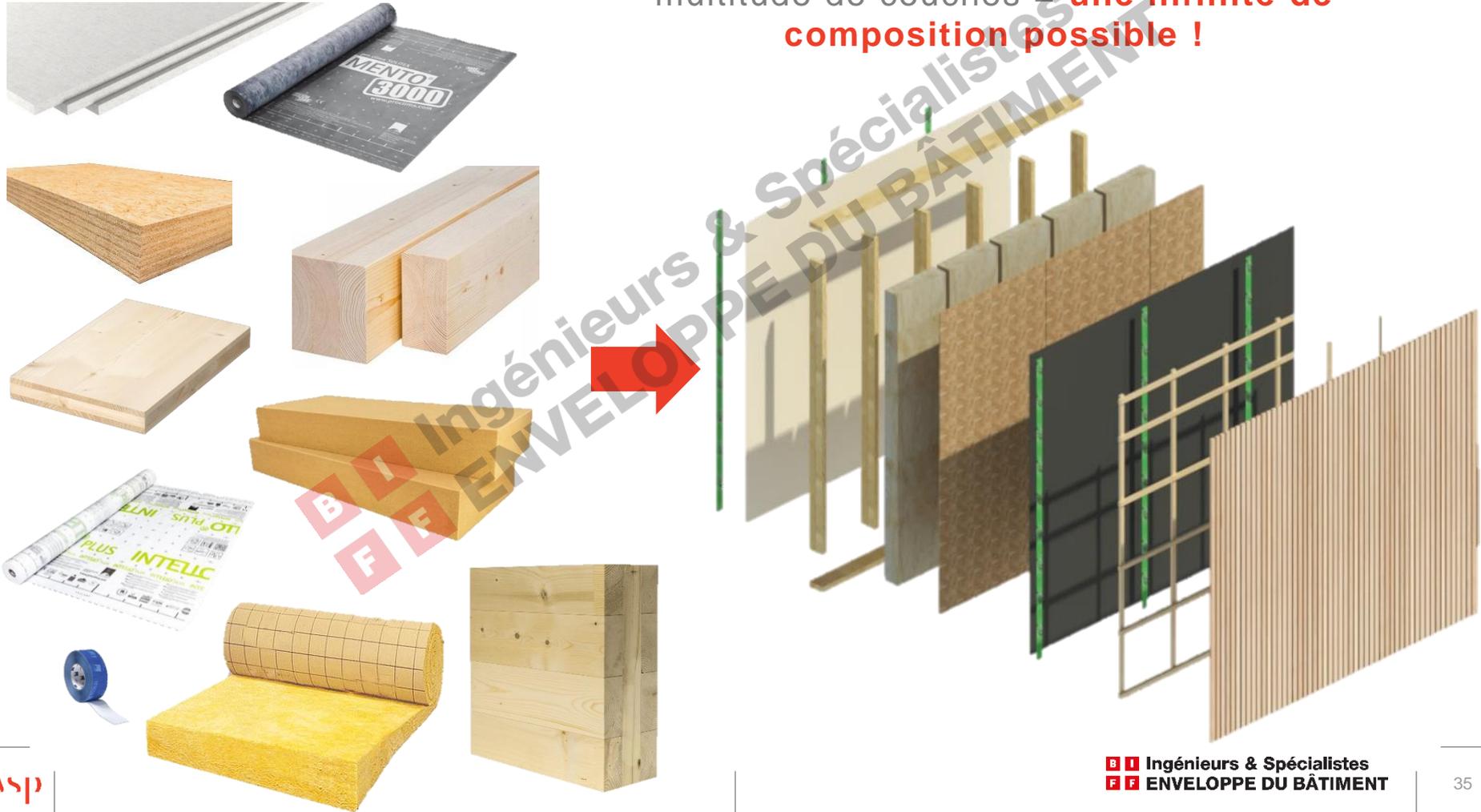


une structure primaire
+ une enveloppe



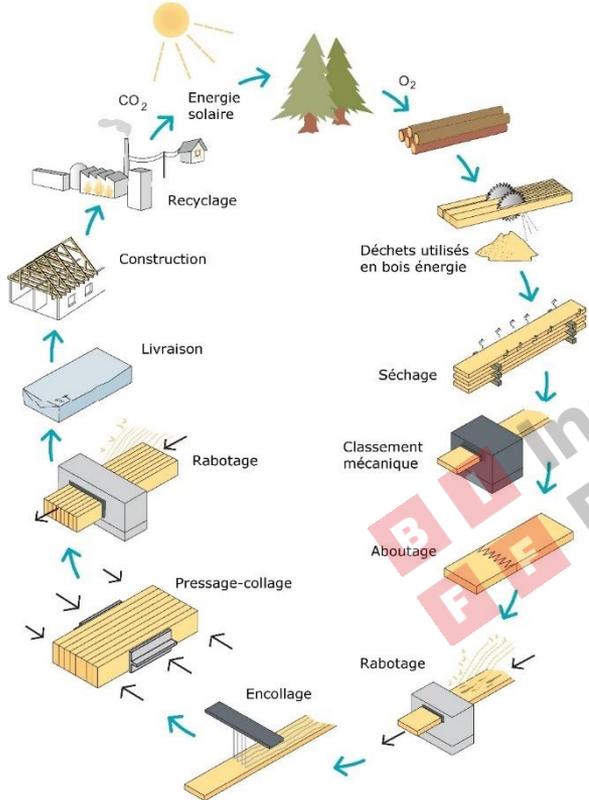
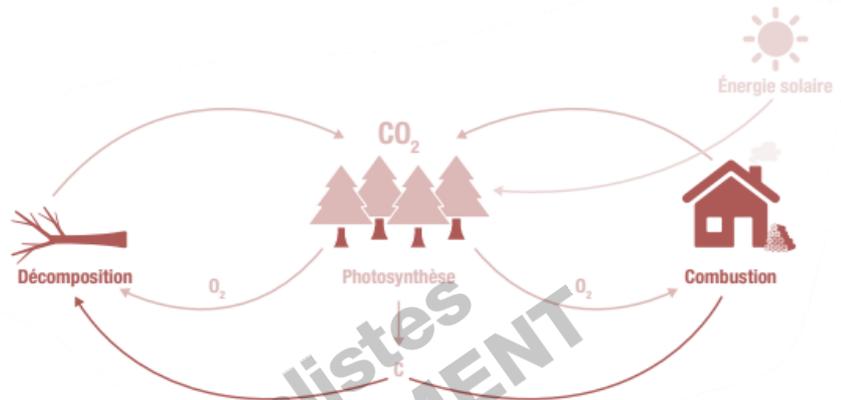
Façade bois : Définition

Enveloppe du bâtiment à base de bois = une multitude de couches = **une infinité de composition possible !**



Façade bois : Potentiel

Pourquoi des façades bois ?



- **Écologique**, utilisation de matériaux biosourcés
- Légèreté
- Préfabrication (= **rapidité** & **économie de projet**)
- Confort thermique et hygrométrique
- Qualité de l'air
- Standardisation et répétition des détails



/ Façade bois : Potentiel

Une infinité de composition adaptable aux exigences de chaque projet avec un matériau renouvelable !

Intégration dans un seul élément pré-fabricable :

- Revêtement extérieur
- Revêtement intérieur
- Menuiseries
- Techniques

En respectant :



Exigences **thermiques**

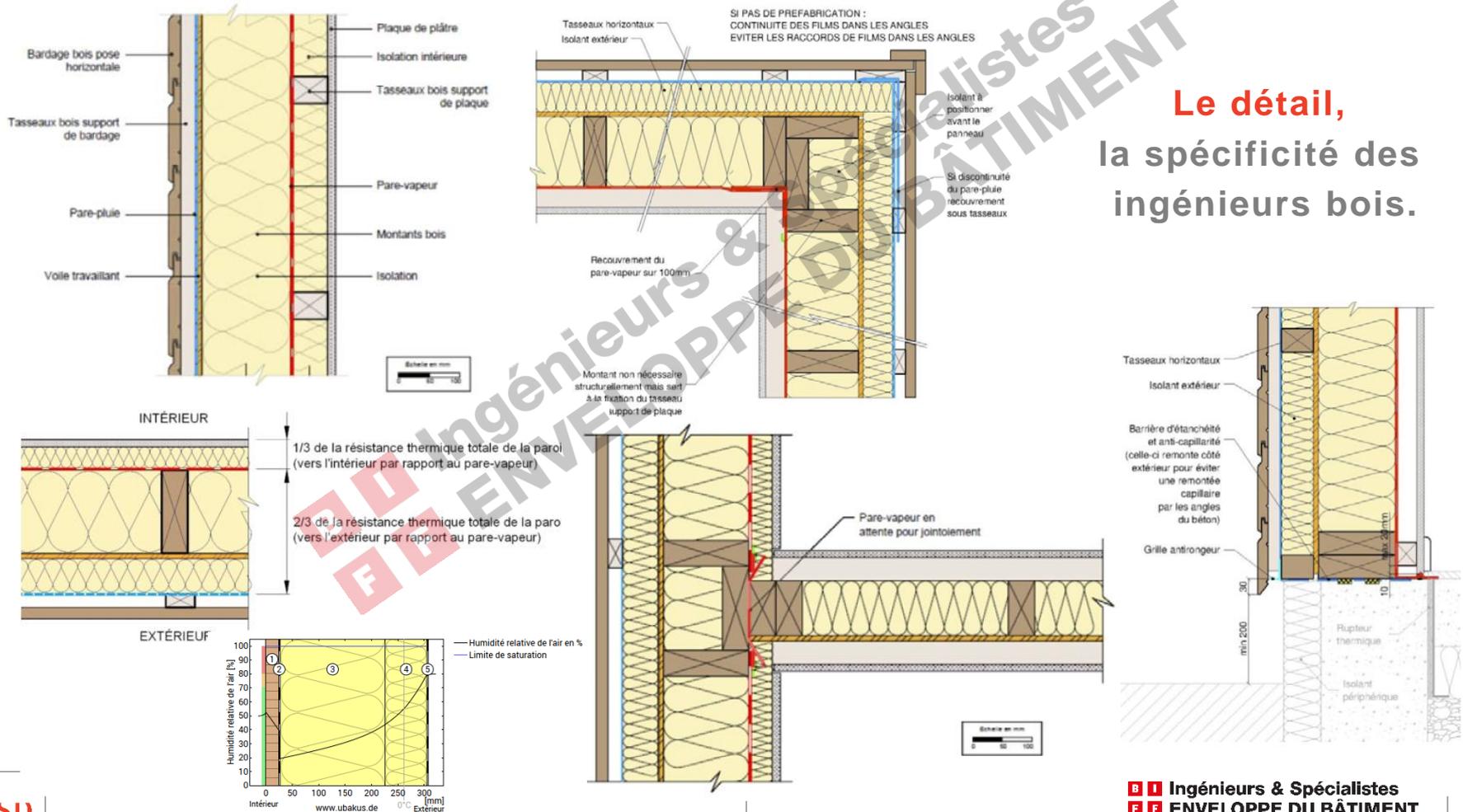
Exigences **acoustiques**

Exigences de **protection incendie**

Façade bois :

Soin et exigences du détail

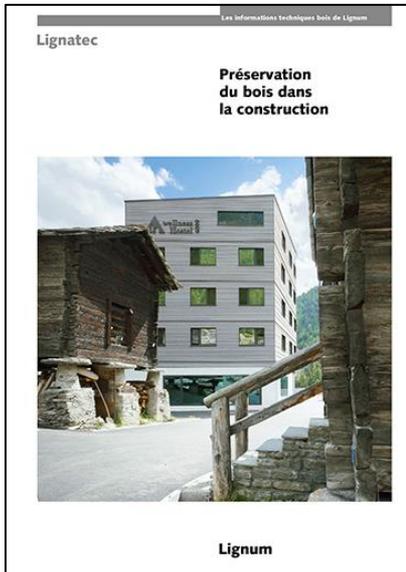
Une étude précise des détails dès les premières phases d'études est primordiale !



Façade bois :

Soin et exigences du détail

Revêtements de façade en bois : les grands principes



Classes de durabilité

Classes d'emploi

Nom commercial	Code à quatre lettres selon SN EN 13556	Classes de durabilité ²⁾ du duramen ³⁾ vis-à-vis des agents lignivores:				Adéquation à la classe d'emploi (voir chapitre 8)					
		Champignons test ⁴⁾ en plein champ	Larves d'insecte capri-corne	petite vrillette	lyctus	CE 1	CE 2	CE 3.1	CE 3.2	CE 4	CE 5
Bois européens											
Robinier	ROPS	1-2	3)	D							
Chêne blanc européen	QCXE	2-4	3)	D							
Châtaignier	CTST	2	3)	D							
Mélèze européen	LADC	3-4	D	D							
Douglas européen	PSMN	3-4	D	D							
Pin sylvestre	PNSY	3-4	D	D							
Sapin blanc	ABAL	4	S	S							
Épicéa	PCAB	4	S	S							
Érable sycomore	ACPS	5	3)	D							
Hêtre	FASY	5	3) 4)	S							
Frêne	FXEX	5	3)	S							
Aubier en général ³⁾		5	2)	2)	2)						

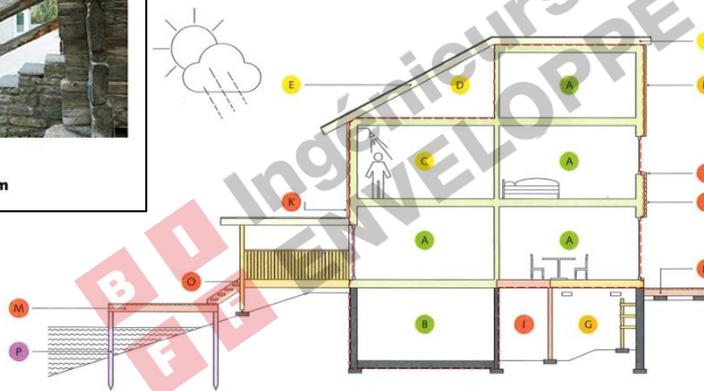
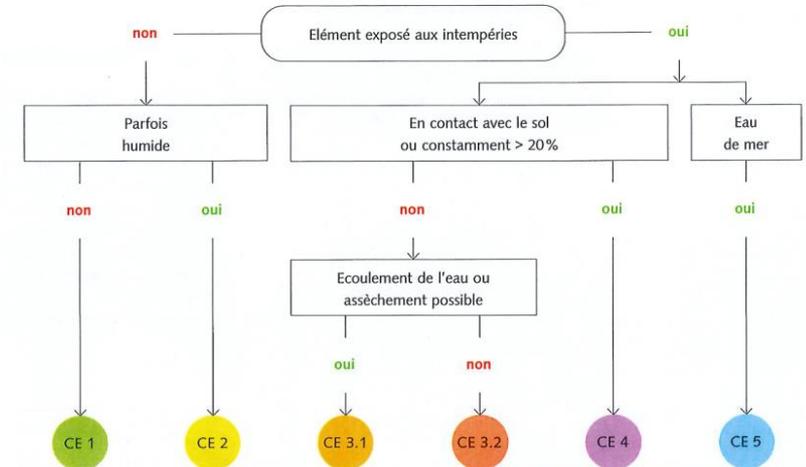
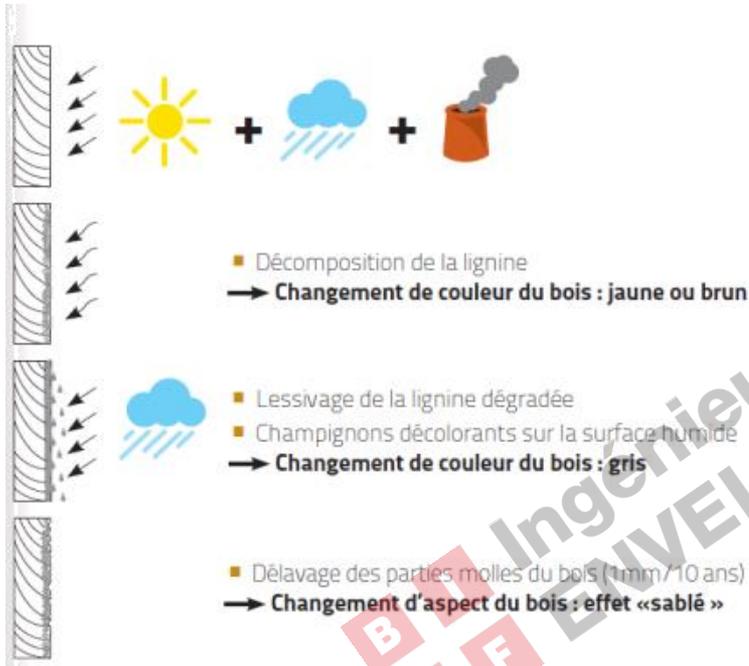


Figure 2
Représentation schématique d'un bâtiment avec situations en service (lettres) et classes d'emploi (couleurs) des éléments de construction.



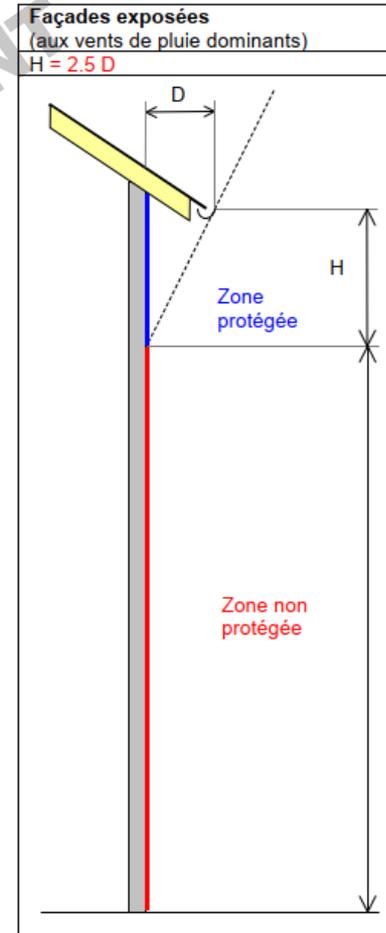
Façade bois : Soin et exigences du détail

Revêtements de façade en bois : les grands principes



Le grisaillement : action cumulée du rayonnement solaire et de la pluie.

Influence du temps sur le type et l'intensité de l'altération due aux intempéries et sur la coloration du bois d'épicéa : d'une surface neuve, à gauche, à une autre fortement exposée à l'extérieur pendant 180 jours avec une orientation au sud et une inclinaison de 45° à droite (E-bois).



Façade bois : Soins et exigences du détail

Revêtements de façade en bois : les grands principes

LES TRAITEMENTS

Préservations

Objectif : conservation des propriétés structurelles du bois

Bois traité à haute température (THT), oléothermie, produits de préservation + procédés (autoclave, aspersion, trempage) etc.



Finitions

Objectif : conservation de l'aspect visuel du bois

Traitements filmogènes (peinture, lasure),
traitements non filmogène (saturateur)

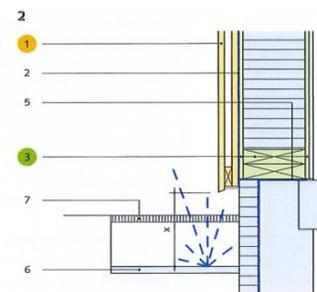
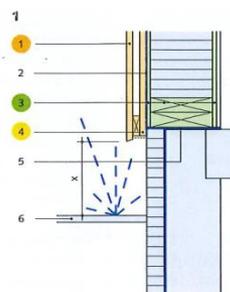


Les produits chimiques,
aussi peu que possible !



/ Façade bois : Soin et exigences du détail

Revêtements de façade en bois : REX



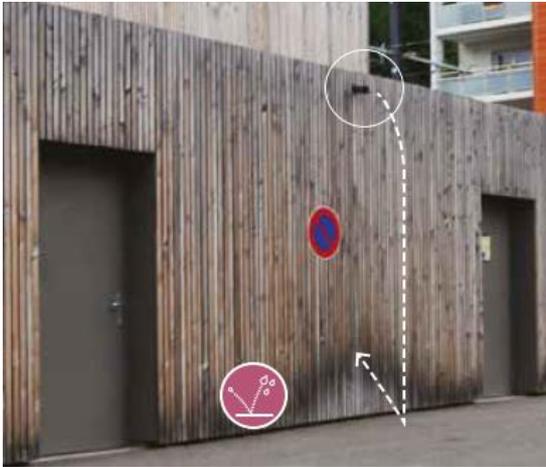
- 1 Bardage ventilé vertical (CE 3.1)
- 2 LÉ de façade
- 3 Éléments de la structure (CE 1)
- 4 Lattage croisé (CE 3.1)
- 5 Barrière contre les remontées capillaires: étanchéité contre l'humidité ascendante
- 6 Surface d'impact (ligne de socle)
- 7 Grille
- x zone soumise à l'eau de rejaillissement (min. 300 de la surface d'impact)

- Classe d'emploi
- CE 1
 - CE 2
 - CE 3.1
 - CE 3.2
 - CE 4

Evacuation de l'eau
— Deuxième couche d'étanchéité

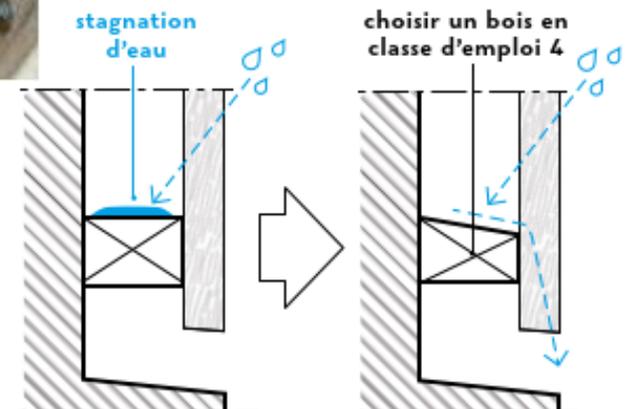
Façade bois : Soins et exigences du détail

Revêtements de façade en bois : REX



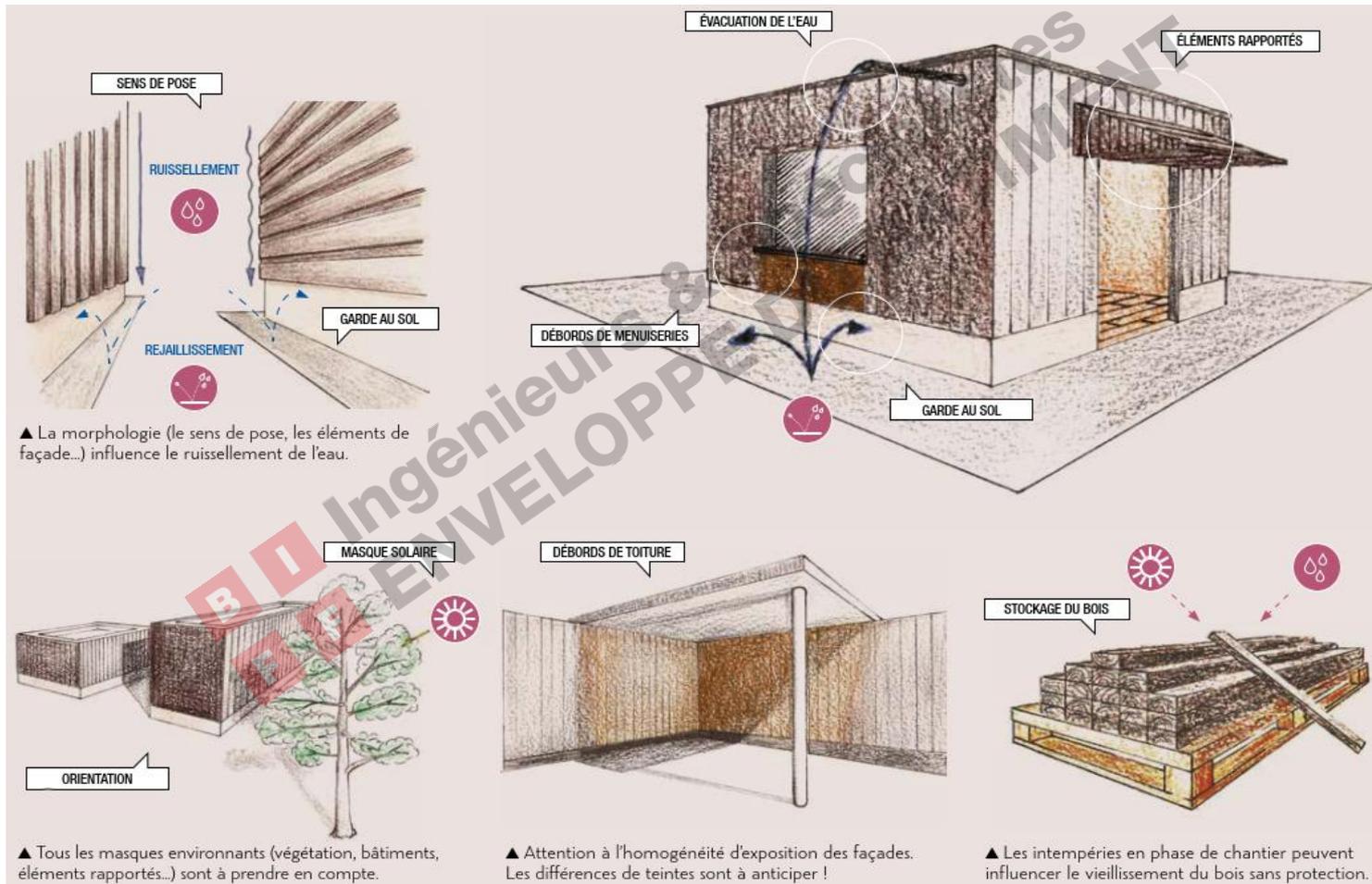
Façade bois : Soins et exigences du détail

Revêtements de façade en bois : REX



Façade bois : Soin et exigences du détail

Revêtements de façade en bois : REX



Façade bois : Soin et exigences du détail

Lignes directrices pour une réalisation réussie :

- Le maître mot, **l'anticipation**
- Le soin du détail
- **L'allotissement**

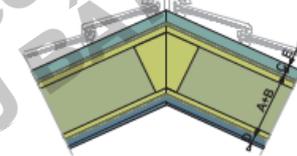


Guide STE :

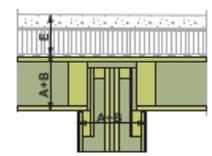
Description schématique par domaine de prestation

- A: Système porteur
- B: Construction de système bois
- C: Revêtement extérieur
- D: Revêtement intérieur
- E: Connexion aux tiers

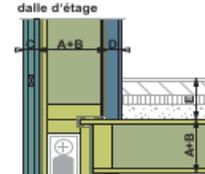
Toit à pans inclinés



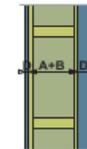
Toit plat



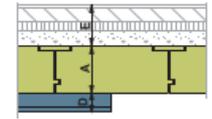
Paroi extérieure - dalle d'étage



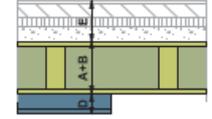
Paroi intérieure



Dalle bois massif



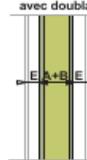
Dalle caisson



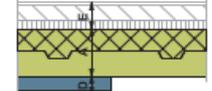
Paroi extérieure - connexion de fenêtre



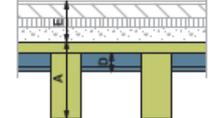
Paroi intérieure - connexion de fenêtre



Dalle bois-béton



Dalle bois nervurée



Merci de votre attention !



