

FORMATION BATIMENT DURABLE

GESTION DES SURCHAUFFES ESTIVALES

PRINTEMPS 2025

**Concevoir en intégrant les principes de la physique du
bâtiment**



- ▶ Montrer en quoi/comment la conception d'un projet peut influencer son comportement thermique (et sa performance)
- ▶ Interconnecter les principes vus lors de la première journée et les placer dans un contexte de conception de projet
- ▶ Présenter des projets exemples (principalement en rénovation) illustrant les principes décrits



RÉINVESTIR LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE

- ▶ **Constats & questions**

- ▶ Enjeux

- ▶ Paramètres d'influence

BILAN THERMIQUE

EXEMPLES



Depuis le début des années 2000 à Bruxelles...

- ▶ Découverte du standard passif
- ▶ Renforcement des exigences réglementaires

OBJECTIF ?

⇒ **Bâtiments plus performants...**

CONSTAT

... mais pas toujours confortables



Un bâtiment doit être performant et confortable toute l'année !



Observations d'un bureau d'études...

- ▶ Les projets développés tiennent souvent trop peu compte des enjeux énergétiques, ou ces enjeux ne sont pas intégrés dans la réflexion
 - ▶ Notre implication dans les projets de conception est souvent sollicitée trop tardivement
-
- ⇒ **Notre travail consiste à proposer des solutions pour résoudre des problèmes plutôt qu'à tenter de les éviter**
 - ⇒ **Les marges de manœuvre sont réduites > les solutions proposées sont moins ou non intégrées / moins nombreuses – donc souvent plus coûteuses**
 - ⇒ **Le recours aux solutions actives est parfois inévitable alors qu'il aurait pu être évité**



Architecture vernaculaire

- Définition (source: Encyclopédie de l'architecture vernaculaire du monde)
 - *l'« architecture des gens », l'architecture sans architecte, faisant appel aux matériaux disponibles sur place et mettant en œuvre des techniques traditionnelles (par opposition à l'« architecture pour les gens », l'architecture d'architecte)*
- Chaque architecture vernaculaire est une réponse adaptée aux spécificités climatiques d'un lieu



Source : <https://buyersask.com/>



Source : www.pinterest.co.kr



Source : www.pinterest.com



Architecture bioclimatique

- ▶ Définition (source: Guide de l'architecture bioclimatique)
 - *L'énergie solaire est présente partout (énergie « ambiante »), intermittente (cycle journalier et saisonnier), propre (sans déchet) et disponible (pas de tarif, pas d'intermédiaire, pas de réseau). Cependant, elle nécessite des installations pour sa conversion en chaleur ou en électricité*
 - *L'architecture bioclimatique tente de tirer parti de ces énergies ambiantes disponibles sous forme de lumière et de chaleur : plus de lumière pour mieux relier l'homme à son environnement et réduire le coût de fonctionnement de l'éclairage artificiel ; plus de chaleur gratuite pour freiner les consommations en énergie marchande et limiter les atteintes à l'environnement*
- Dans cette définition, l'accent porte sur le fait de profiter, pas tellement sur le fait de se protéger, mais les principes physiques sous-tendus sont les mêmes



Pourquoi l'architecture moderne s'affranchit-elle des principes de base du bioclimatisme ?

► Quelques pistes...

- L'évolution des techniques constructives a - au fil du temps - ouvert le champ des possibles
- L'évolution des technologies HVAC (Heating Ventilation and Air-Conditioning) permet d'offrir un confort thermique (été comme hiver) dans tous les cas de figure
- Le coût des énergies a été, pendant ces dernières décennies, suffisamment insignifiant que pour que les architectes comme les maîtres d'ouvrage et occupants se soient éloignés de cette approche
- Les préoccupations environnementales n'étaient pas au centre des débats...
- La complexification de l'art de bâtir a obligé l'architecte à s'entourer de spécialistes > la conception énergétique est-elle la spécialité de qqn ?



RÉINVESTIR LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE

- Constats & questions
- **Enjeux**
- Paramètres d'influence

BILAN THERMIQUE

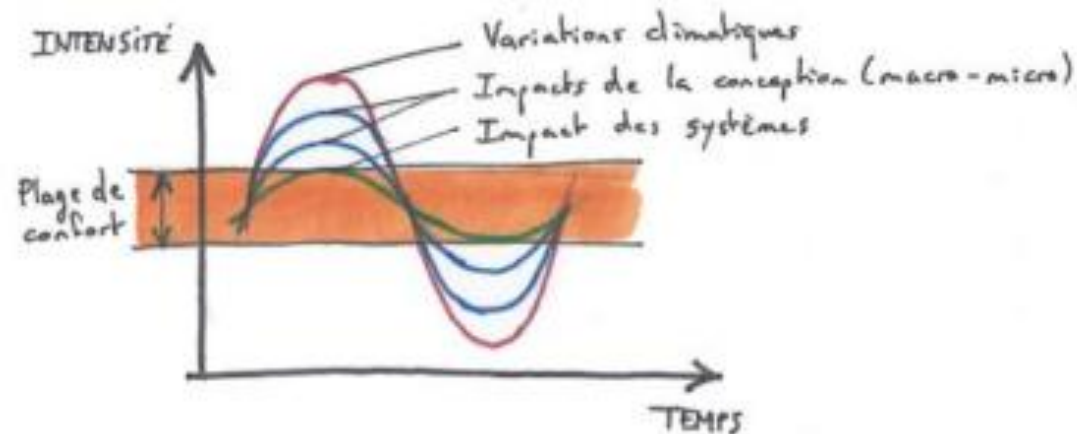
EXEMPLES



La conception d'un projet doit intégrer les principes de physique du bâtiment

► Pourquoi ?

- Dans la conception d'un projet, un nombre important de choix qui conditionnent le comportement thermique du bâtiment sont posés (au niveau de l'enveloppe et des systèmes)



Source : Les leçons du vernaculaire au service d'une architecture durable



La conception d'un projet doit intégrer les principes de physique du bâtiment

- ▶ Comment l'architecte peut-il investir cet enjeu ?
 - La performance énergétique et le confort thermique sont deux des nombreux paramètres (programme, intégration architecturale, acoustique, coût, gestion, usage, sécurité...) que doit intégrer un architecte dans la conception d'un projet. Il est dès lors bien placé pour en faire un ensemble cohérent



La conception d'un projet doit intégrer les principes de physique du bâtiment

- ▶ Comment un bureau en charge des techniques spéciales peut-il investir cet enjeu ?
 - Dans la conception d'un projet, les techniques installées doivent répondre aux besoins de l'enveloppe, aider à la mise en place des solutions passives et leur dimensionnement doit intégrer les bénéfices acquis par la mise en place des mesures passives



RÉINVESTIR LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE

- Constats & questions
- Enjeux
- **Paramètres d'influence**

BILAN THERMIQUE

EXEMPLES



Quels sont selon vous les choix de conception qui peuvent influencer le comportement thermique d'un bâtiment ?