INGENIERIE BOIS

STRATEGIES DE CONCEPTION DES FACADES FONCTIONNELLES SANS STORES

M. Raul Corrales
BIFF SA

BIFF Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

FACADES FONCTIONNELLES SANS STORES

INTENTION ARCHITECTURALE



Concours Parc Suisse Innovation

Pôle santé



Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

FACADES FONCTIONNELLES SANS STORES

INTENTION ARCHITECTURALE



Ass EU Athletisme



Collège Sismondi



CTN

BF Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

NECESSITE STORES

- | | |
|----------------------------------|--|
| ✓ Surchauffe estivale | ↓ Impact esthétique |
| ✓ Anti-éblouissement | ↓ Bruit fonctionnement |
| ✓ Contrôle éclairage naturel | ↓ Source perte concentration |
| ✓ Obscurcissement | ↓ Limitation vision et contact extérieur |
| ✓ Occultation | ↓ Durée de vie |
| | ↓ Charges d'entretien |
| ✓ Radiation extérieure | ↓ Accès à l'extérieur |
| ✓ Pare-pluie | ↓ Coût |
| ✓ Intégration production solaire | ↓ Système de contrôle |
| ✓ Amortisseur acoustique | ↓ Limite vitesse vent |
| ✓ Esthétique | ↓ Perte lumière naturelle |

BESOIN DYNAMIQUE: Exigences SIA 180:2014

Art. 5.1.1: Le bâtiment doit être conçu et construit de manière à satisfaire les exigences de confort sans refroidissement artificiel, et que les protections solaires mobiles et la ventilation naturelle sont utilisées de manière adéquate.

SYSTEMES PASSIFS, CONCEPTION

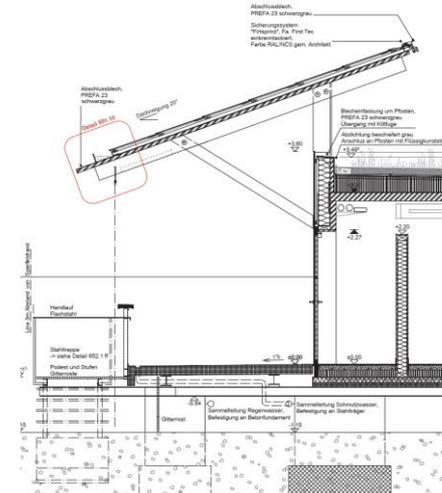
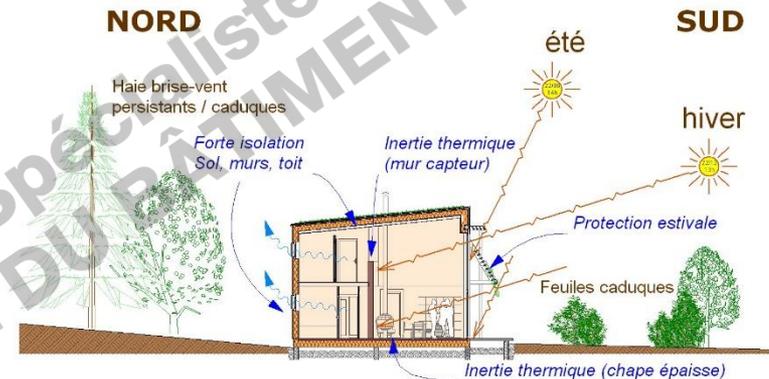
Conception climatique architecturale

Réflexion et conception architecturale :

- Maximiser le confort des occupants
- Optimiser l'exploitation des ressources disponibles naturellement
- Limiter l'utilisation de moyens mécanisés

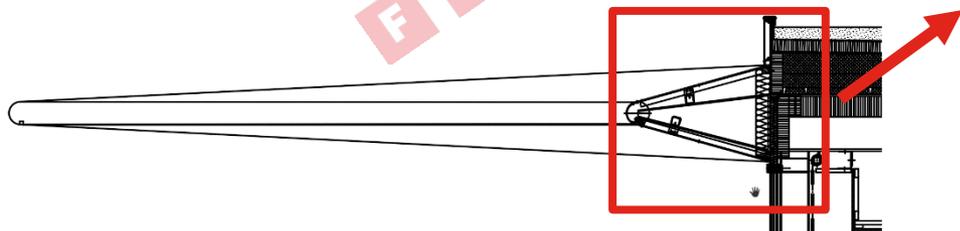
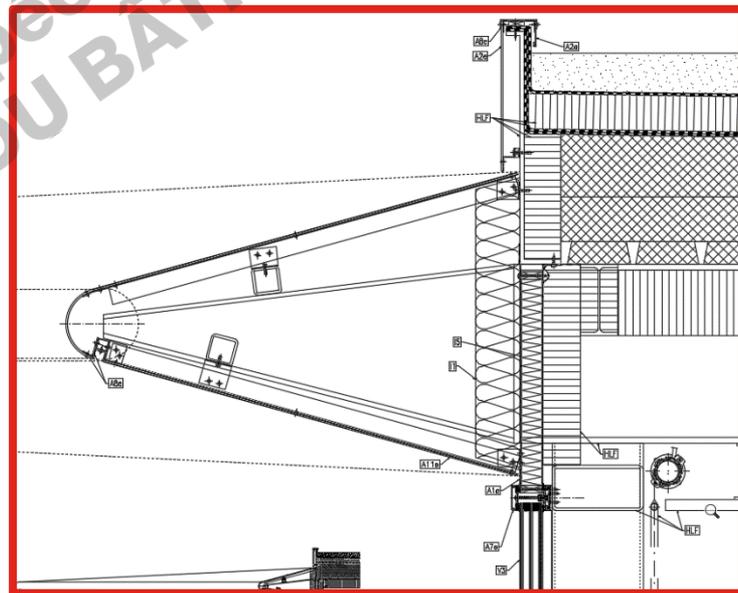
Objectifs principaux :

- Exploitation du potentiel de chaleur solaire passive en hiver
- Protection contre la surchauffe estivale
- Limitation des consommations énergétiques



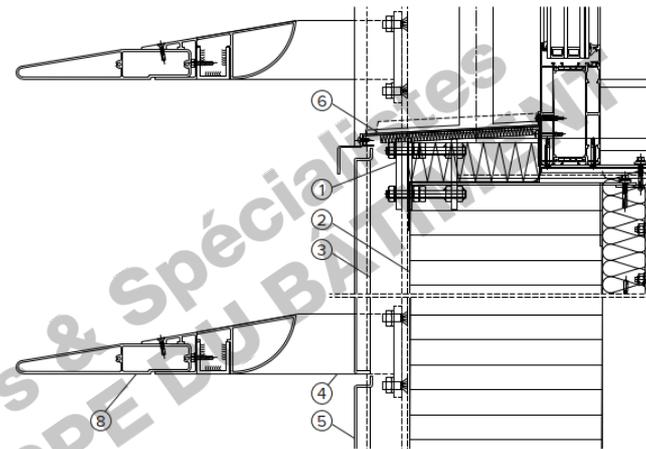
SYSTEMES PASSIFS SIMPLES SAISONNIERS

- Casquettes



SYSTEMES PASSIFS SIMPLES SAISONNIERS

- Brise-soleils



AUTRES SYSTEMES PASSIFS SAISONNIERS

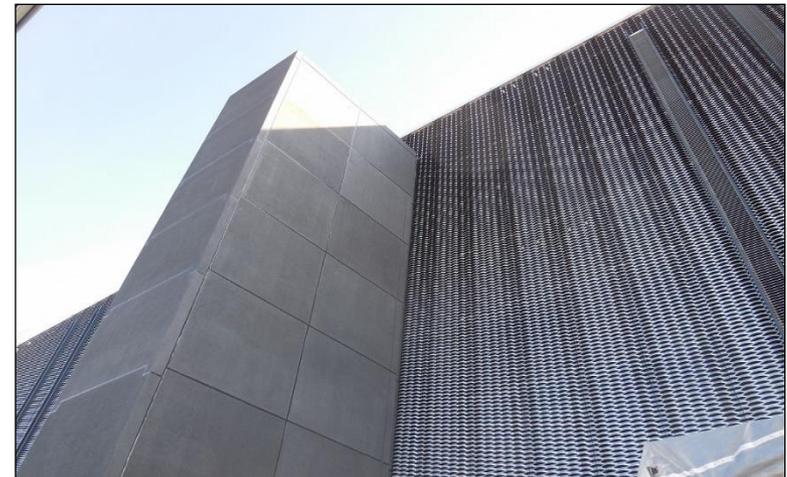
- Caillebotis



- Filtres végétaux (Attention entretien)



- Tôle déployée



AUTRES SYSTEMES PASSIFS, FILTRES

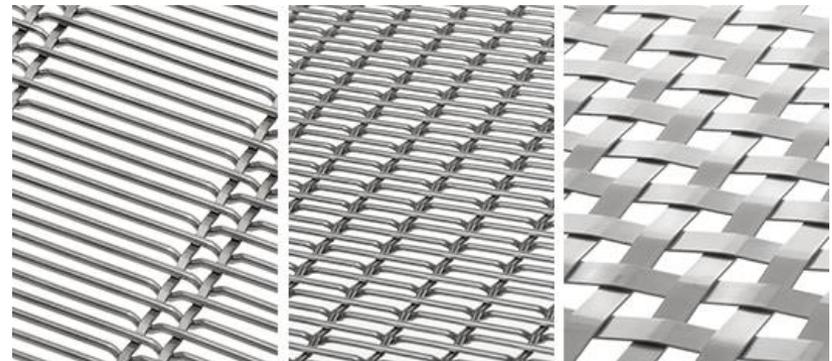
- Tôle perforée



- Toiles tendues



- Mailles tendues



AUTRES SYSTEMES PASSIFS

- Matériaux thermoactifs
- Bi-métaux
- Réponse hygroscopique

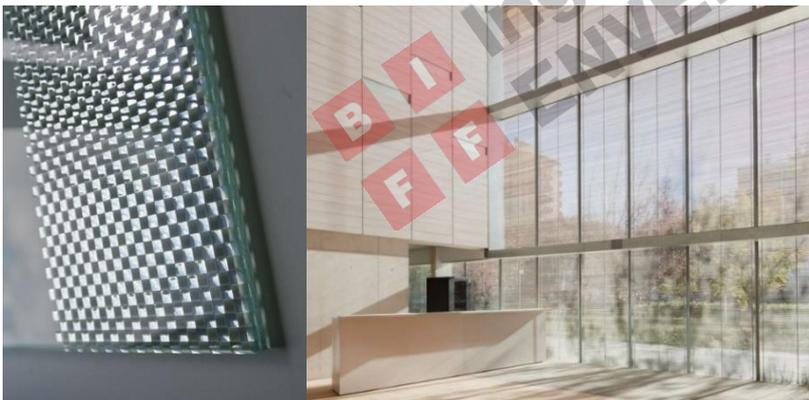


PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE

- Sérigraphies



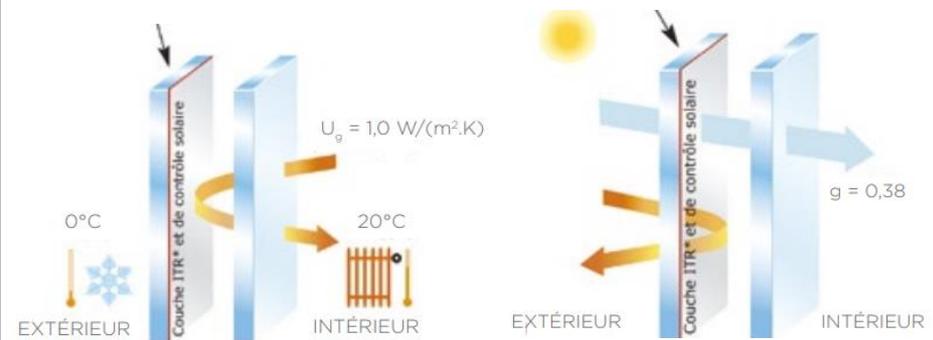
- Mailles & tissus intégrés



- Photovoltaïque translucide



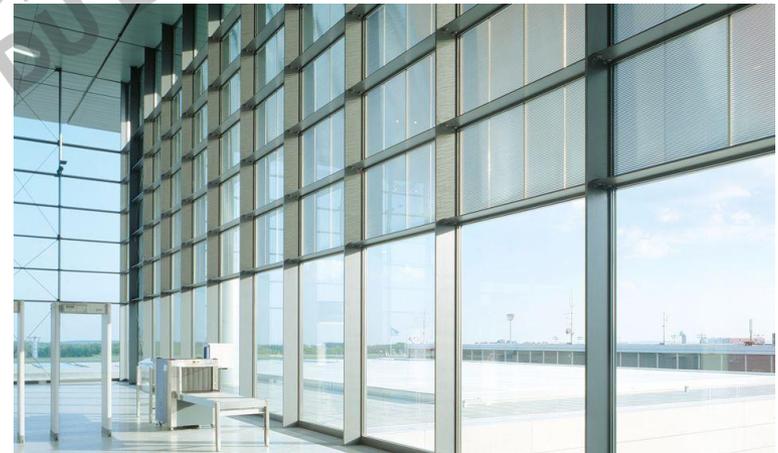
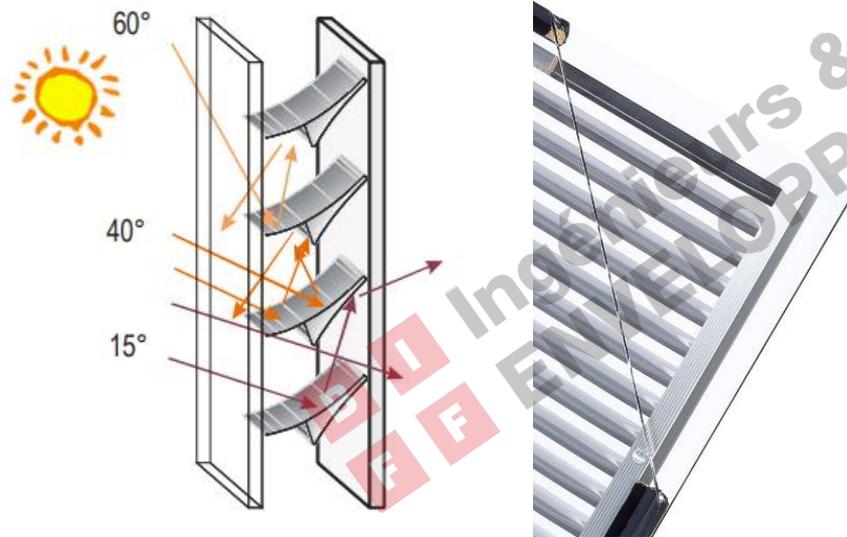
- Couche solaire
- Couche sélective



FACADES FONCTIONNELLES SANS STORES

PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE SAISONNIER

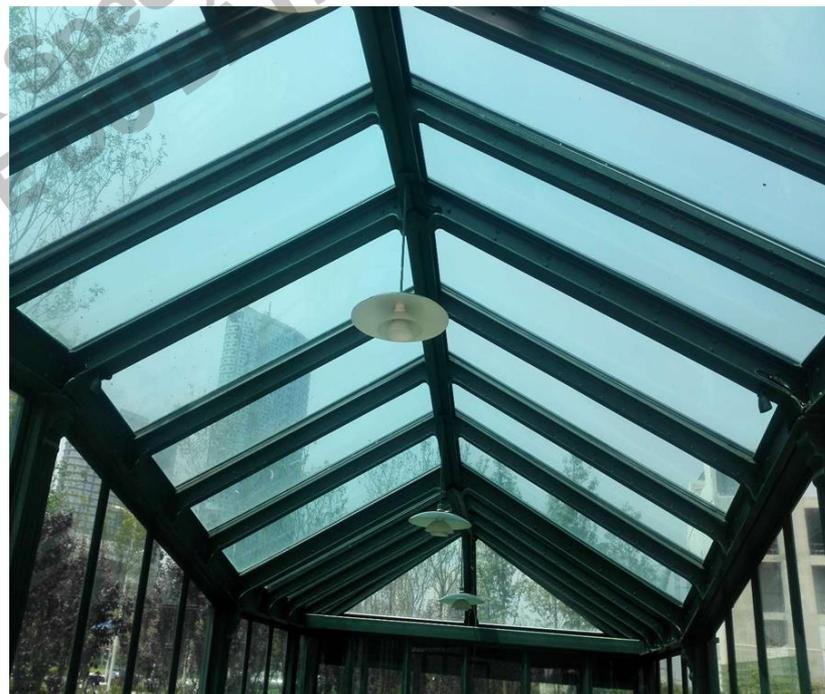
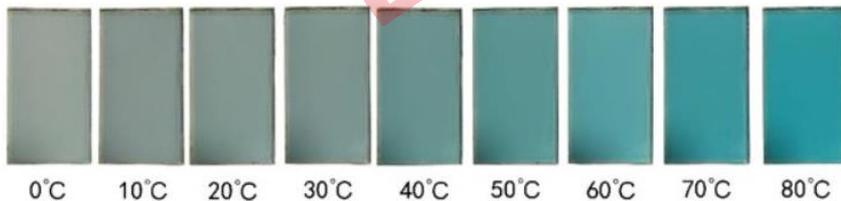
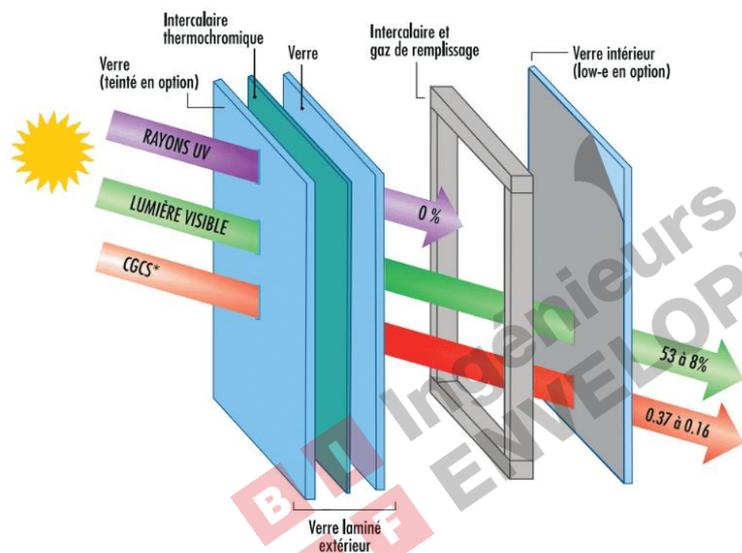
- Okalux



FACADES FONCTIONNELLES SANS STORES

PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE DYNAMIQUE NON ACTIVE

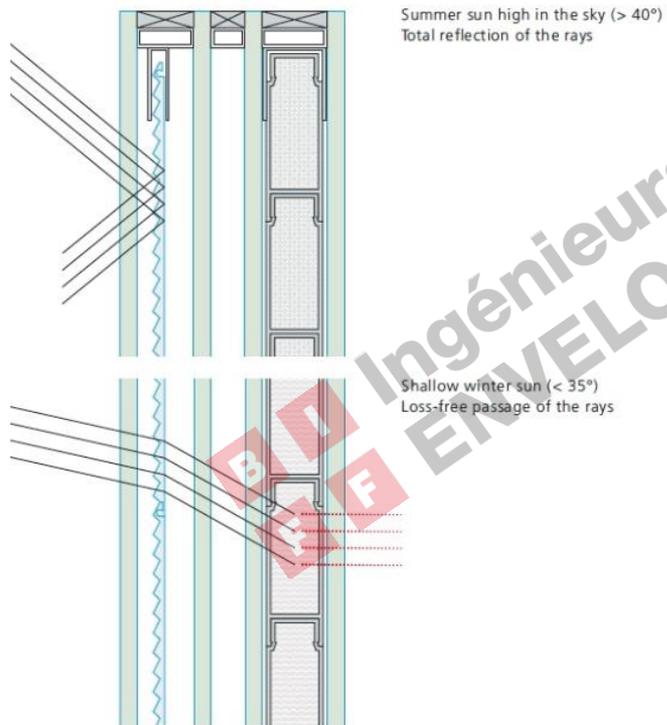
- Thermochrome



FACADES FONCTIONNELLES SANS STORES

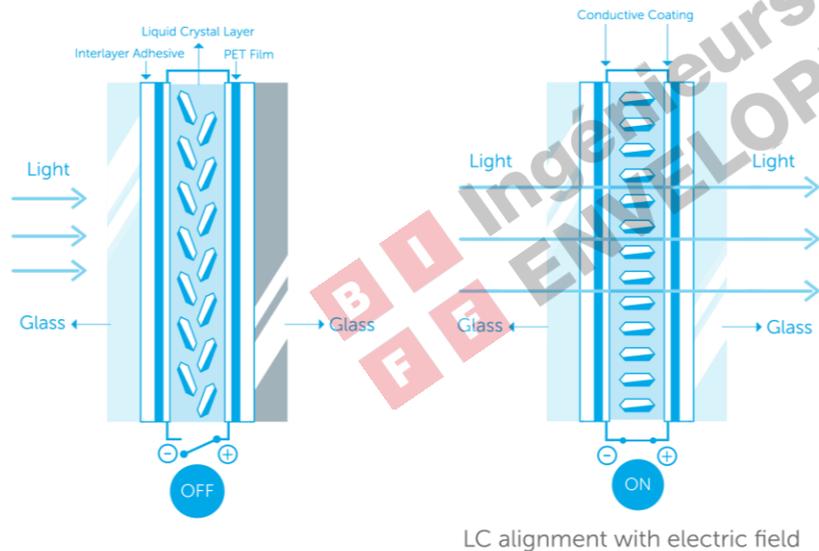
PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE DYNAMIQUE NON ACTIVE

- PCM (GlassX crystal)



PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE DYNAMIQUE ACTIVE

- Electrochrome
- Cristaux liquides



SYSTEMES PASSIFS, CONCEPTION

Eléments normatifs SIA 180:2014

Art. 5.2.4.10: Dans les bâtiments climatisés, les protections solaires sont commandées automatiquement.

Type d'espace	Fenêtres sur	Part vitrée de la façade pour protections solaires	
		à commande manuelle	à commande automatique
Habitation capacité thermique élevée	une seule façade	50 %	70 %
	plusieurs façades	30 %	50 %
Habitation capacité thermique moyenne	une seule façade	40 %	60 %
	plusieurs façades	30 %	40 %
Bureau, salle de réunion, école, capacité thermique moyenne	une seule façade		30 %
	plusieurs façades		30 %
Bureau, salle de réunion, école, capacité thermique élevée	une seule façade		40 %
	plusieurs façades		30 %

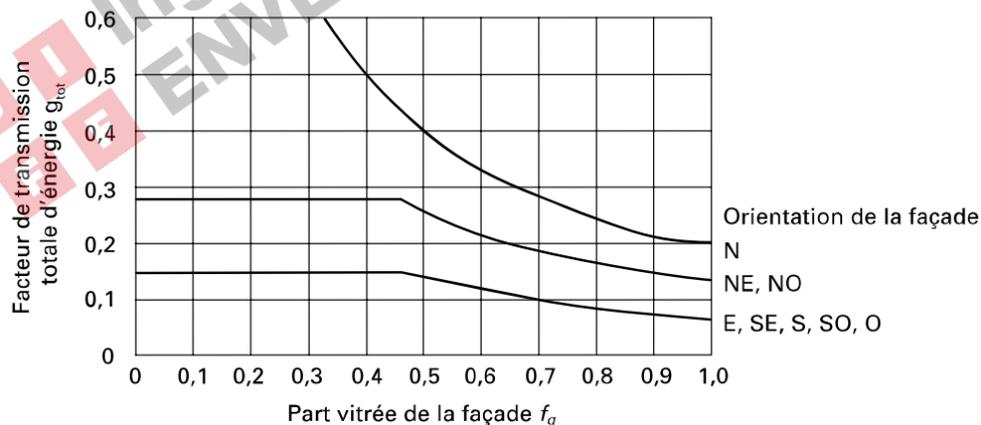
SYSTEMES PASSIFS, CONCEPTION

Eléments normatifs SIA 180:2014

Art. 5.2.2.1: Protections solaires extérieures mobiles de classe 6 de résistance au vent. Le coefficient de transmission énergétique global (vitrage et protection solaire) ne doit pas dépasser 0,10.

Art. 5.2.4.3: Les exigences sur les protections solaires mobiles peuvent être réduites en présence de protections solaires fixes. La vérification doit se faire pour chaque local. L'ombrage des bâtiments voisins peut être pris en compte.

Figure 12 Valeurs limites du facteur de transmission totale g_{tot} des fenêtres en façade avec protection solaire en fonction de la part vitrée de la façade et de son orientation



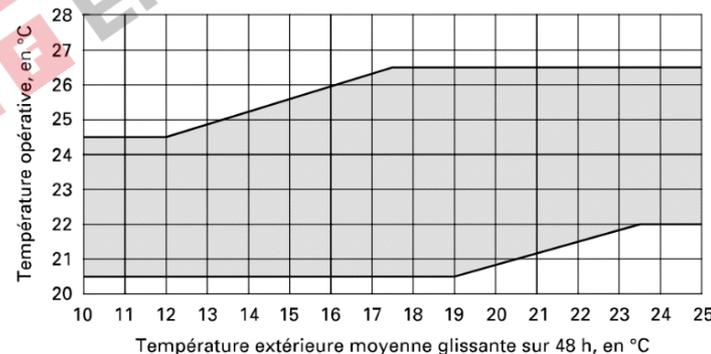
SYSTEMES PASSIFS, CONCEPTION

Eléments normatifs SIA 180:2014

Art. 5.2.6.1: Toute méthode dynamique de simulation permettant de calculer l'évolution de la température intérieure est autorisée pour cette procédure, à condition qu'elle satisfasse les critères suivants :

- tous les apports de chaleur sensible internes et externes sont pris en compte,
- la quantité de chaleur interne accumulée et restituée par la construction est calculée,
- la chaleur extraite ou apportée par la ventilation naturelle ou mécanique est indiquée,
- elle est validée selon SN EN ISO 13791 ou SN EN ISO 13792.

Figure 4 - Domaine admissible de la température opérative dans les espaces d'habitation ou administratifs lorsqu'ils sont chauffés, refroidis ou à ventilation mécanique, en fonction de la température extérieure moyenne glissante



CAS PRATIQUE – A-ONE

Calcul, optimisation et justification des protections solaires

Problématiques :

- Stores existants vétustes et pas adaptés
- Conséquence : surchauffe des locaux & abaissement régulier des stores (fermeture sur l'extérieur)

Objectifs :

- Se passer des stores à lamelles
- Ouvrir les bureaux sur l'extérieur
- Conserver la vue sur le lac



CAS PRATIQUE – A-ONE

Étude comparative de différentes solutions actives

- Stores plus résistants de type stores à lamelles ou stores toiles



- Verres dynamiques



- Verres avec stores intégrés



- Brise-soleils orientables



CAS PRATIQUE – A-ONE

Étude comparative de différentes solutions actives

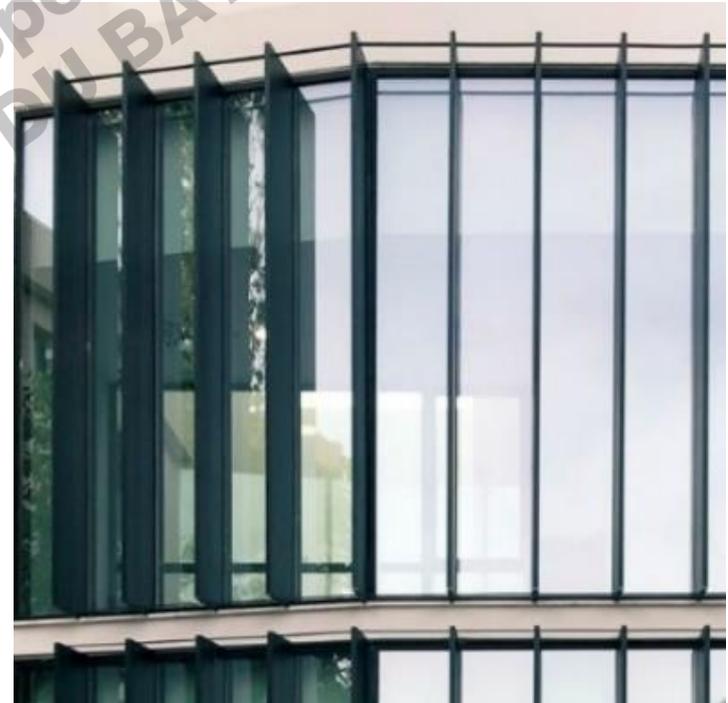
- Casquettes



- Verres avec faibles facteurs solaires



- Brise-soleils fixes



CAS PRATIQUE – A-ONE

Les exigences thermiques

Prise en compte des exigences de confort thermique pour les différentes orientations de façades

- Exigences SIA 180 en termes de facteur g
- Exigence SIA 180 pour le nombre d'heures d'inconfort au-dessus des 26.5°C

Figure 12 Valeurs limites du facteur de transmission totale g_{tot} des fenêtres en façade avec protection solaire en fonction de la part vitrée de la façade et de son orientation

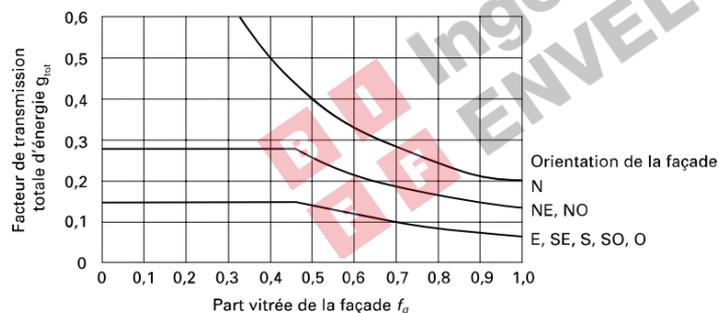
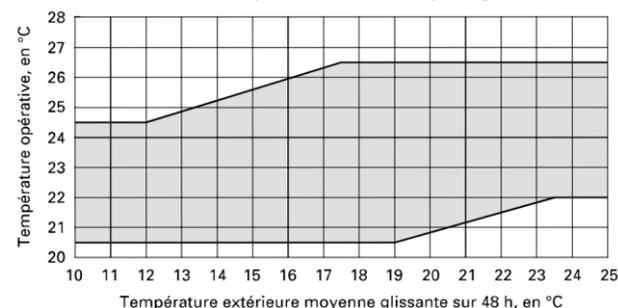


Figure 4 Domaine admissible de la température opérative dans les espaces d'habitation ou administratifs lorsqu'ils sont chauffés, refroidis ou à ventilation mécanique, en fonction de la température extérieure moyenne glissante



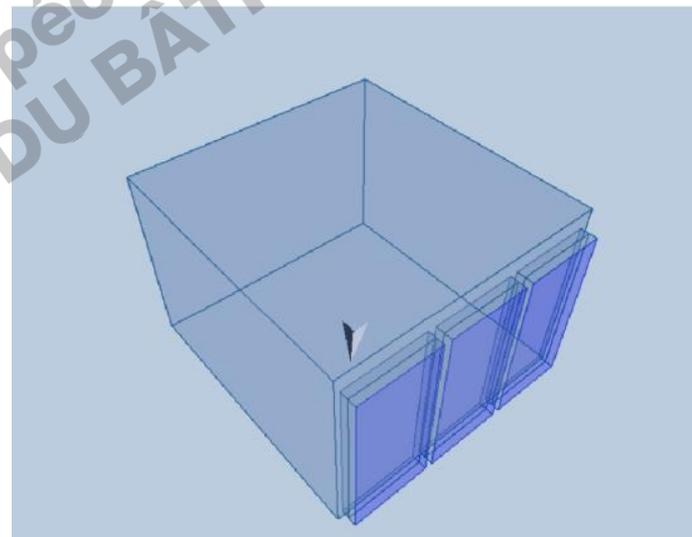
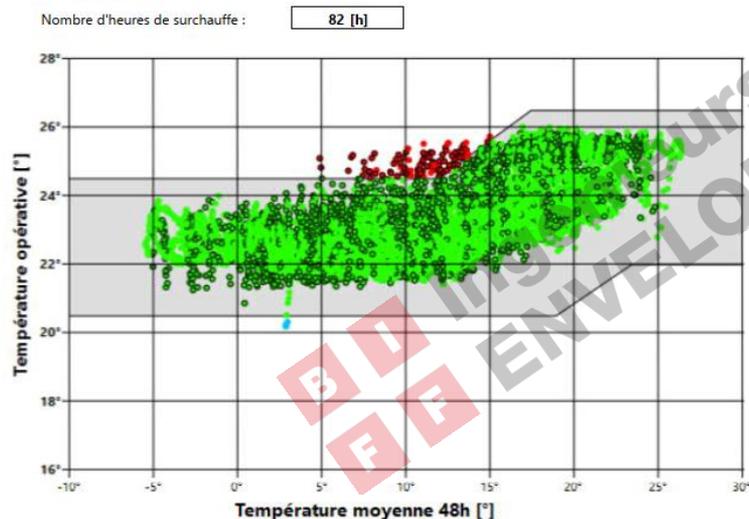
→ Tout en ayant un objectif d'amélioration de la situation existante.

CAS PRATIQUE – A-ONE

1^{ère} étape - Étude des exigences thermiques par orientation pour le bâtiment et détermination d'un facteur g moyen par façade

3.3 Risque de surchauffe

Zone de confort: SIA 382/1 :



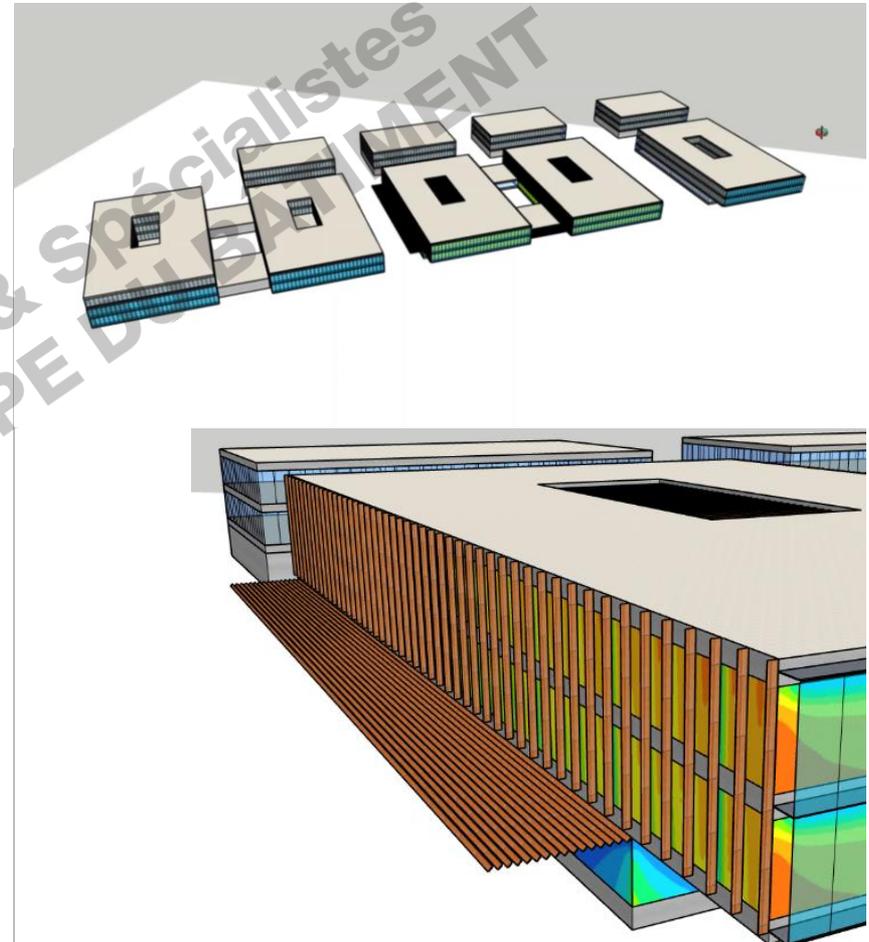
	Facteur g Méthode 2	Inconfort (heures) - Dial+ Méthode 3
Exigences SIA	0.18	< 100 heures

CAS PRATIQUE – A-ONE

2^{ème} étape - Simulation 3D

Étude du facteur solaire moyen sur chaque orientation de façade en faisant varier les données d'entrée des brise-soleils afin de respecter les exigences réglementaires calculées précédemment :

- Espacement entre lames
- Profondeur des lames
- Matérialité des lames
- Couleurs
- Orientation

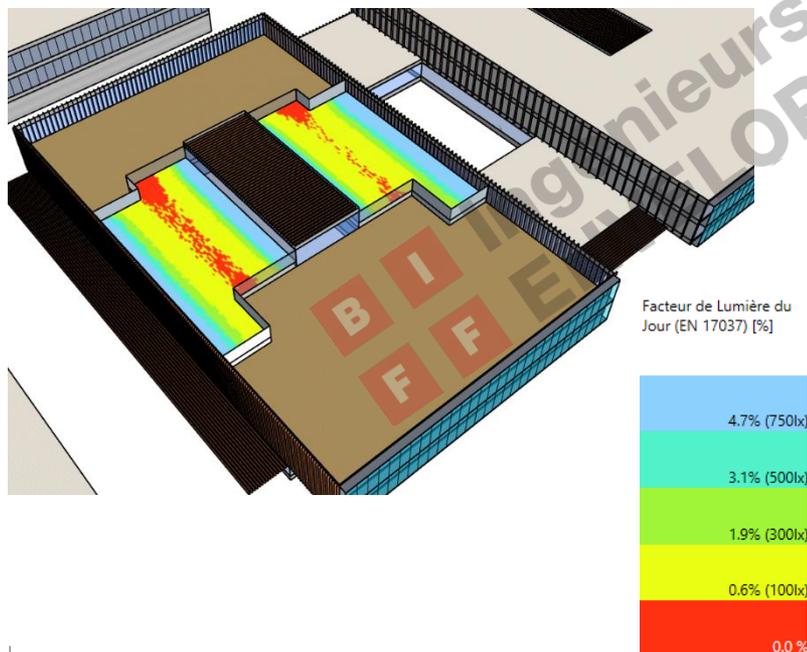


CAS PRATIQUE – A-ONE

3^{ème} étape – Coordination et calculs paramétriques entre les exigences SIA et les résultats du modèle 3D

Confirmer le respect de la norme SIA

Exemple de résultats obtenus



Nord-Ouest

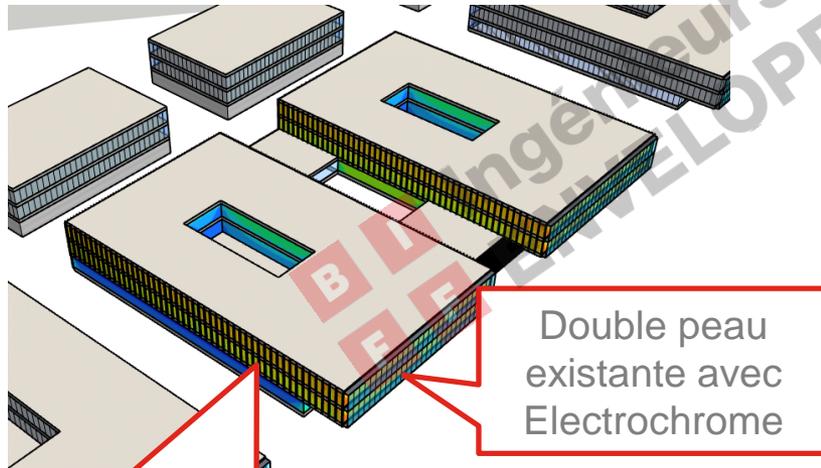
	Facteur g Méthode 2	Inconfort (heures) - Dial+ Méthode 3
Exigences SIA	0.18	< 100 heures
Existant - Store + verre	0.06	420
Projet - Casquette + vitrage	0.42	8

- Considérations : Il s'agit d'un bâtiment existant, par conséquent les travaux trop onéreux n'apporteraient qu'une faible plus-value.

CAS PRATIQUE – A-ONE

3^{ème} étape – Solutions

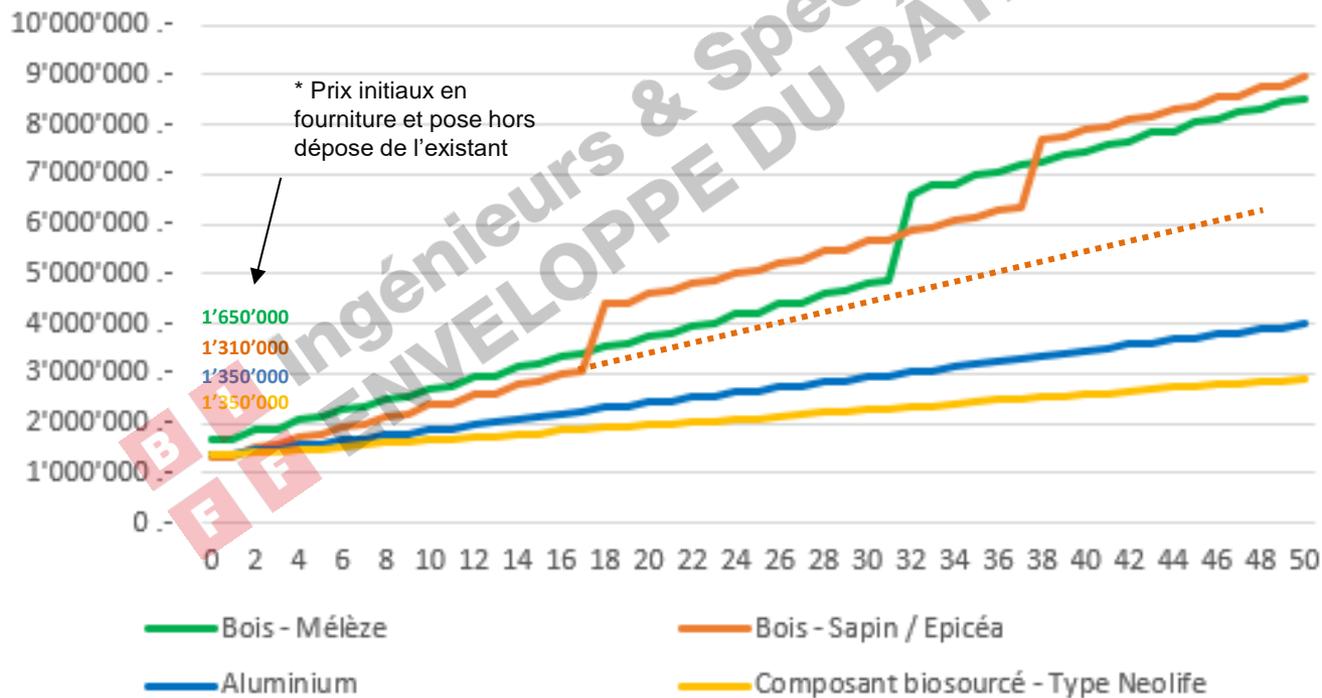
Solutions actives et passives déterminées en fonction des orientations des façades et des exigences d'exploitation du bâtiment.



- **Façade sud** donnant sur le lac : vitrage dynamique de manière à conserver la vue.
- **Façades ouest** étant la plus exposée : brise-soleils motorisés, afin de contrer les apports solaires lors des heures les plus chaudes.
- **Façades nord** : ne reçoit que peu d'apports solaires, des brise-soleils fixes peu profonds et espacés sont suffisants
- **Façade est** : contrer les apports solaires du matin, les brise-soleils fixes et orientés permettent d'atteindre les exigences

CAS PRATIQUE – A-ONE

4^{ème} étape – Analyse de coût de cycle de vie Lames brise-soleil



AUTRES PROJETS

Mobilière Nyon

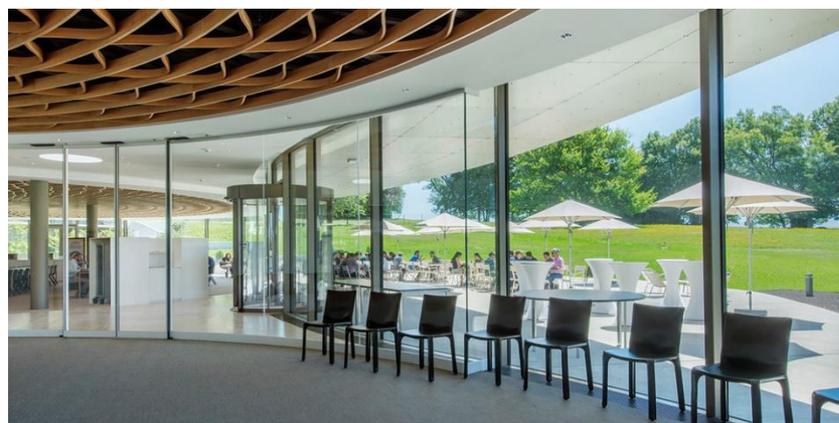
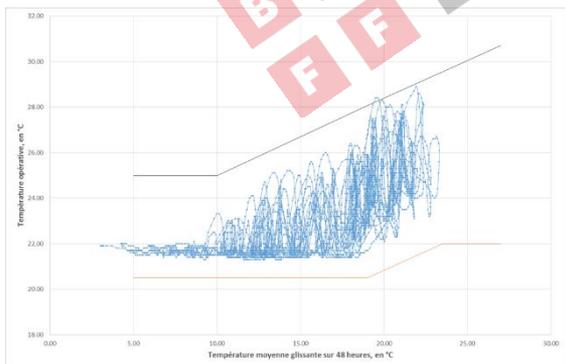
- Verre cintré sélectif HP Neutral 50/32
- Store toile intérieur
- Casquette protection passive

Transmission lumineuse (EN 410 - 2011)

Transmission [%]	$\tau_v = 38.7$	Facteur Solaire [%]	$g = 26.0$
Réflexion extérieur [%]	$\rho_v = 26.8$	shading coefficient [g/0.87]	$sc = 0.30$
Réflexion intérieur [%]	$\rho_v = 29.8$	Transmission énergétique directe [%]	$\tau_e = 20.3$
Indice de rendu de couleur	$R_a = 94.0$	Reflexion énergétique directe extérieur [%]	$\rho_e = 43.9$
		Reflexion énergétique directe intérieur [%]	$\rho_e = 42.8$

Propriétés thermiques (EN 673 - 2011)

Valeur U [W/(m²K)]	Inclinaison $\alpha = 90^\circ$	Absorption énergétique [%]	$a = 35.8$
conformément à la norme EN:	$U_g = 0.6$	Transmission UV [%]	$\tau_{uv} = 0.2$
		Transmission énergétique secondaire [%]	$q_i = 5.7$



NECESSITE PROTECTIONS SOLAIRES

- Conception climatique architecturale
- Orientation
- Surface fenêtres
- Esthétique-architecture
- Éléments de protection passive
- Proposition des options de protection passive
- Calcul paramétrique et optimisation
- Calcul confort
- Calcul charges entretien
- Calcul bilan carbone

BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT



INGÉNIERIE FAÇADE



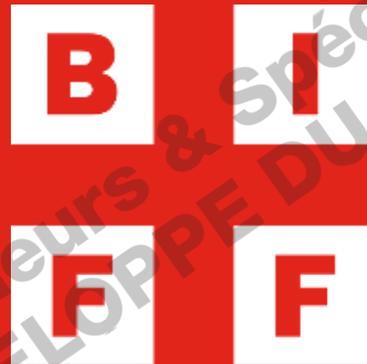
PHYSIQUE DU BÂTIMENT



DIRECTION DE TRAVAUX



EXPERTISES



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch

3RD BUILDING FACADES INNOVATION CHALLENGE 2024

To present an innovation for the building facade industry, an environmental contribution, or a special facade design. Think outside the box and show us your unique perspective regarding facade architecture and the industry.



KINETIC SOLAR ENVELOPE

Mme. Christina Koukelli
ARUP

B I Ingénieurs & Spécialistes
F F ENVELOPPE DU BÂTIMENT

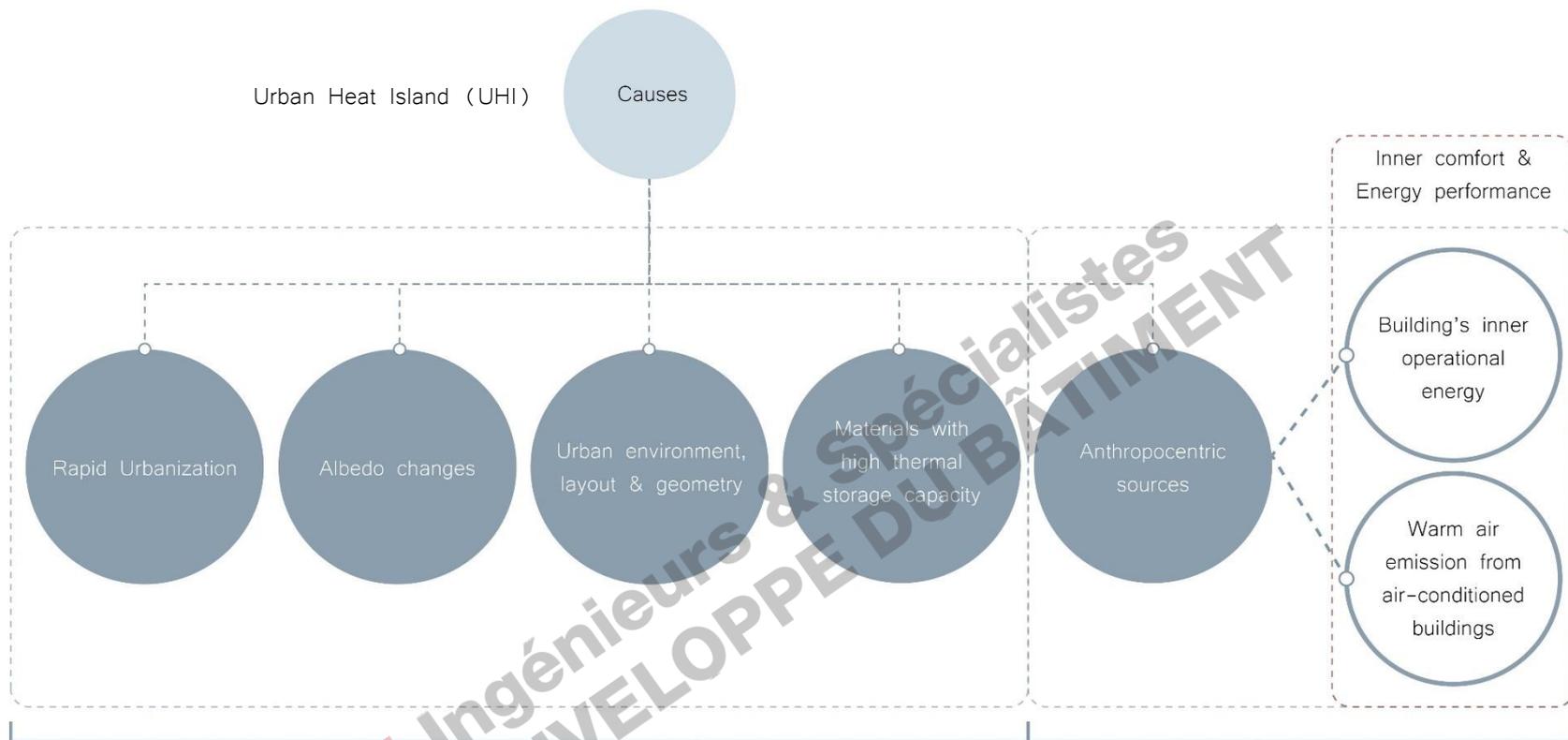
KINETIC SOLAR ENVELOPE

SHAPE MEMORY ALLOY-BASED DESIGN OF
AUTOREACTIVE FAÇADE SYSTEMS

CHRISTINA KOUKELLI
ARUP

BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Urban Heat Island (UHI)



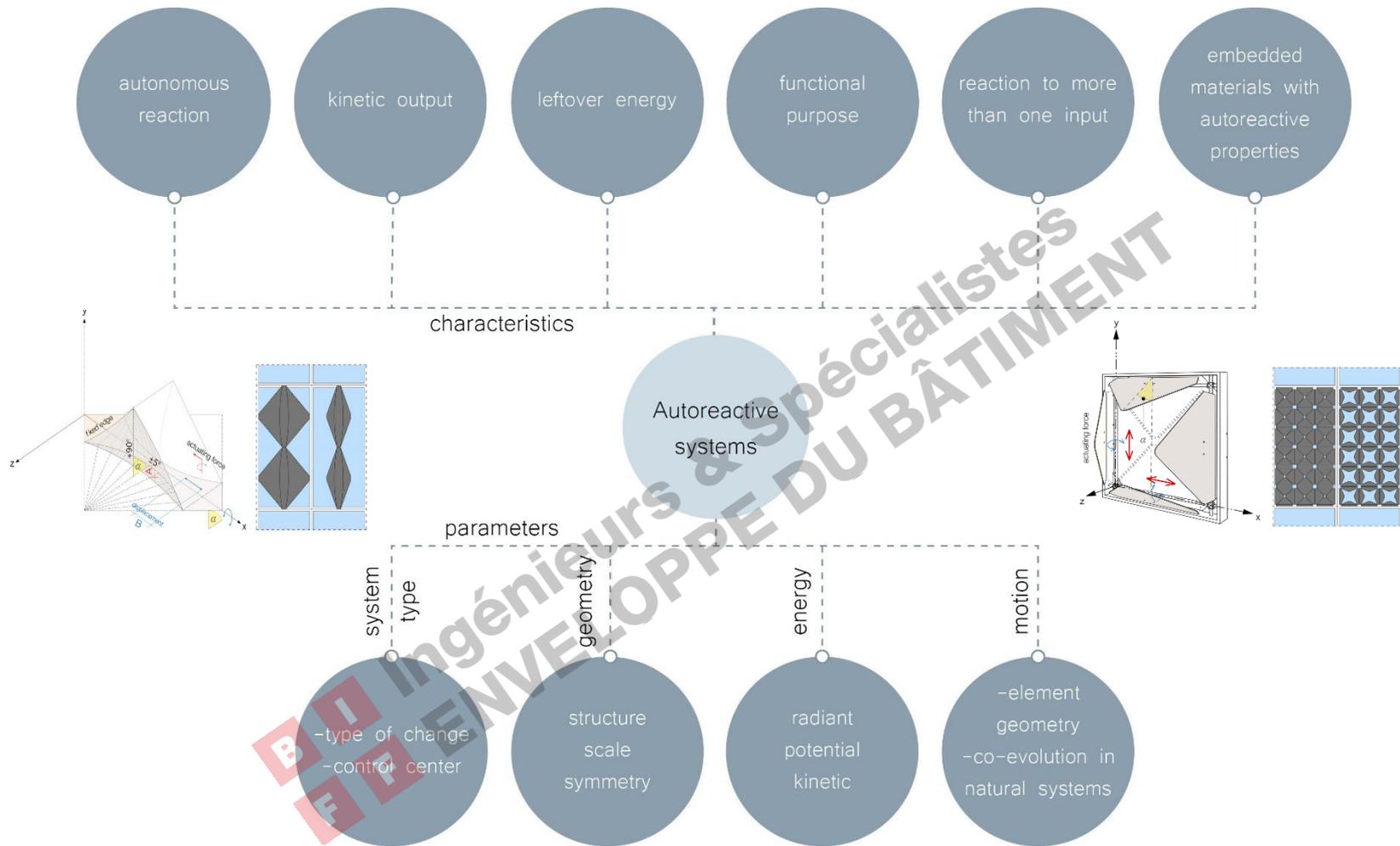
direct impact

indirect impact

Problems

- Energy
- Environmental
- Health
- Economic

Urban Heat Island (UHI) effect



Thermo-responsive Shape Memory Alloys (SMAs)

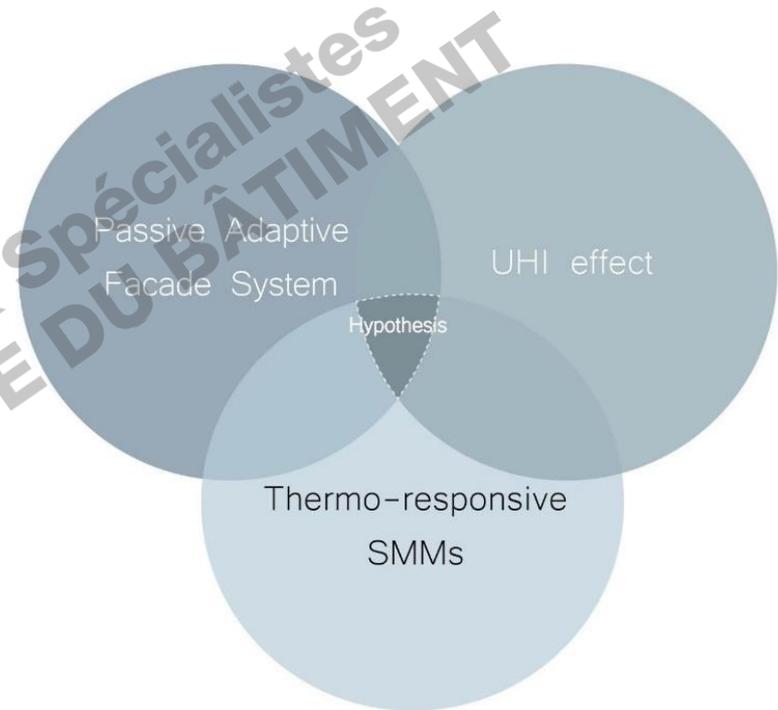
RESEARCH QUESTIONS

Urban Heat Island (UHI) –
Shape Memory Materials (SMM)
façade integration

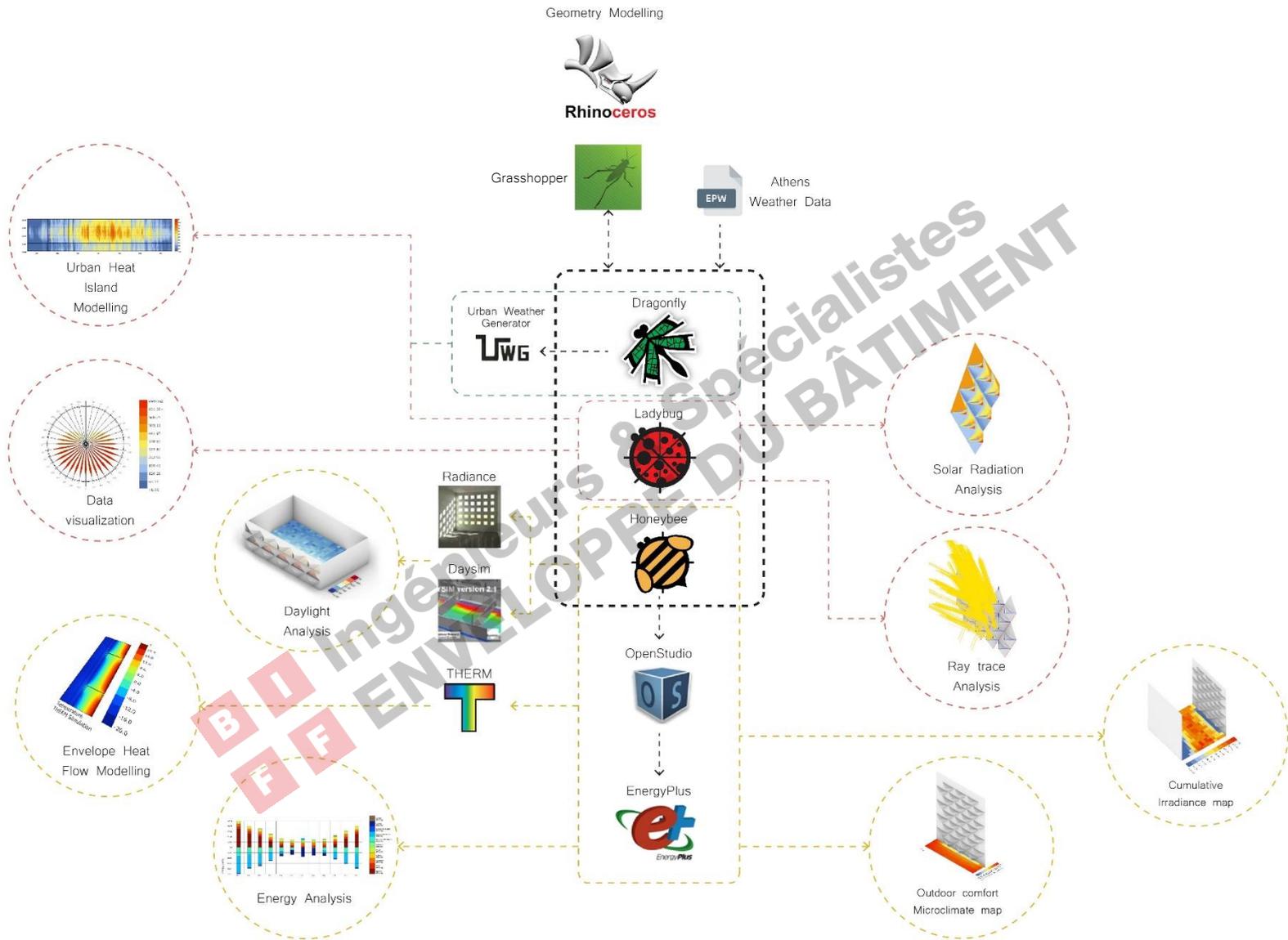
“What is the impact of thermo-responsive SMM-integrated technologies on the building’s environmental and energy performance”

and

“To what extent can they contribute to the reduction of the UHI effect in a Mediterranean climate?”

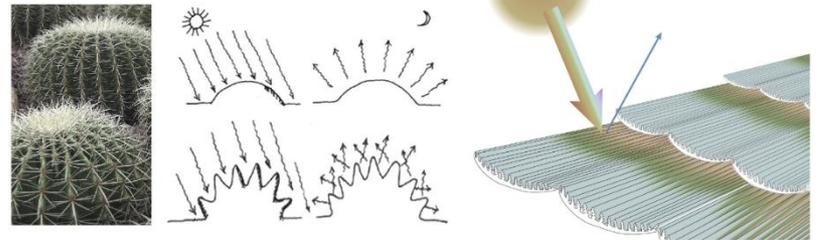
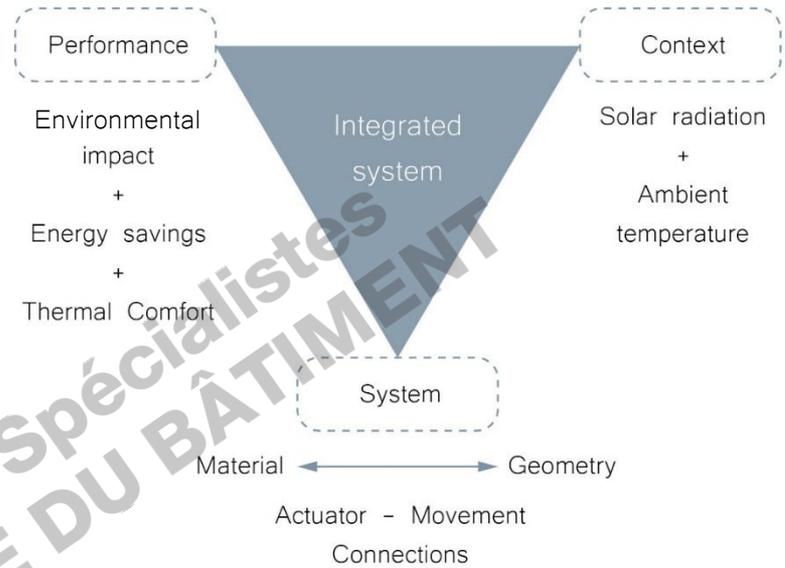
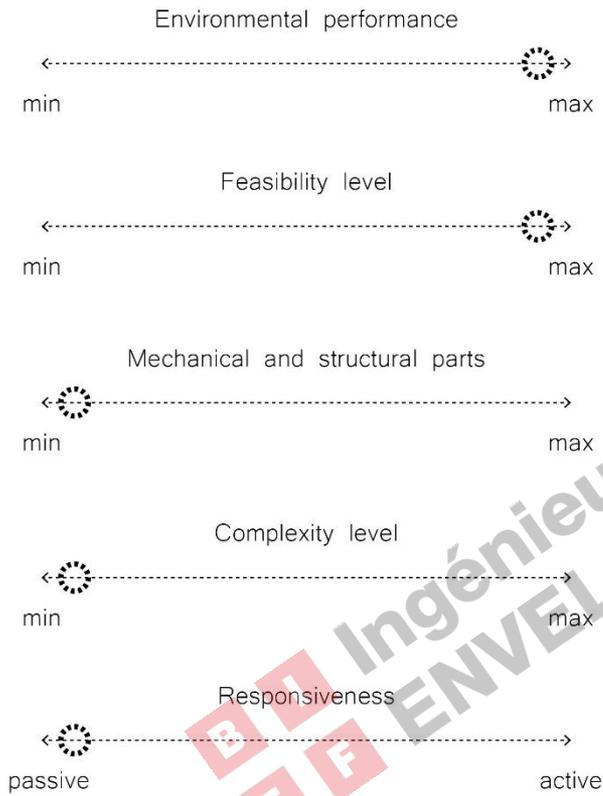


FF Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT



B I Ingénieurs & Spécialistes
F F ENVELOPPE DU BÂTIMENT

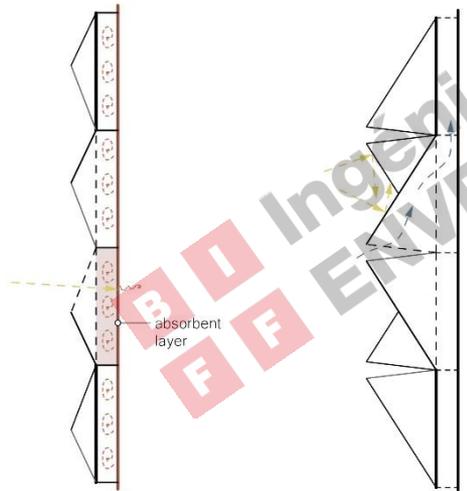
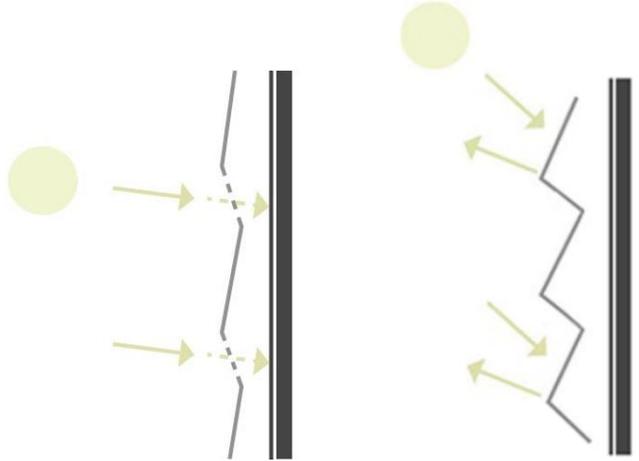
Design goals



- **Performance design goals and principles**
- **Bio-inspiration and geometry exploration**

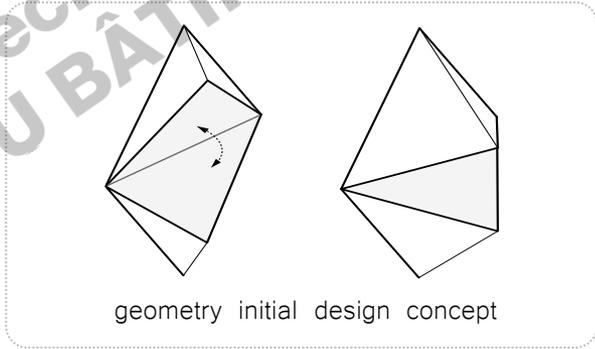
winter situation

summer situation



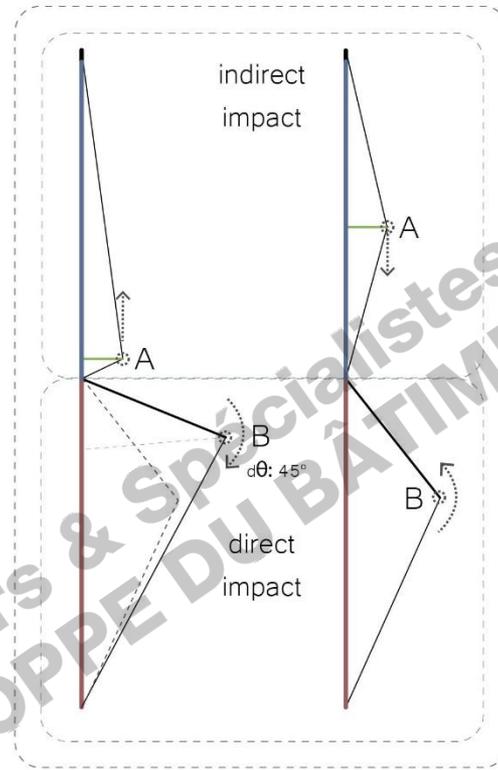
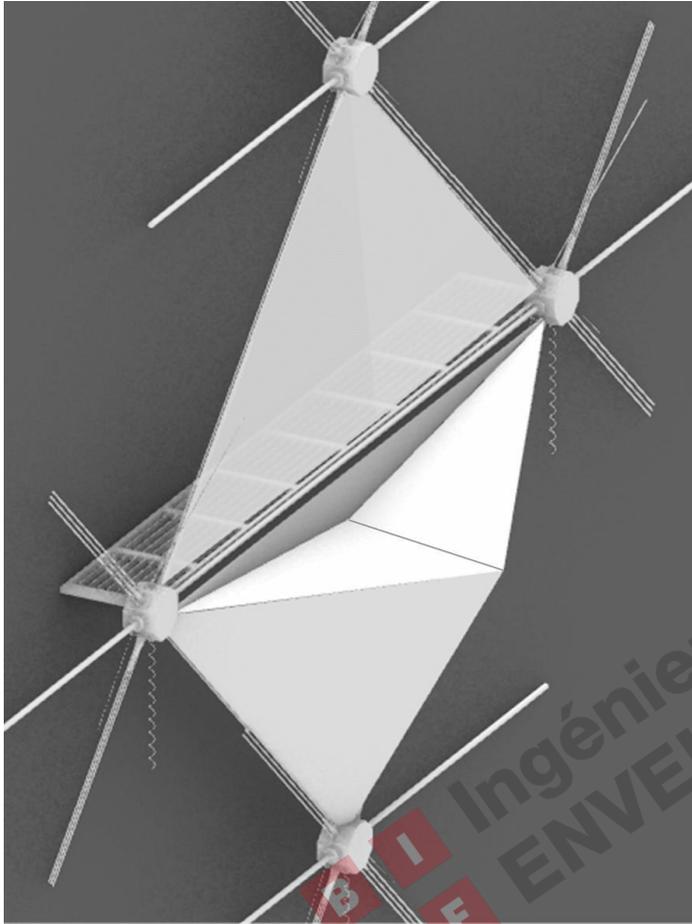
stack effect
direct solar absorption

cavity ventilation
solar reflection



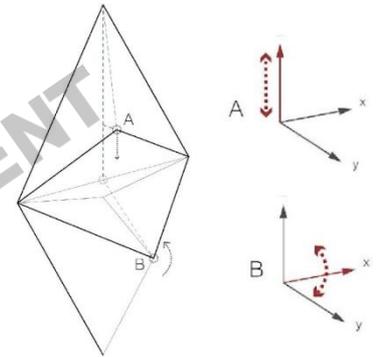
geometry initial design concept

Preliminary conceptual design



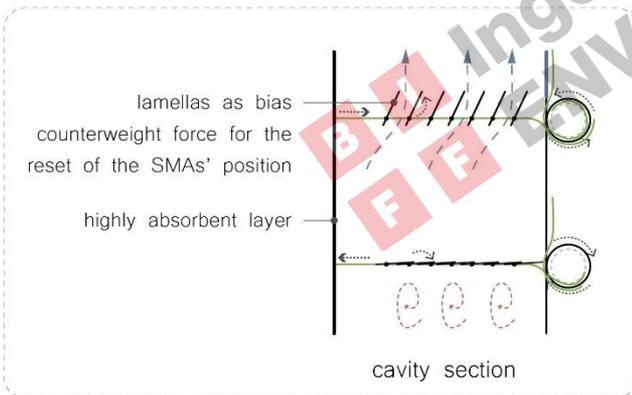
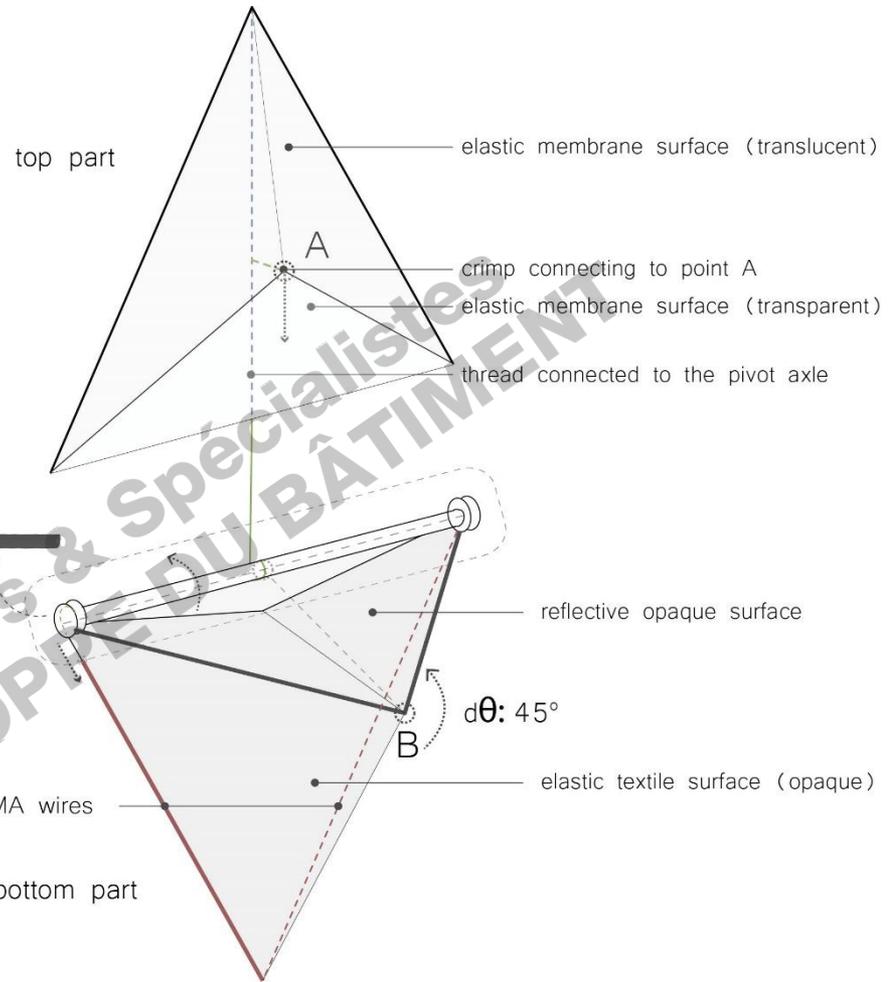
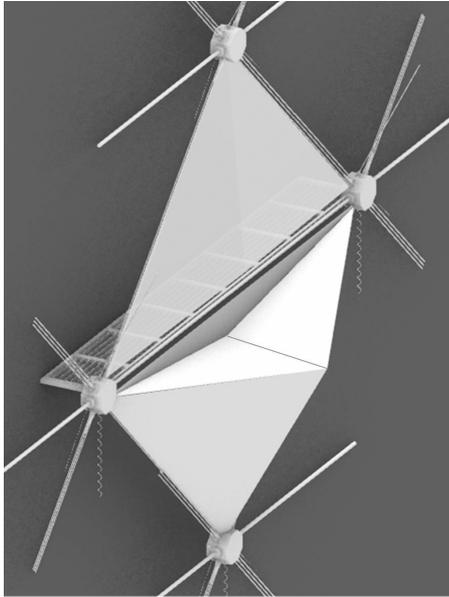
side view

closed end position open end position



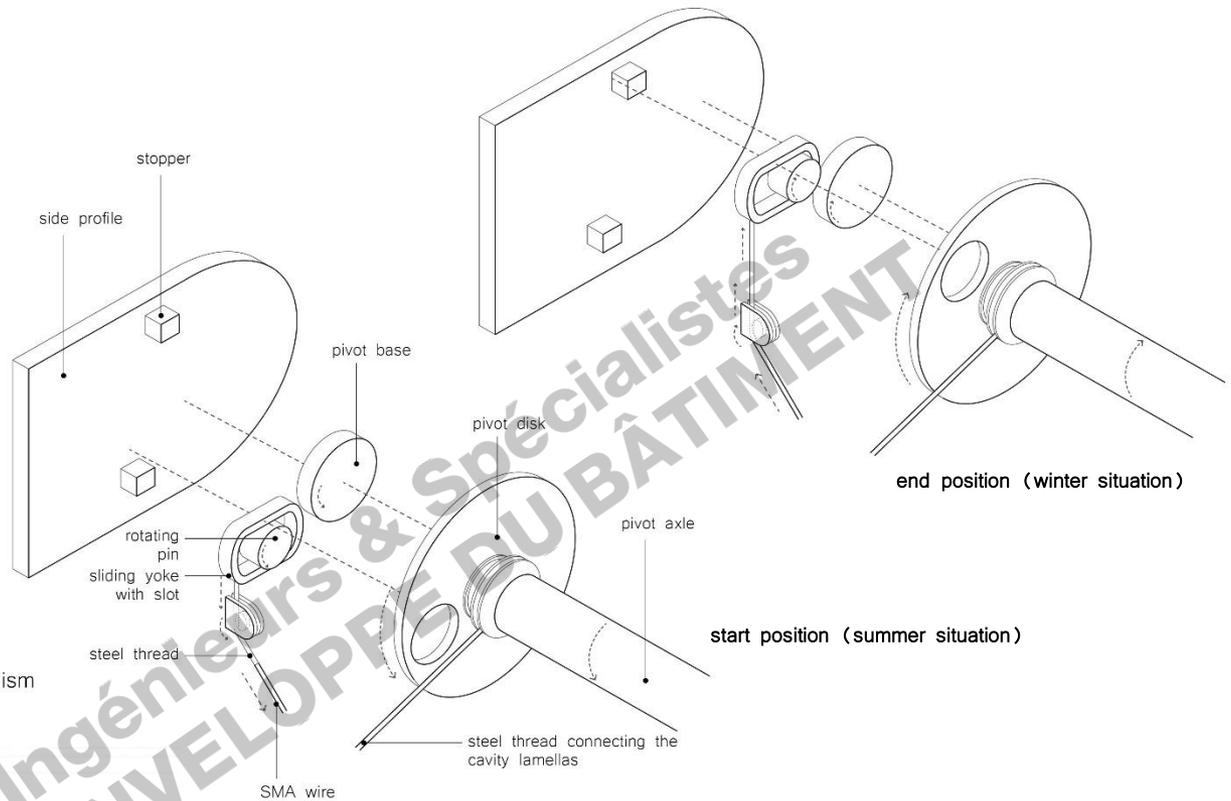
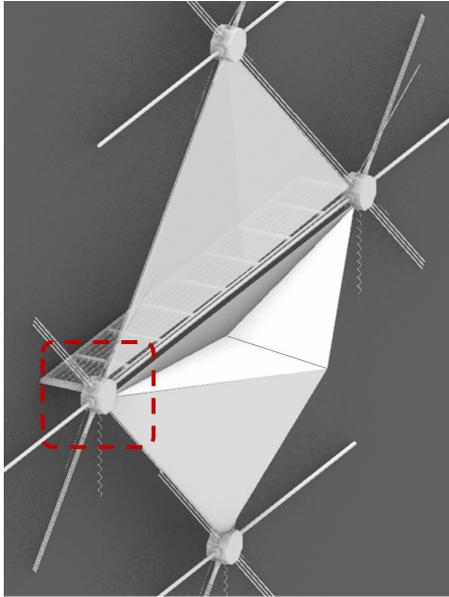
Concept development

- **Shape Memory Alloy (SMA) mechanism function**



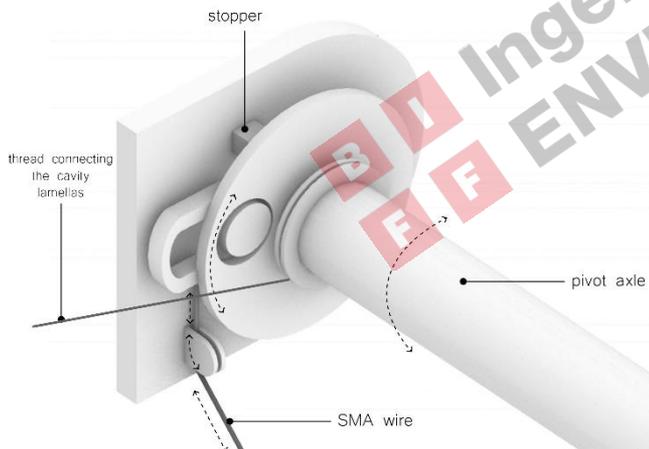
Concept development

- Shape Memory Alloy (SMA) mechanism function**



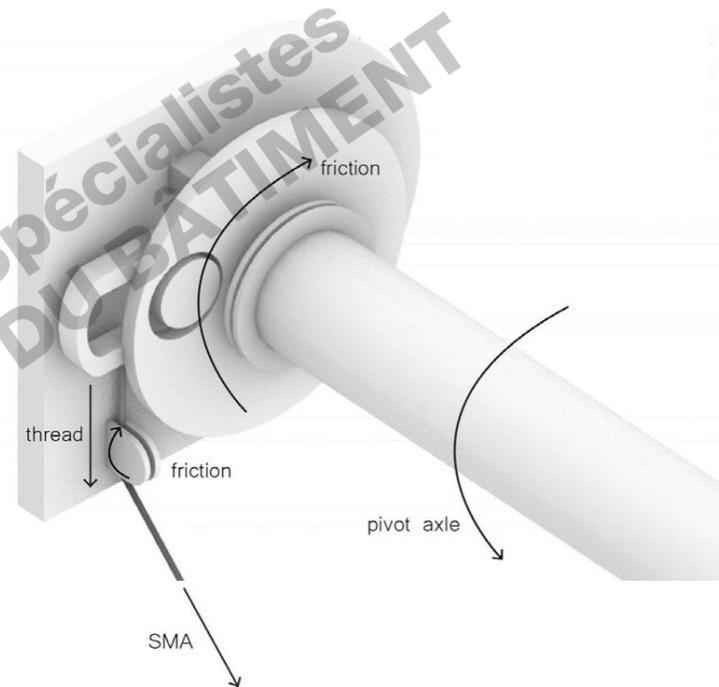
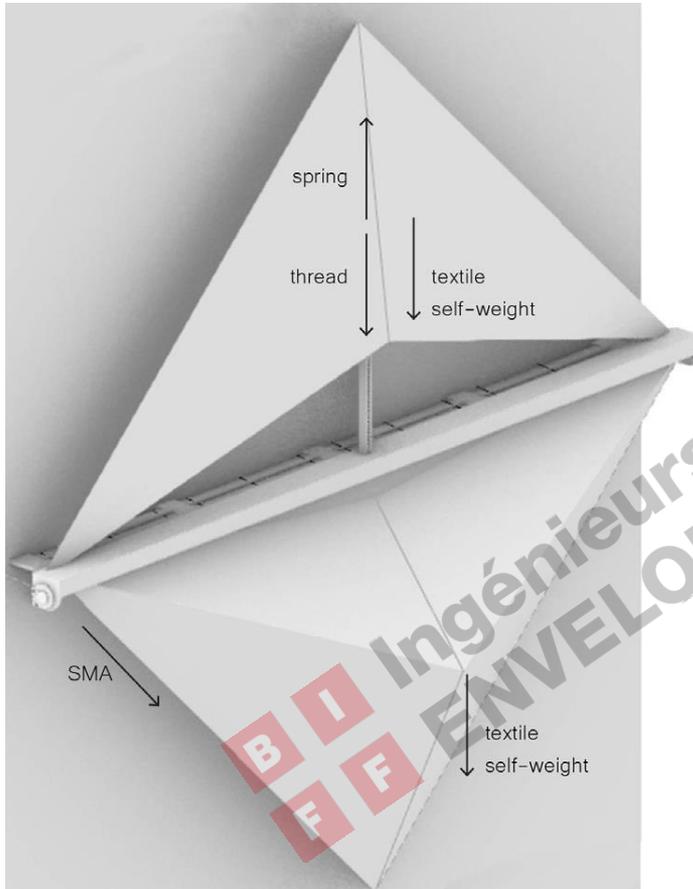
start position (summer situation)

Scotch Yoke pivot mechanism

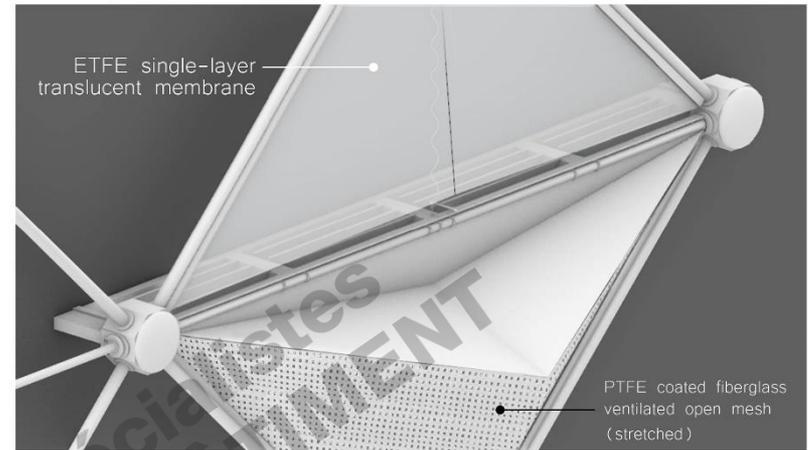
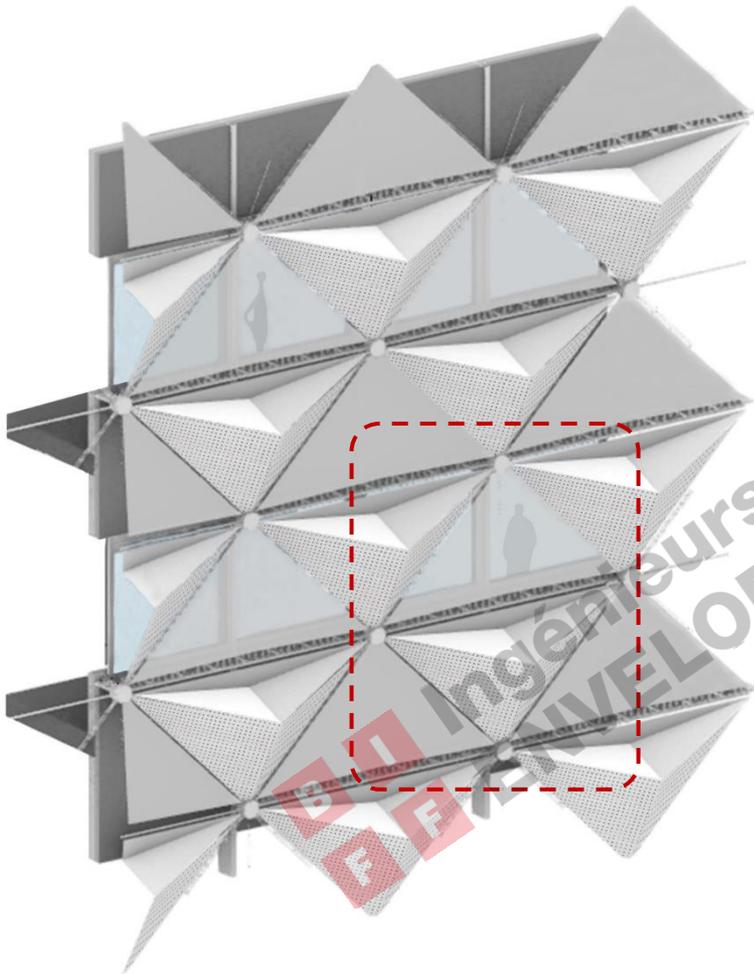


Component development

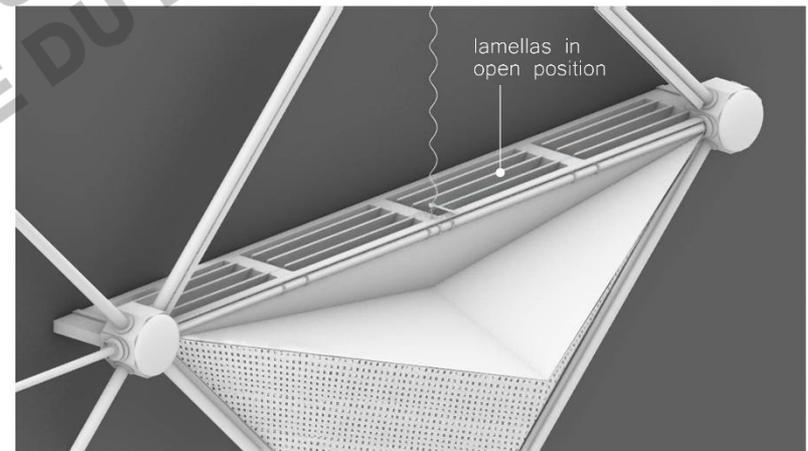
- **Shape Memory Alloy (SMA) mechanism elements**



- **Bottom textile self-weight \leftrightarrow Top textile self-weight**
- **Lamellas self-weight \leftrightarrow Pivot axle force**
- **Spring force \leftrightarrow SMA force**
- **Friction \leftrightarrow Threads force**

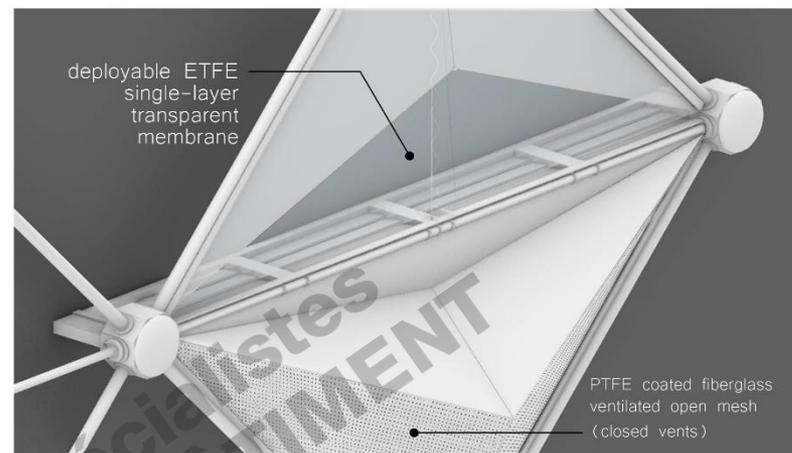
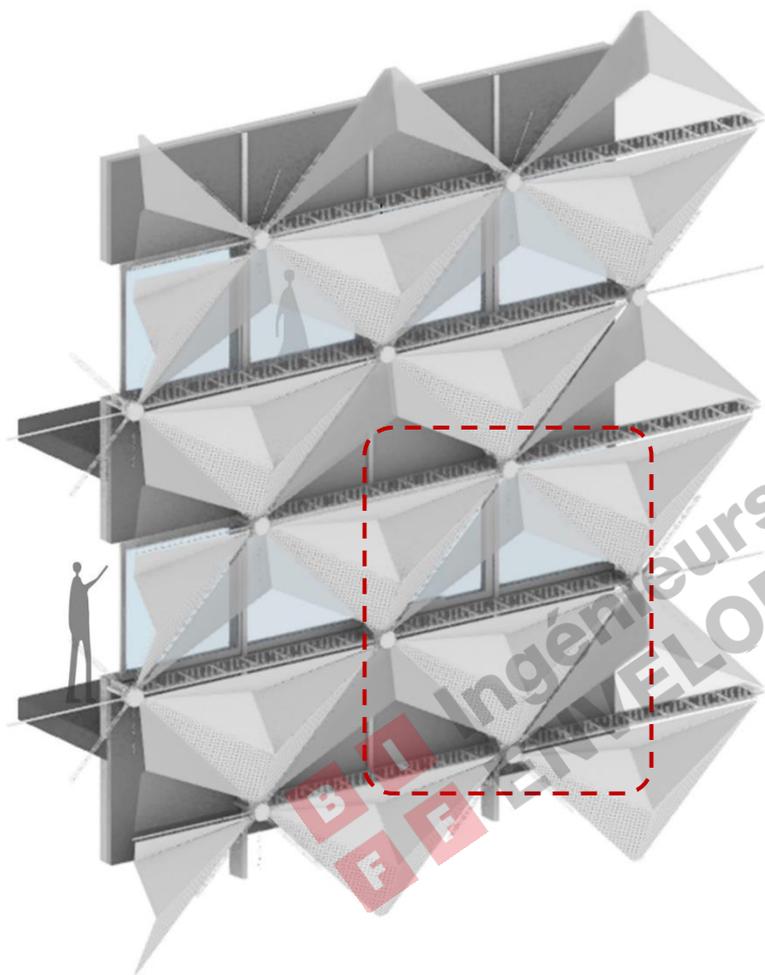


top mechanism zoom-in

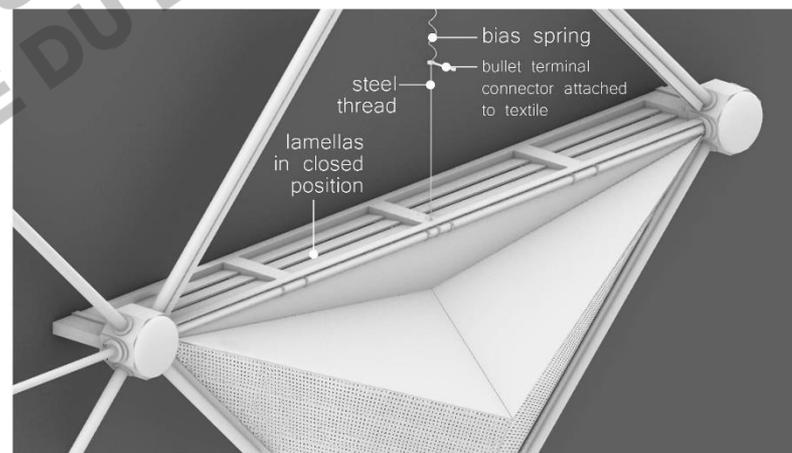


Façade integration

- **Summer situation**

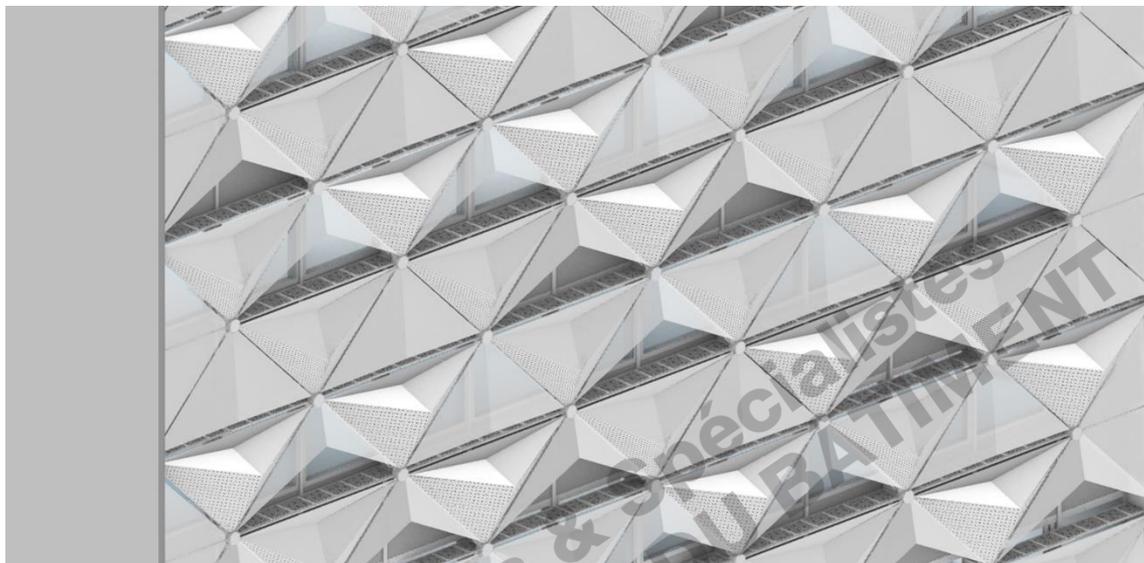


top mechanism zoom-in

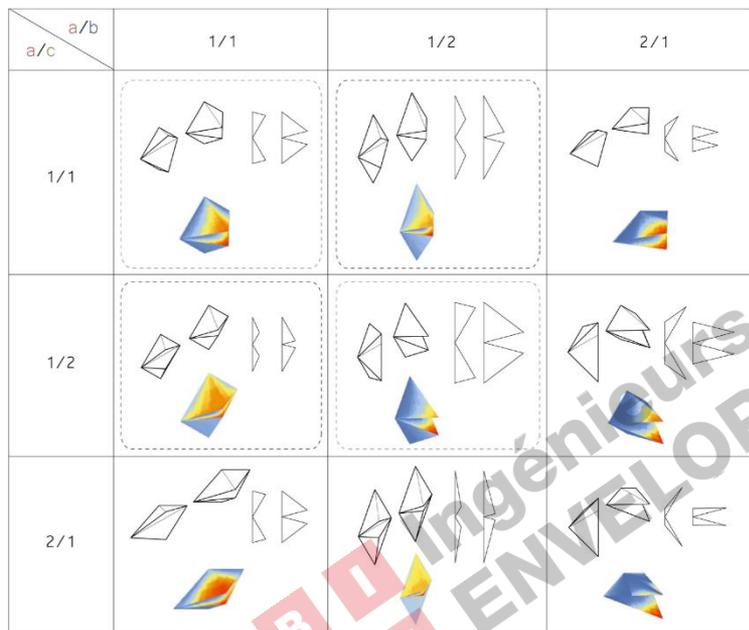


Façade integration

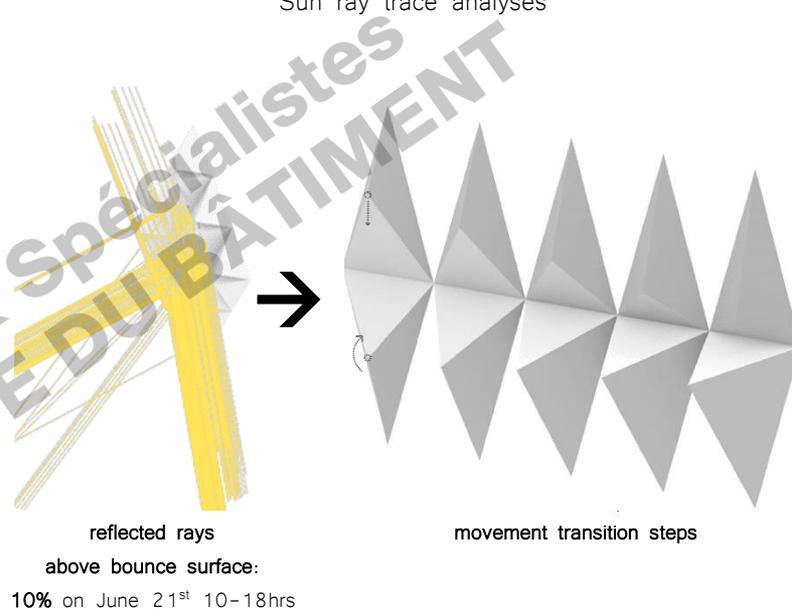
- **Winter situation**



Solar radiation analyses

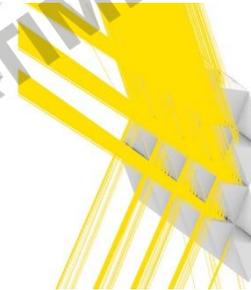
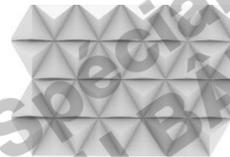
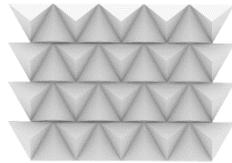


Sun ray trace analyses



Urban Heat Island (UHI) direct impact evaluation

- Component level – Preliminary analyses**



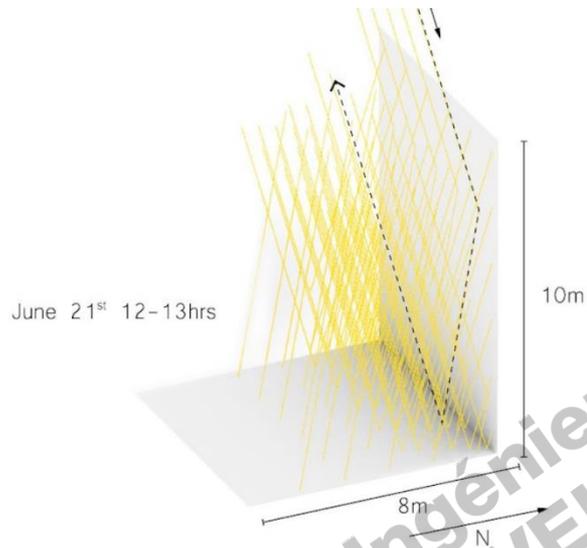
Horizontal arrangement
reflected rays:
75% on June 21st 12hrs
85% on June 21st 16hrs

Diagonal arrangement
reflected rays:
85% on June 21st 12hrs
70% on June 21st 16hrs

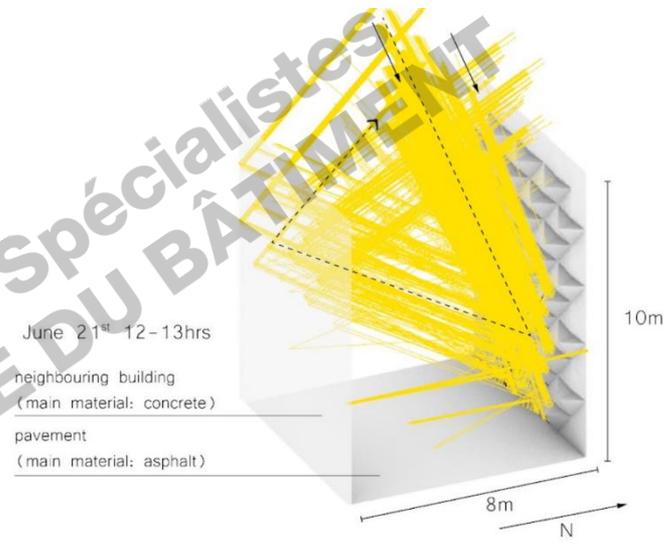


Urban Heat Island (UHI) direct impact evaluation

- **Façade level – Sun ray trace analyses**



Standard façade (summer)



Façade design (summer)

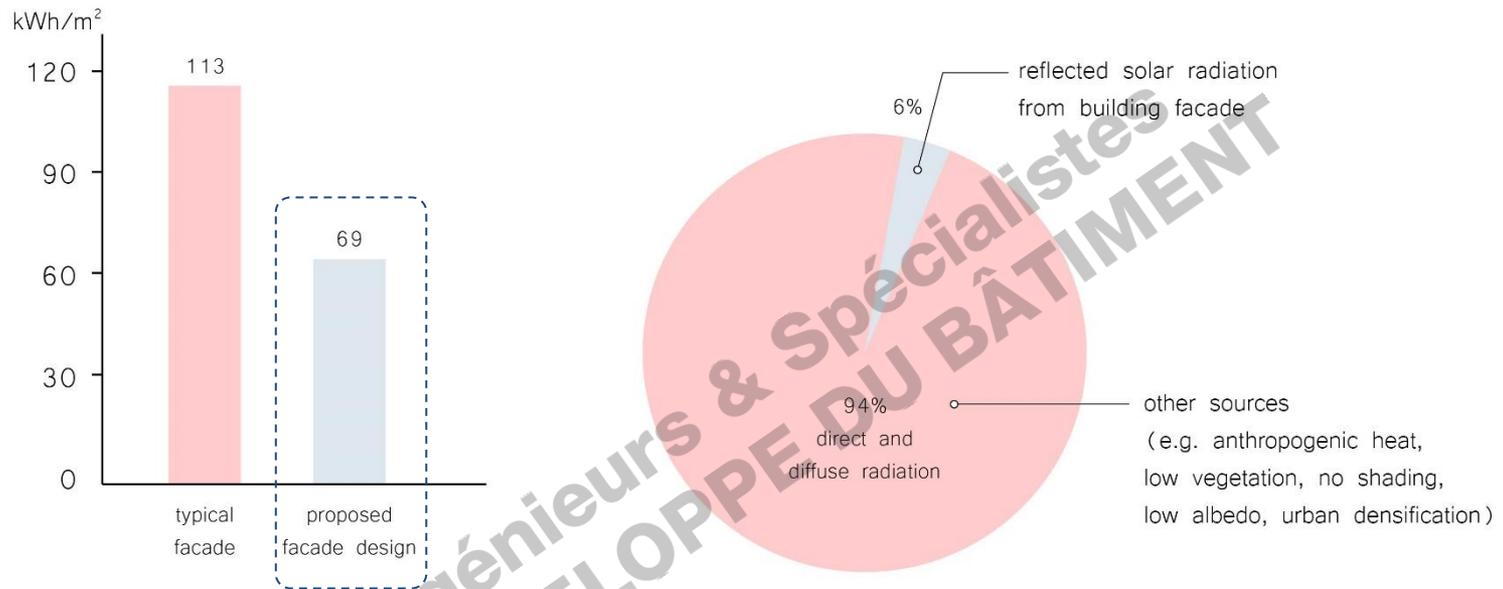
Urban Heat Island (UHI) direct impact evaluation

- **Urban level – Sun ray trace analyses**

Facade type	Standard facade	Facade design
Glazing ratio		
Radiation values	Top view grid results	
Cumulative radiation (1) (direct, diffuse and reflected)	<p>Total per m^2: 1131 kWh/m^2</p>	<p>Total per m^2: 1088 kWh/m^2</p>
Direct and diffuse radiation (2)	<p>Total per m^2: 1018 kWh/m^2</p>	<p>Total per m^2: 1019 kWh/m^2</p>
Reflected radiation (1)-(2)	Total per m^2 : 113 kWh/m^2	Total per m^2 : 69 kWh/m^2
Axo view grid results		

Urban Heat Island (UHI) direct impact evaluation

- **Urban level – Reflected radiation at street level / Microclimate analysis**

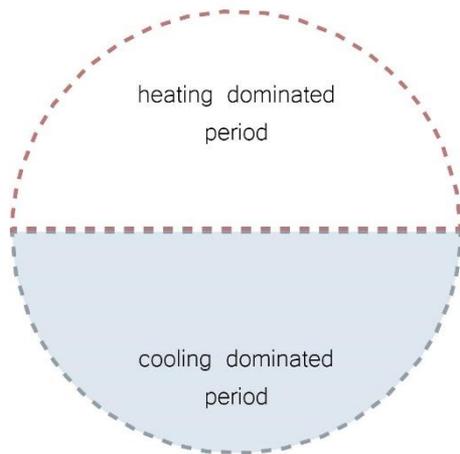


building's direct UHI impact footprint based on the reflective radiation to the street level

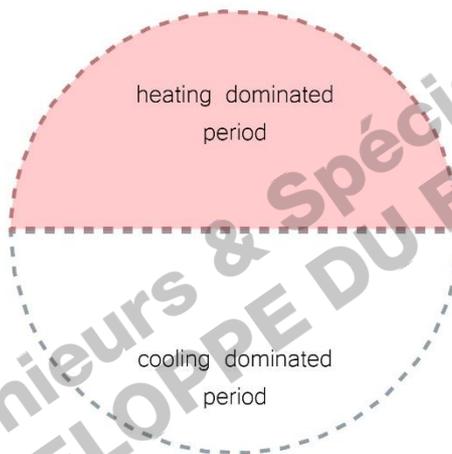
cumulative solar radiation distribution in the urban microclimate

Conclusions

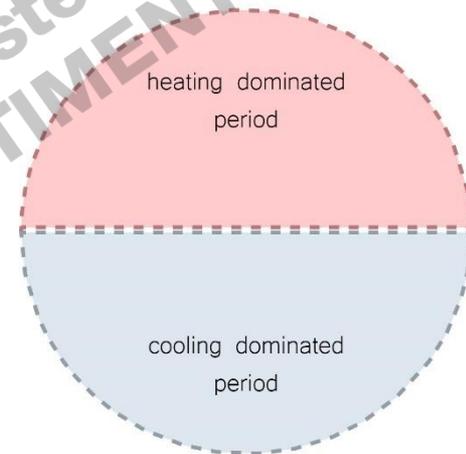
- **Direct impact evaluation**



typical shading devices



typical double skin
glazed facade

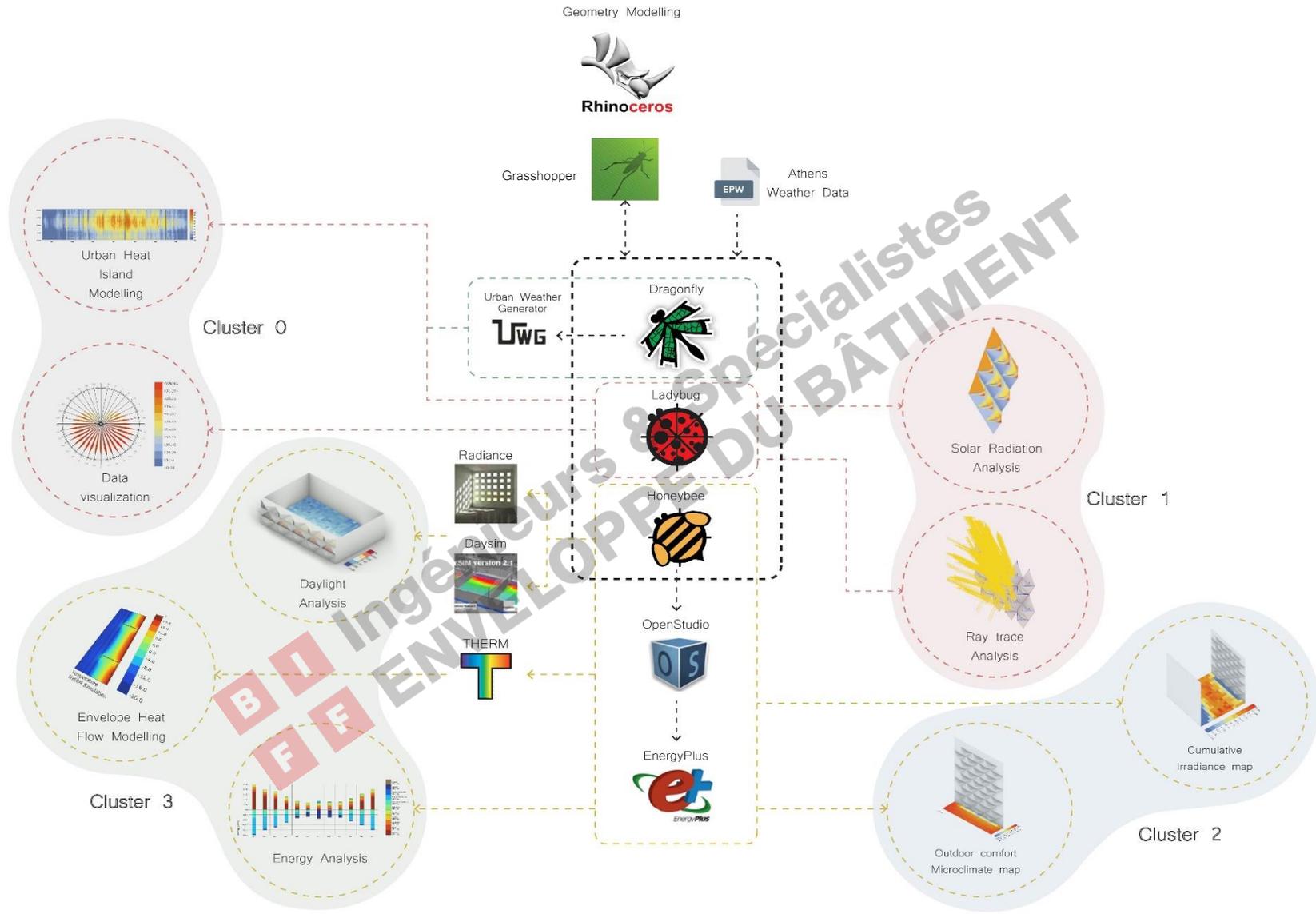


proposed facade design

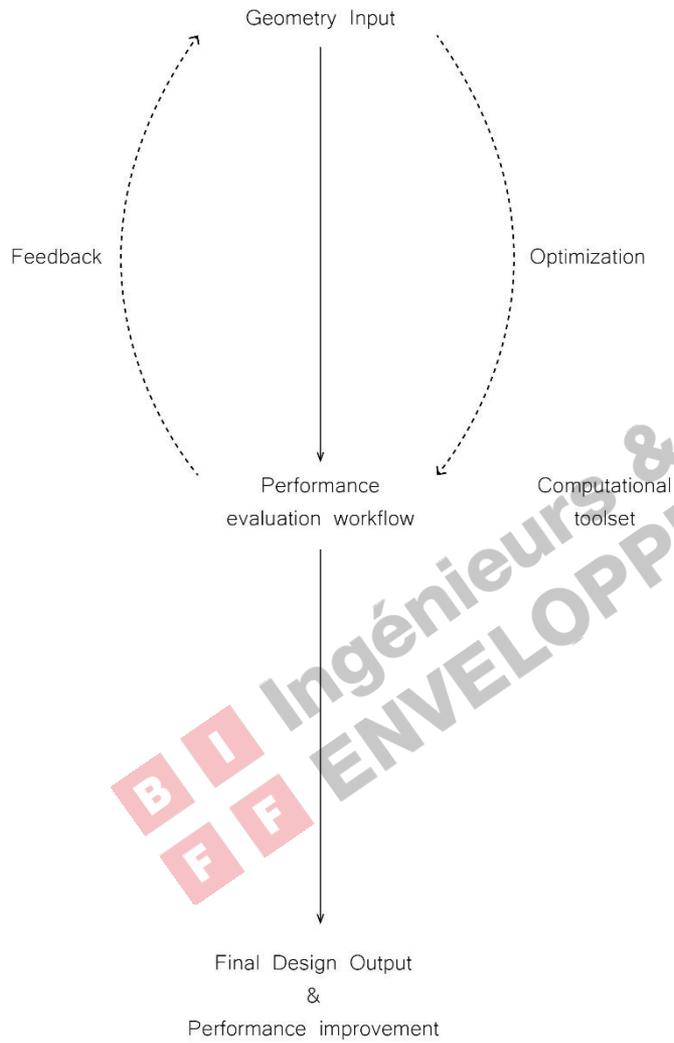
BF Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Conclusions

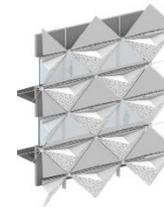
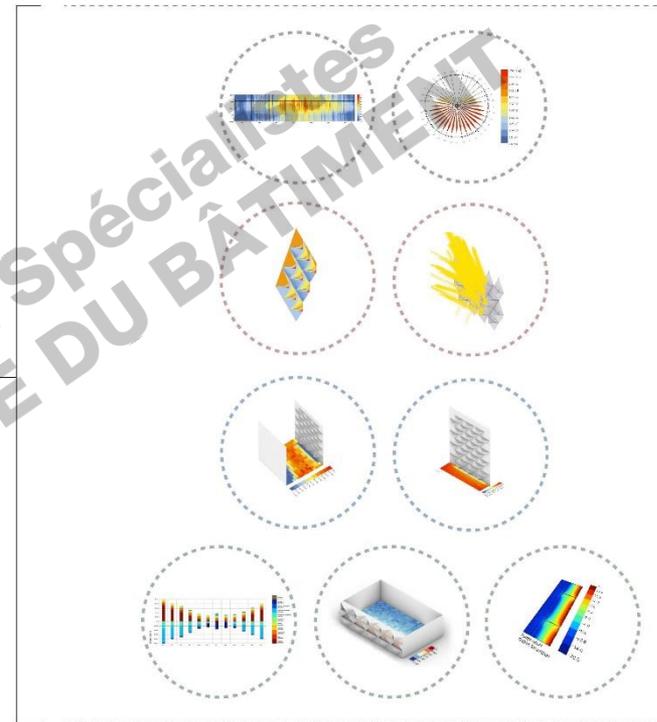
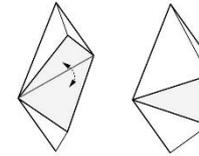
- **Building's UHI impact – Energy performance**



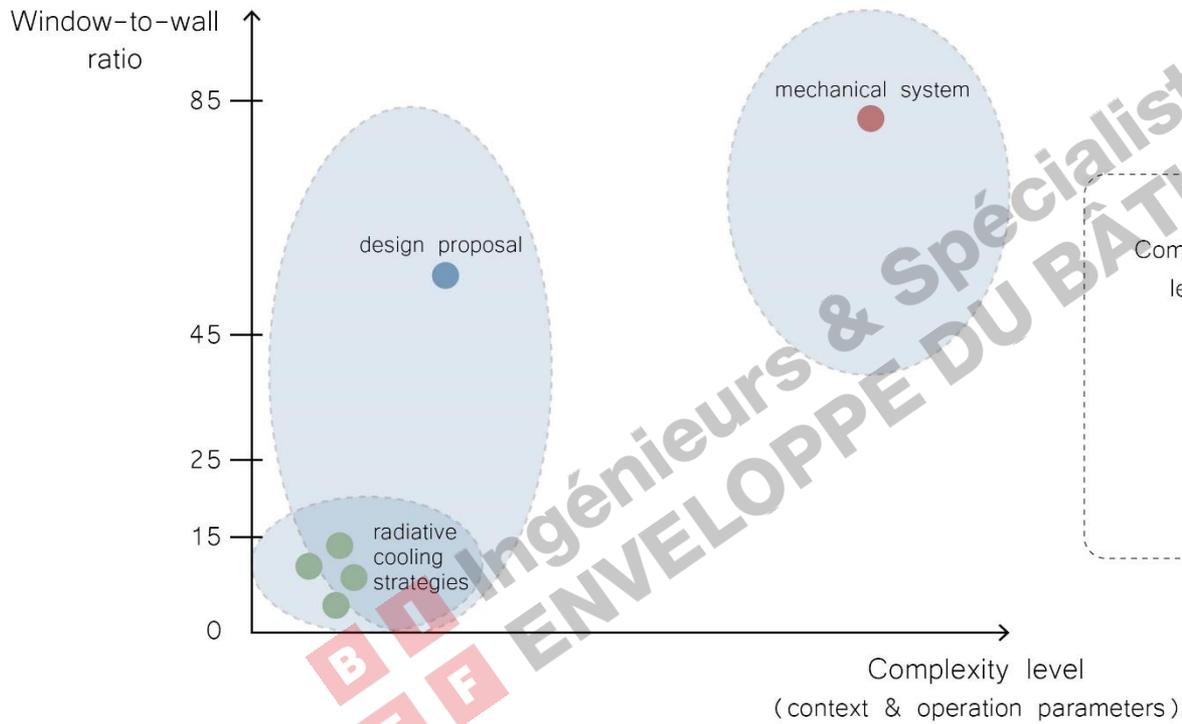
B I Ingénieurs & Spécialistes
F F ENVELOPPE DU BÂTIMENT



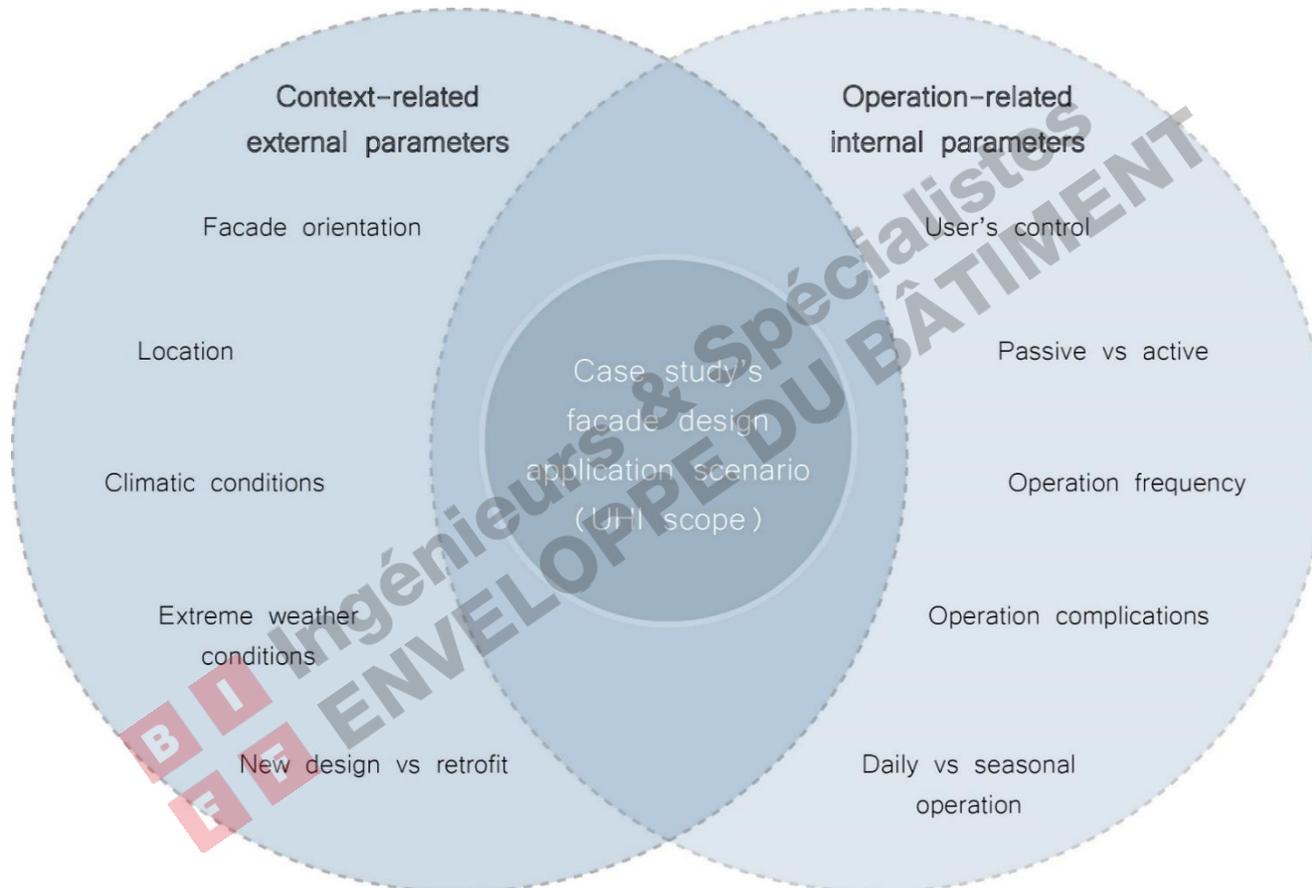
Example x



B I Ingénieurs & Spécialistes
F F ENVELOPPE DU BÂTIMENT



B I Ingénieurs & Spécialistes
F F ENVELOPPE DU BÂTIMENT



THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

christina.koukelli@arup.com

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch

STAND-ALONE SERVICED FACADE PANEL

Mme. Eliana Chuquizuta
TuDelft

BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT

STAND-ALONE SERVICED FAÇADE PANEL

MSc ARCHITECTURE, URBANISM & BUILDING SCIENCES

Track: BUILDING TECHNOLOGY

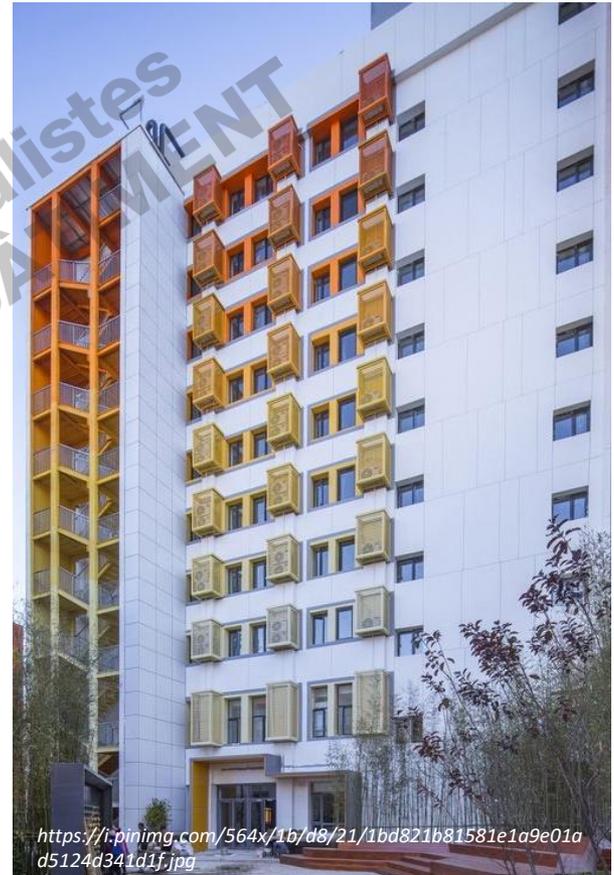
Name: ELIANA CHUQUIZUTA BUSTAMANTE

Graduation: 2023

BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT

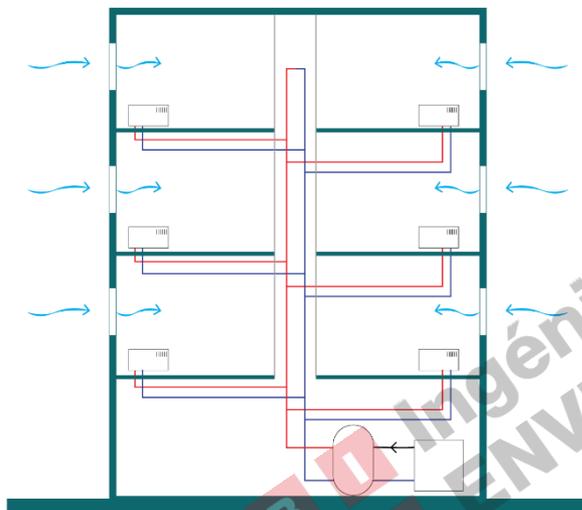


INTRODUCTION

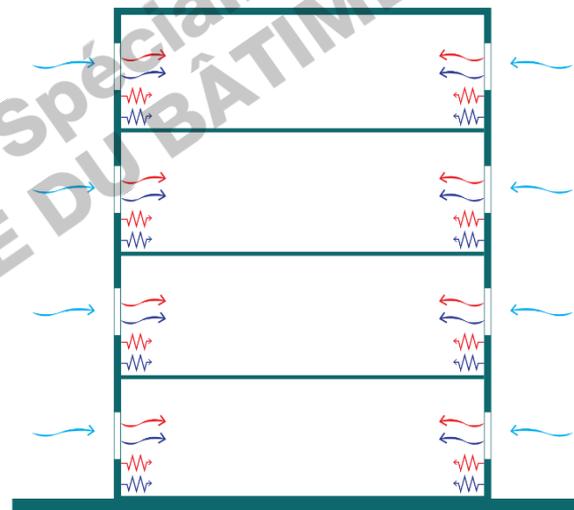


INTRODUCTION

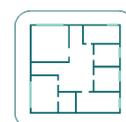
Building Services



Centralised



Decentralised



RESEARCH QUESTION

“How can a **façade** design **integrate** building services for **heating, cooling and ventilation** and enhance **user comfort** in **residential concrete buildings**?”

BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT

METHODOLOGY

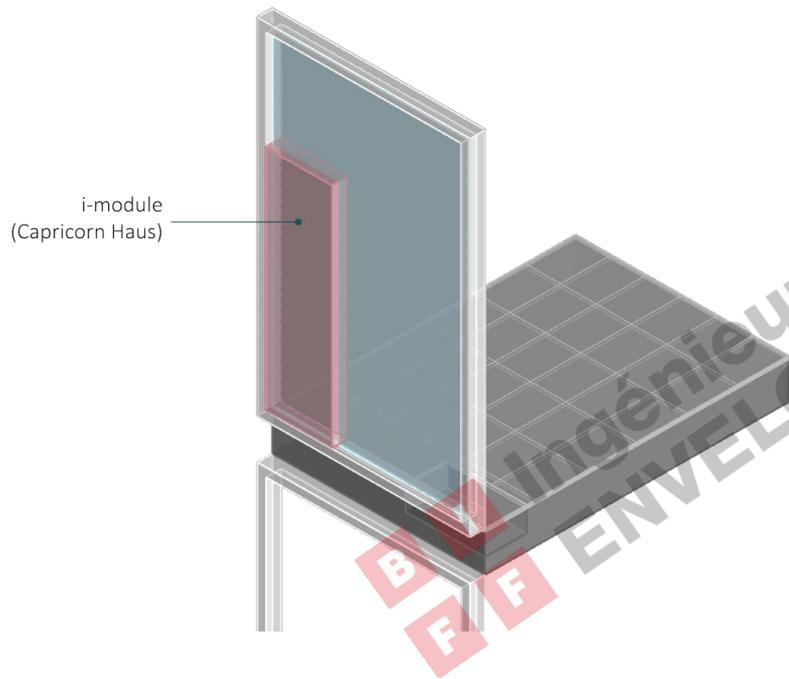
Design Requirements



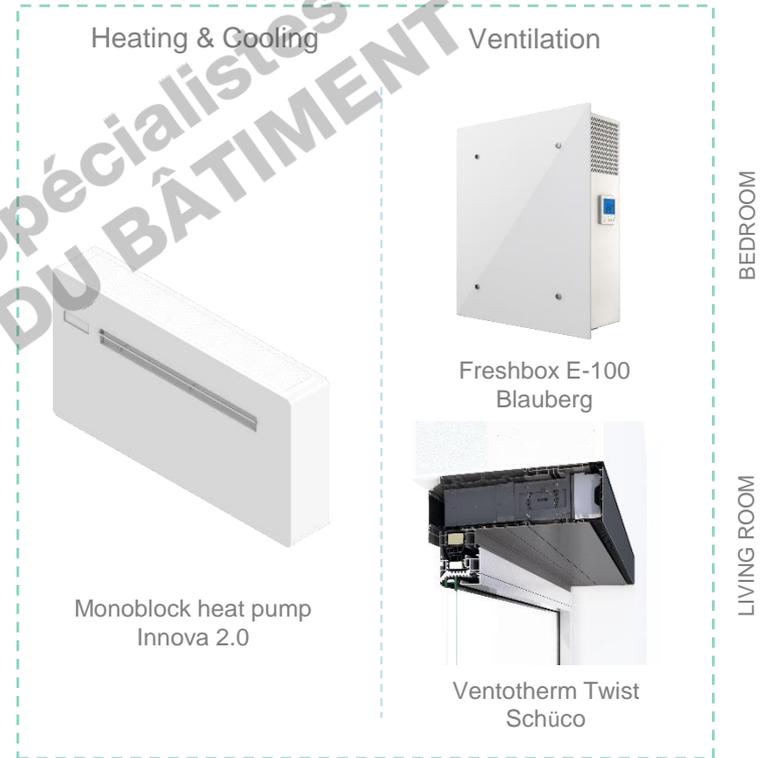
Indoor Environmental Quality					
Requirements	Façade component	Façade characteristics		Design criteria	
				Mexico	Netherlands
Acoustic comfort					
Sound	Integrated façade panel (bedroom)	Sound Pressure Level	≤ 25 dB(A)	≤ 30 dB(A) 2	≤ 25 dB(A) 5
	Integrated façade panel (living room)	Sound Pressure Level	≤ 30 dB(A)	≤ 35 dB(A) 2	≤ 30 dB(A) 5

METHODOLOGY

Literature research



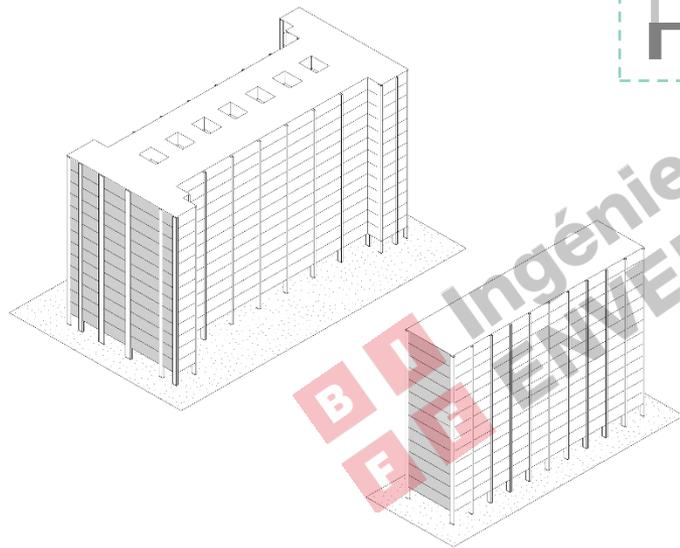
Integrated building services façade



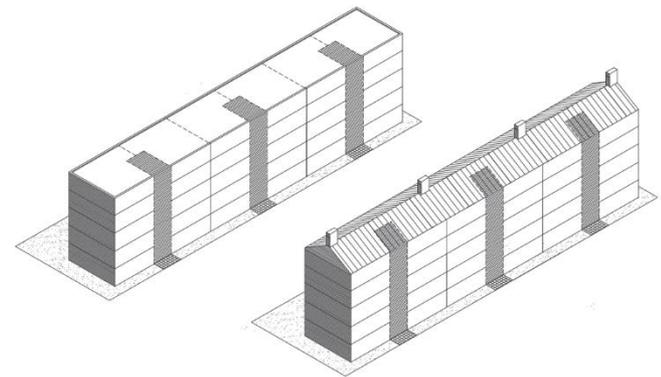
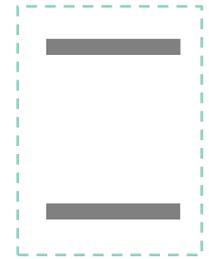
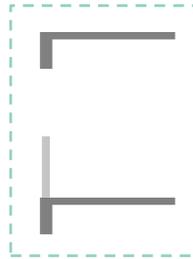
Technologies for façade integration

METHODOLOGY

Building structure: CASE STUDIES



Case: Mexico City



Case: Netherlands

FAÇADE PANEL DESIGN

Panel Design: TYPOLOGIES



Panel A: Electrical shaft



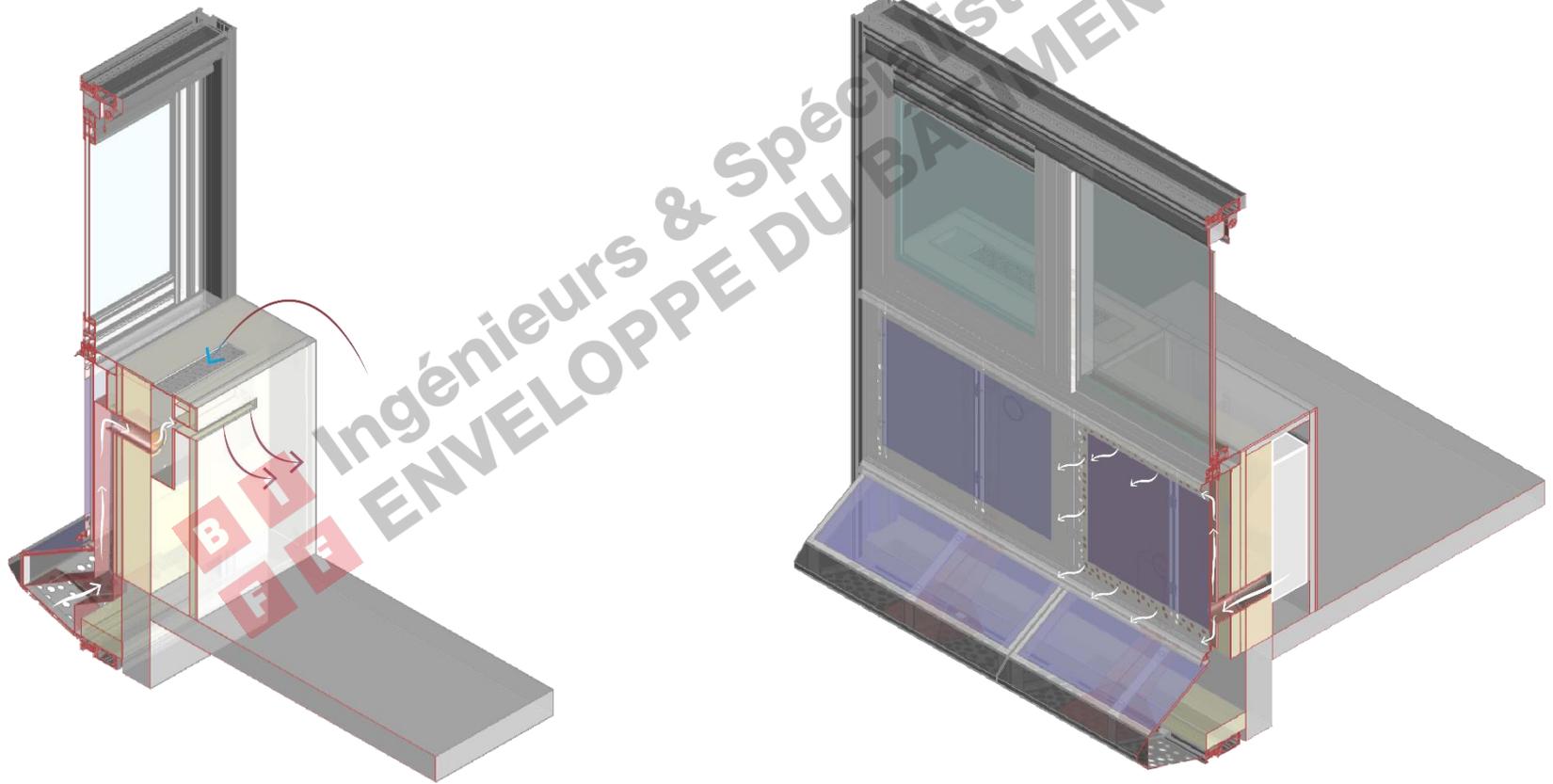
Panel B: One technology box



Panel C: Two technology boxes

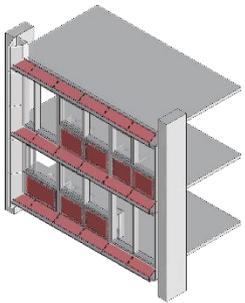
FAÇADE PANEL DESIGN

Technologies Design: PERSPECTIVE CROSS SECTION OF FAÇADE PANEL WITH WALL

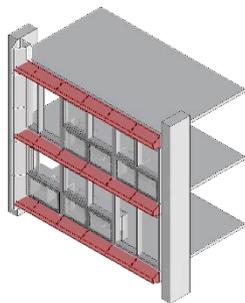


FAÇADE PANEL DESIGN

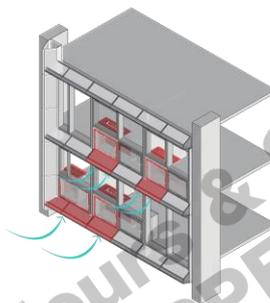
Façade Design: ASSEMBLY



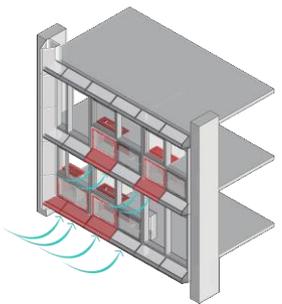
Energy production



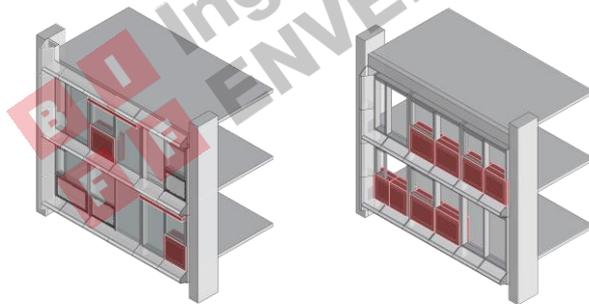
Shading



Ventilation



Heat pumps

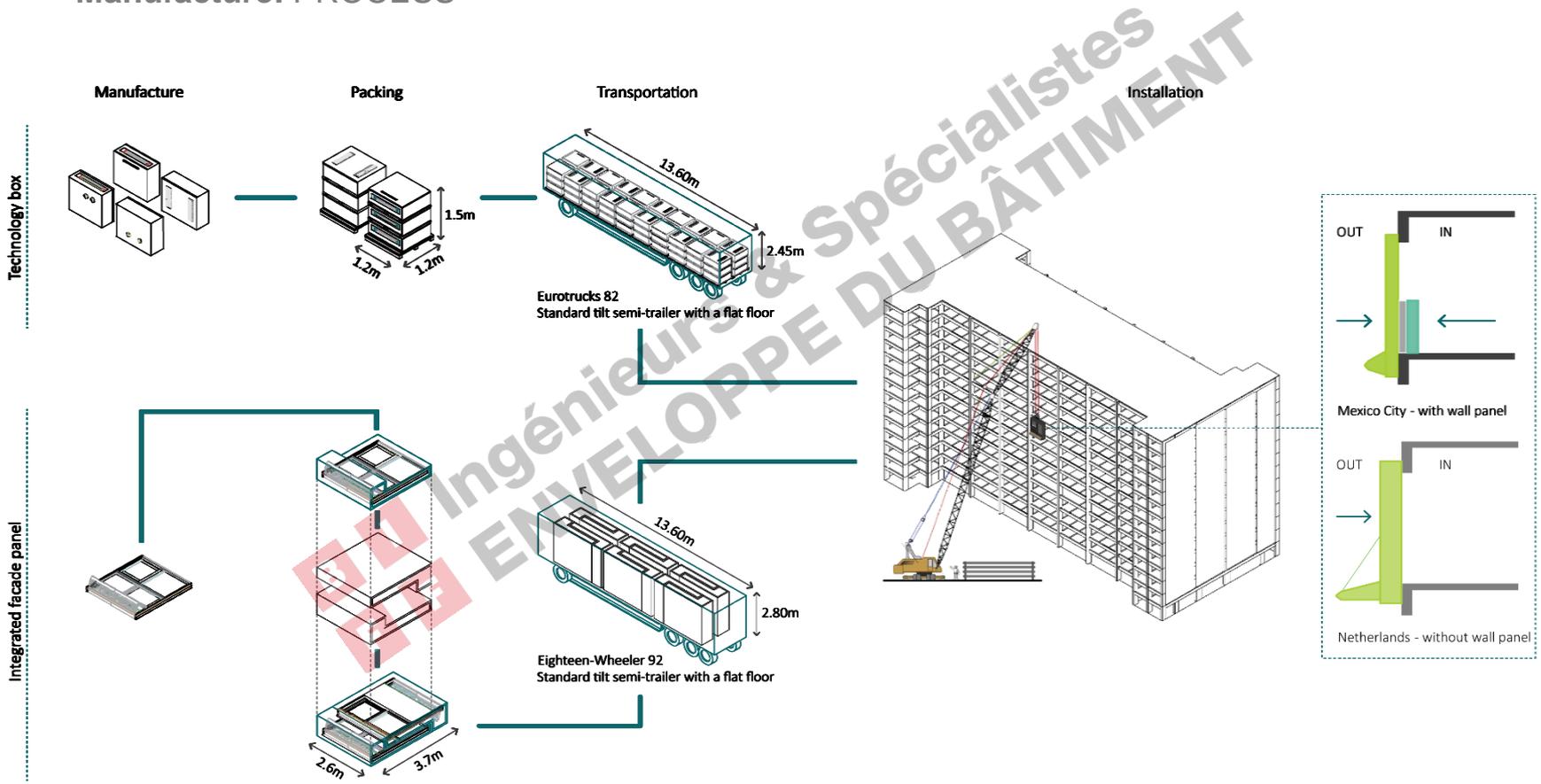


Technologies location



FAÇADE PANEL DESIGN

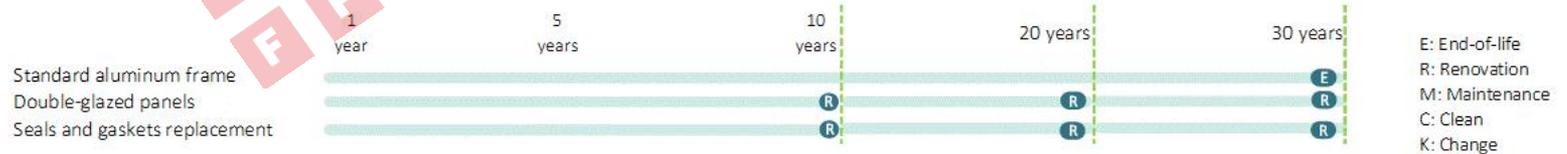
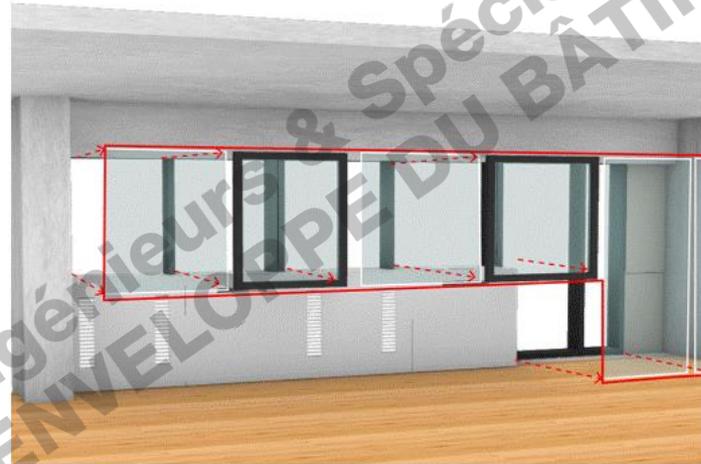
Manufacture: PROCESS



FAÇADE PANEL DESIGN

Lifespan & Maintenance: FAÇADE COMPONENTS

Windows



CALCULATIONS

Acoustic: NOISE LEVELS

A-weighted sound pressure level at 1.5m



RhinoCeros®

+

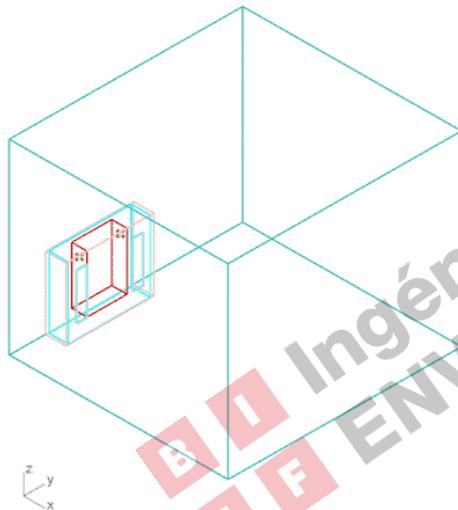


Grasshopper

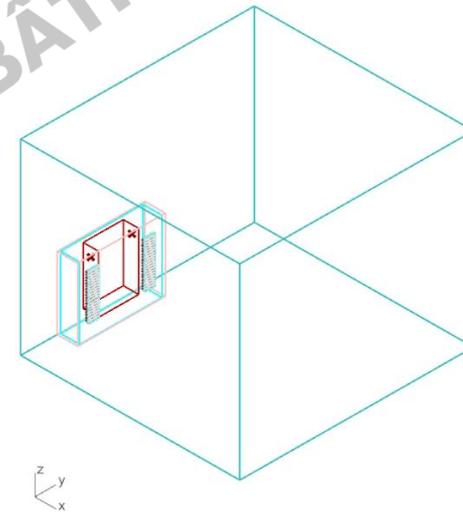
+



Pachyderm
Plug-in



Base case scenario



Acustical grill improvement

BF Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT

CONCLUSION

DESIGN

- Design adaptable to different climates.
- Easy maintenance of the façade panel components.

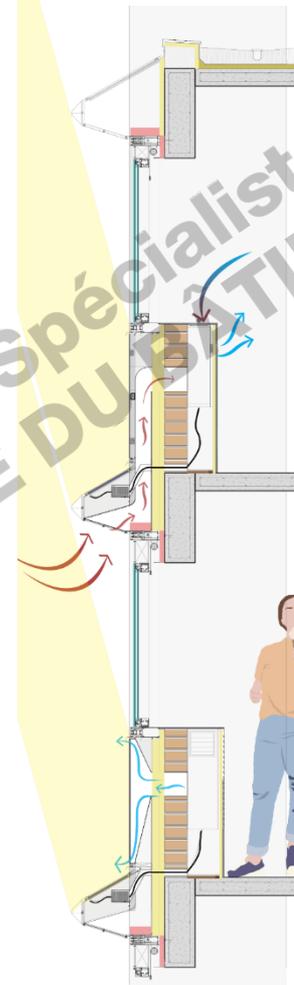
INDOOR CLIMATE

- Better indoor air quality.
- User control for personalised comfort.

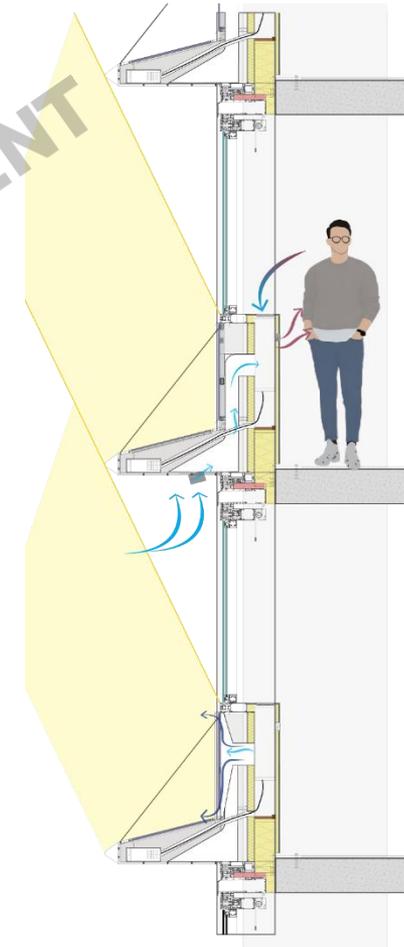
ENERGY

- Energy efficient system.
- Stand-alone façade panel.

Summer angle [75°]
Mexico City
June 21st



Summer angle [61°]
Netherlands
June 21st





THANK YOU
Merci

Eliana Chuquizuta Bustamante

e.sofiachb@gmail.com

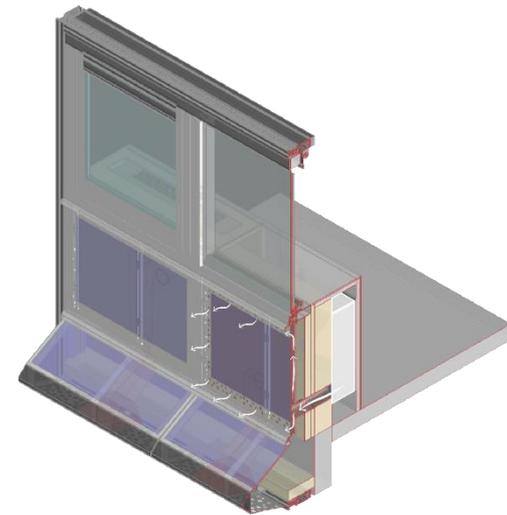
Netherlands

3RD BUILDING FACADES INNOVATION CHALLENGE 2024 REMISE DE PRIX

Mme. Christina Koukelli
Prix de l'innovation



Mme. Eliana Chuquizuta
Prix du design technique de façade



GESTION IMMOBILIERE DURABLE

M. Luis Marcos
DIREN

BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT

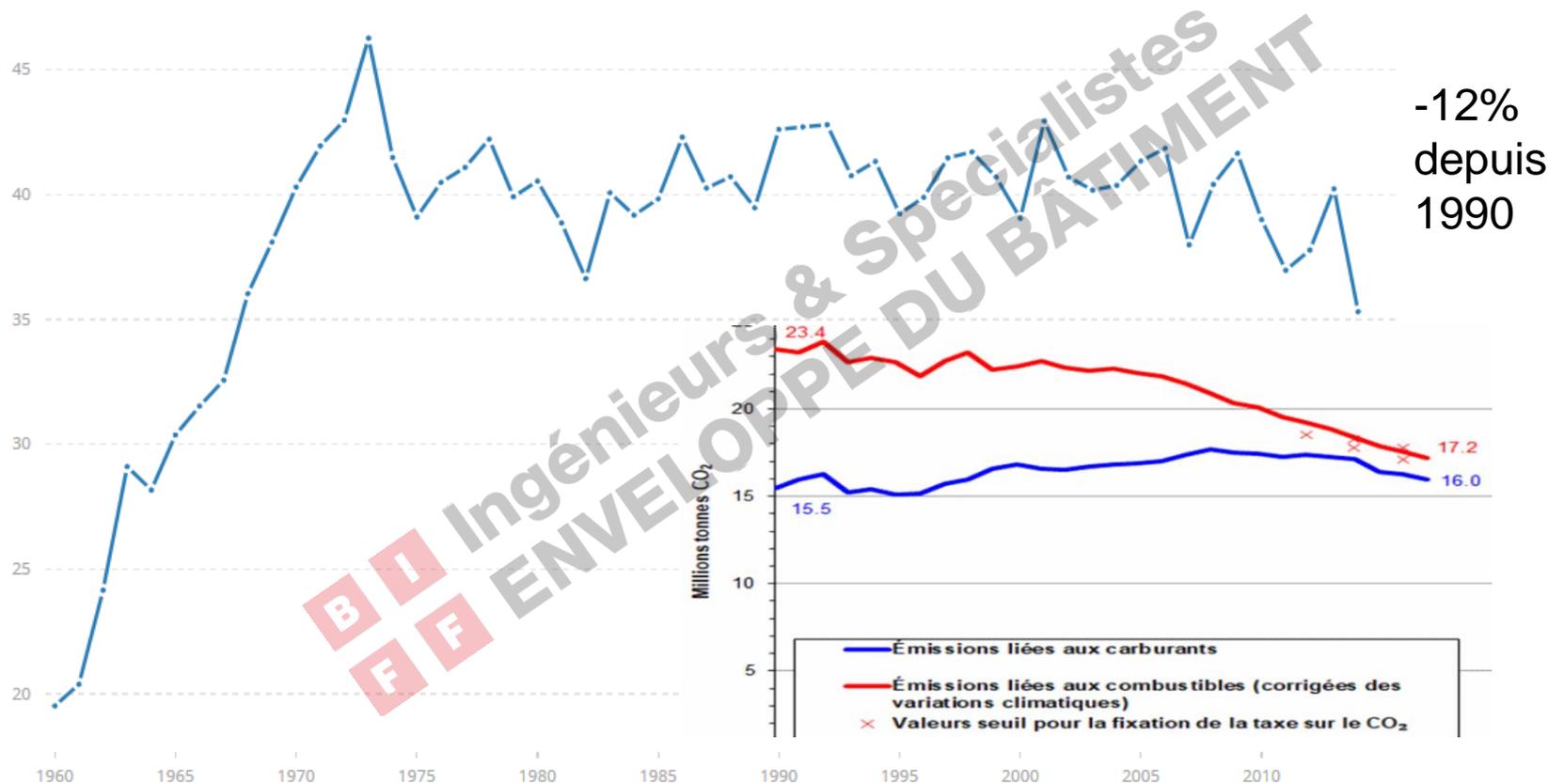
Politique énergétique et stratégie pour les bâtiments

Conférence BIFF – 25 juin 2024 - Lausanne
Luis Marcos, adjoint division Efficacité énergétique

BIFF Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Département de la jeunesse, de l'environnement et de la sécurité (DJES)
Direction de l'énergie (DGE–DIREN)

Émissions suisses de CO2 dès 1960



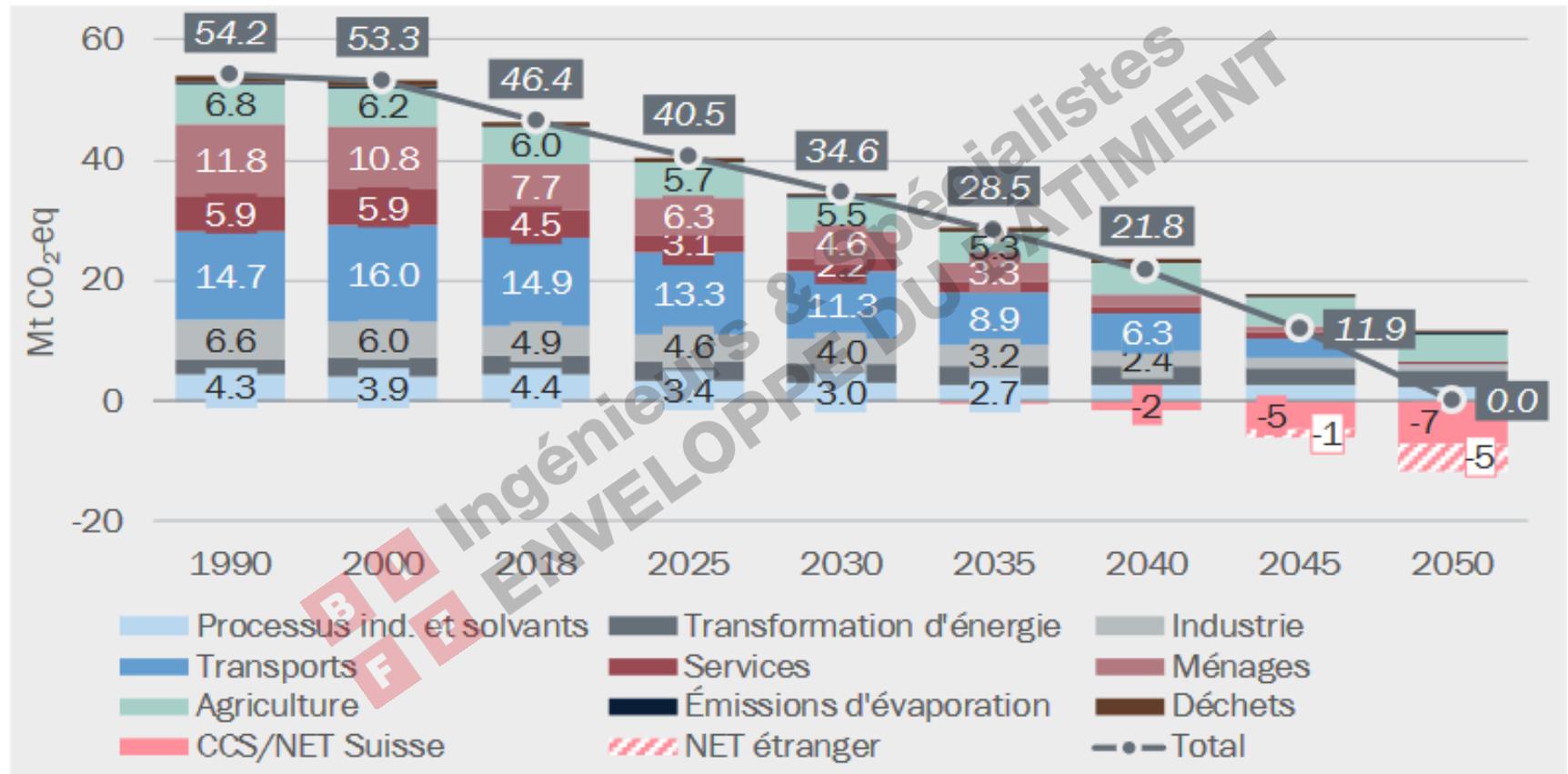
Source:

Banque mondiale
+OFEV

La neutralité carbone en 2050

Figure 1: Evolution des émissions de gaz à effet de serre

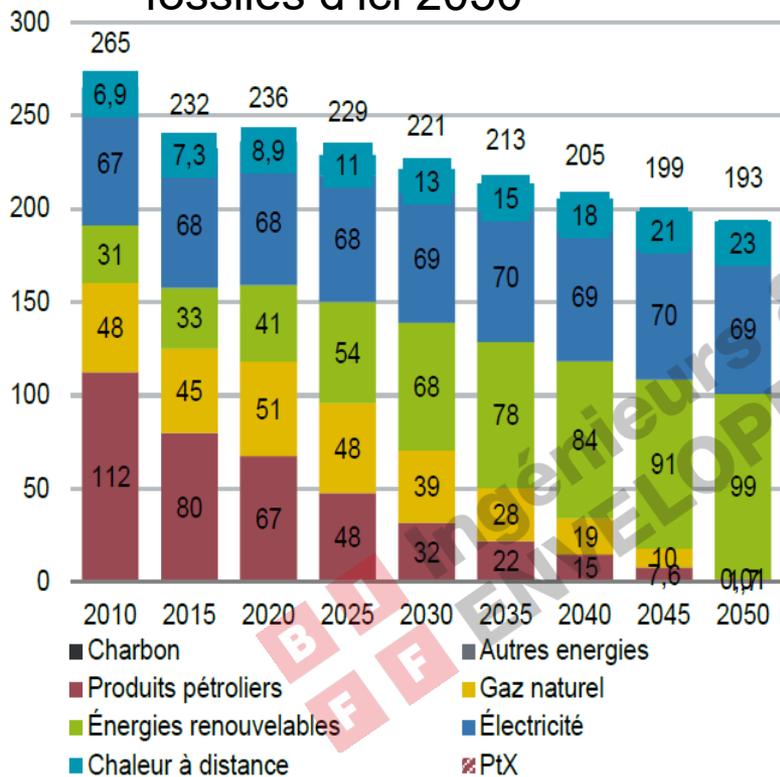
et de l'utilisation de technologies d'émission négative dans le scénario ZÉRO base, en millions de tonnes d'équivalent CO₂



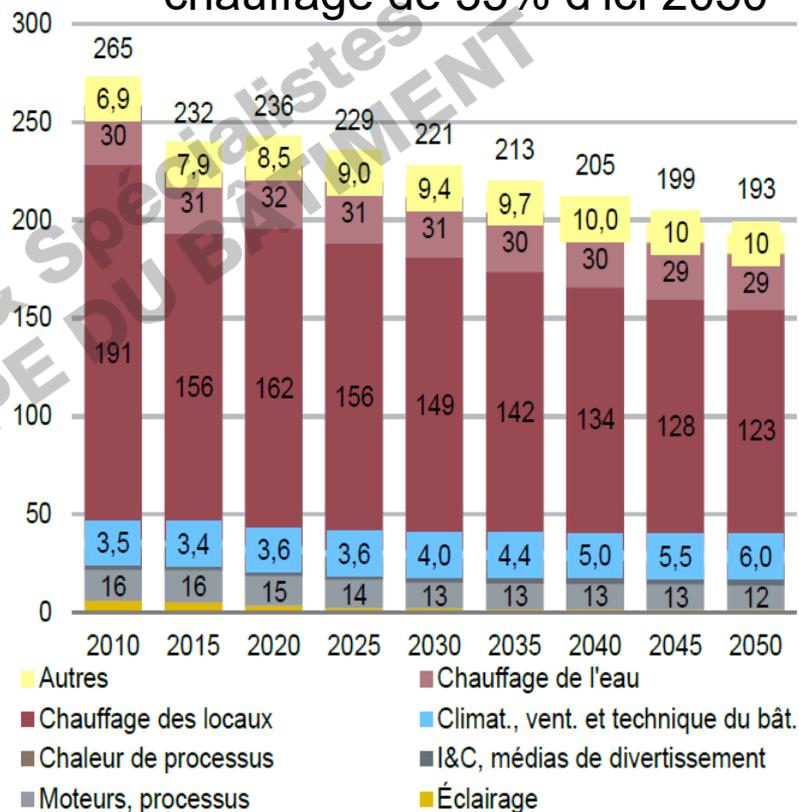
© Prognos SA/TEP Energy Sàrl/INFRAS SA 2020

Objectifs stratégiques dans le secteur des bâtiments

Suppression des énergies fossiles d'ici 2050



Réduction des besoins de chauffage de 35% d'ici 2050



La politique bâtiments de l'ENDK (1)

Principe 1

Efficacité énergétique

Les nouveaux bâtiments présentent en général une efficacité énergétique élevée. Il faut améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments dont l'isolation thermique est insuffisante.

Principe 2

Chaleur renouvelable

Les nouveaux bâtiments s'approvisionnent entièrement avec de la chaleur renouvelable. Seuls des systèmes de chauffage renouvelable sont intégrés dans les bâtiments existants. À partir de 2050 au plus tard, les bâtiments doivent être exploités sans émissions de CO₂.

Principe 3

Autoproduction d'électricité

Les nouvelles constructions et les bâtiments existants s'approvisionnent dans une proportion adéquate avec de l'électricité renouvelable produite sur place, qui tient également compte des besoins en production de chaleur et en mobilité électrique. Des incitations soutiennent une utilisation plus poussée du photovoltaïque sur des surfaces adaptées de l'enveloppe du bâtiment.

Bâtisseurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

La politique bâtiments de l'ENDK (2)

Principe 4 Numérisation

Les technologies numériques sont davantage utilisées pour une exploitation optimale du parc immobilier.

Principe 5 Modèle des cantons

Dans les bâtiments appartenant aux cantons, seuls des systèmes de chauffage renouvelable doivent être intégrés. À partir de 2040 au plus tard, les bâtiments appartenant aux cantons doivent être exploités sans émissions de CO₂. Jusqu'en 2040 au plus tard, les bâtiments appartenant aux cantons utilisent les surfaces appropriées pour des installations PV et s'approvisionnent dans une proportion adéquate avec de l'électricité renouvelable.

Principe 6 Énergie grise

Les nouveaux bâtiments présentent une consommation d'énergie grise aussi faible que possible sur l'ensemble de leur cycle de vie. Cela permet de réduire les émissions de CO₂ générées par leur construction.

B I
F F
ENVELOPPEMENT

Les futures évolutions du modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MOPEC)

- Adaptation du module sur la production propre d'électricité (passant de 10 à 20 W/m² SRE)
- Adaptation du module sur le remplacement des systèmes de chauffage (passant de 10 à 100% d'énergie renouvelable)
- Nouveau module sur l'énergie grise des bâtiments
- Nouveau module sur les données énergétiques
- Nouveau module sur la mobilité électrique (exigences dans les bâtiments)
- Nouveau module sur l'efficacité de l'enveloppe (obligation d'assainissement)
- Nouveau module sur la régulation intelligente dans les bâtiments

Politique climatique du Conseil d'Etat Au cœur du Programme de législature



AXE 2

Durabilité et climat

AGIR À LA HAUTEUR DES ENJEUX PLANÉTAIRES

PLAN CLIMAT CANTONAL

Lutter contre le dérèglement climatique
et s'adapter à ses impacts

PARTENARIATS

Renforcer les partenariats et les soutiens
aux acteurs du territoire afin d'assurer
le déploiement coordonné de mesures en
faveur de la durabilité

EXEMPLARITÉ

Renforcer l'exemplarité de l'État
en matière de climat et de durabilité et
atteindre le zéro net d'ici à 2040
en matière d'émissions de gaz à effet de
serre pour les activités de l'administration
cantonale

PLAN CLIMAT CANTONAL

Réviser et moderniser les bases légales
pour accélérer la transition vers
une société bas carbone

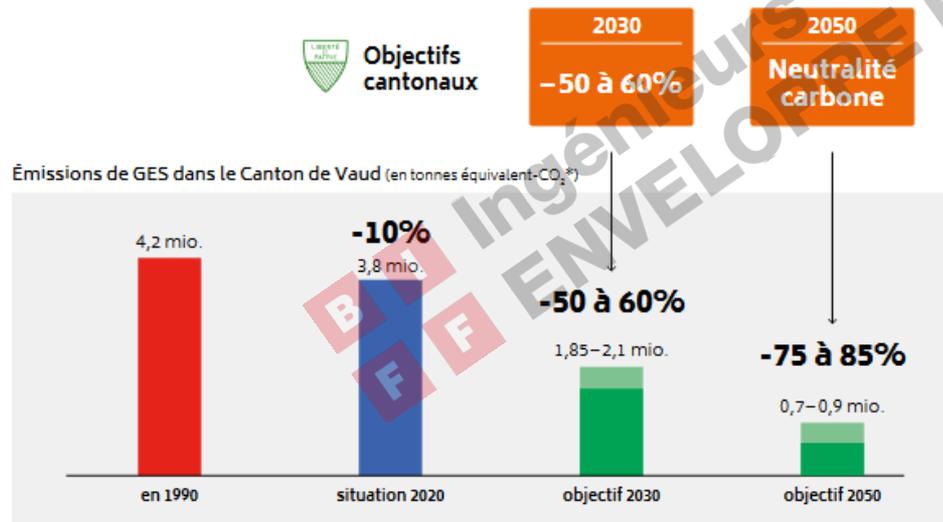
Plan climat 1^{ère} génération



Réduire

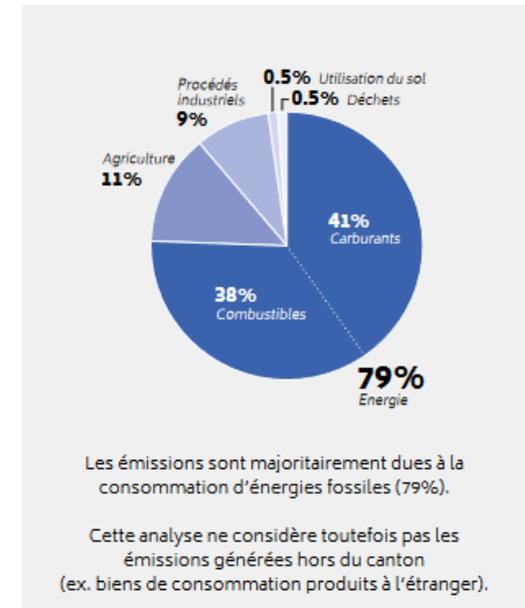
les émissions de gaz à effet de serre

Le Conseil d'État s'engage à prendre des mesures immédiates pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) de manière à les réduire de 50 à 60% sur le territoire cantonal d'ici 2030 (par rapport à 1990) et atteindre la neutralité carbone au plus tard en 2050.



* Chaque GES (CO₂, CH₄, N₂O, etc.) a un potentiel de réchauffement global spécifique. Afin de comptabiliser l'effet de l'ensemble des émissions de GES, celles-ci sont converties en « équivalent-CO₂ ».

Répartition actuelle des émissions de GES par habitant (données 2015)



Plan climat 1^{ère} génération



Énergie



L'utilisation de combustibles fossiles génère près de 38% des émissions de GES dans le canton.

A ce titre, la nouvelle [Conception cantonale de l'énergie \(CoCEn\)](#), adoptée en 2019, vise l'amélioration de l'efficacité énergétique (technique et comportementale), le développement des ressources énergétiques locales et renouvelables, ainsi que la sécurité d'approvisionnement.

Mesures stratégiques prévues

6. Réduire fortement la consommation énergétique (efficacité énergétique du secteur bâti, efficacité énergétique dans les entreprises et dans la mobilité)
7. Augmenter largement la production locale d'énergies renouvelables
8. Adapter les infrastructures pour répondre aux enjeux de consommation et de production

Exemple de mesure opérationnelle



Renforcer la production d'énergie solaire locale

Afin d'accélérer la transition énergétique, la Conception Cantonale de l'Énergie vise notamment à augmenter la pose de panneaux solaires photovoltaïques, pour atteindre 500'000 m² supplémentaire par an dès 2022.

Mise à jour du plan climat courant 2024

Projet de révision de la loi sur l'énergie

Mesures phares pour les bâtiments existants:



Assainissement des passoires énergétiques (catégories F et G du CECB) d'ici 2040



Remplacement des chauffages fossiles (mazout et gaz) par du renouvelable d'ici 2040



Valorisation du potentiel solaire des toitures d'ici 2040



LVLEne projet de révision - Calendrier



○ Lancement de la consultation – 21 août 2023

○ Délai de consultation – 21 novembre 2023

○ Phase parlementaire – automne 2024

○ Entrée en vigueur – mi-2025



Le programme B

71 millions
en 2024!

Les subventions 2024

Enveloppe du bâtiment

Rénovation complète avec label

Installations techniques

M01
Isolation
Thermique

M14+ M15
Bonus réno
globale

M12
Rénovation
Minergie

M13
Rénovation
CECB

M02
Bûche ou
pellets

M03
Bois
P < 70 kW

M04
Bois
P > 70 kW

M05
PAC
Air/Eau

M06
PAC
Sol/Eau

M07
Raccorde-
ment CAD

M10
Rénovation
de bâtiments
protégés

M08
Solaire
thermique

M09
Ventilation

M18
Nouv. ou
ext. CAD

M01 – Isolation thermique et bonus photovoltaïque

Façade, du toit, de sol contre extérieur ; sol et mur enterrés à moins de 2 m

Coefficient d'isolation (W/m^2K)

$U \leq 0.20$

$U \leq 0.15$

$U \leq 0.15$ + solaire photovoltaïque *

Montant de la subvention

50.-/m²

80.-/m²

120.-/m²

Conditions particulières:

- 1) L'entier de l'élément d'enveloppe concerné (toiture ou façade) doit avoir une isolation renforcée avec une valeur $U \leq 0.15 W/m^2K$.
- 2) La surface des panneaux PV installés doit être au minimum de 50% des surfaces de toitures (ou façade) du bâtiment ayant une exposition favorable, c'est-à-dire ayant selon le site www.toitsolaire.ch une « aptitude » « bonne », « très bonne » ou « excellente ». Des exceptions sont possibles pour des croupes ou pans de toiture ayant des petites surfaces (< 20m²).
- 3) Le montant de la subvention supplémentaire est calculé sur les surfaces isolées selon M01 dont le(s) pan(s) de toiture (ou de la façade) est couvert par les panneaux photovoltaïques avec des expositions favorables. La surface subventionnée est limitée au maximum à la surface M01.

Le programme Bâtiments

Forte augmentation pour les grandes puissances!

Pompe à chaleur (M05-M06)/ Montant accordé

Conditions : Certification de qualité PAC système module (<15 kW)

Classe énergétique de l'enveloppe CECB < E

PAC	En remplacement du gaz ou du mazout	En remplacement du chauffage électrique
Air/eau < 15kW	5'000.-	7'500.-
Air/eau > 15kW	400.-/kW	600.-/kW
Sol/eau < 20kW	20'000.-	25'000.-
Sol/eau > 20kW	4'000.- + 800.-/kW	5'000.- + 1000.-/kW
En cas de création d'un réseau de distribution hydraulique		
Habitation individuelle		10'000.-
Autres affectations		500.-/kW

Attention: restriction concernant l'installation de pompe à chaleur air-eau au-dessus de 1'000 mètres (bâtiment Minergie ou équivalent), (art. 17 al. 3 RLVLEne).

Autres mesures existantes et futures pour les bâtiments

- Subventions pour:
 - Les audits énergétiques,
 - L'assistance à maître d'ouvrage,
 - Le solaire photovoltaïque dans les bâtiments protégés
 - L'accompagnement à maîtrise d'usage (en évaluation)
- Simplifications administratives (devoir d'annonce) pour:
 - Les installations solaires
 - Les pompes à chaleur
 - Les travaux d'isolation (en évaluation)

Merci de votre attention

Direction générale de l'environnement
Direction de l'Energie

Av. de Valmont 30b

1014 Lausanne

T. 021 316.95.50

F. 021 316.95.51

Info.energie@vd.ch

www.vd.ch/subventions-energie

BI Ingénieurs & Spécialistes
FF ENVELOPPE DU BÂTIMENT



INGÉNIERIE FAÇADE



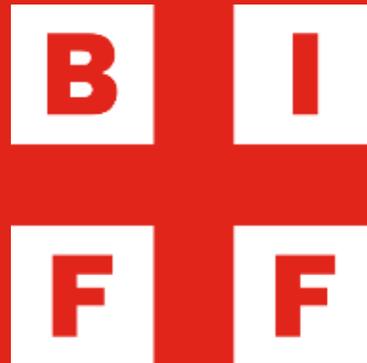
PHYSIQUE DU BÂTIMENT



DIRECTION DE TRAVAUX



EXPERTISES



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch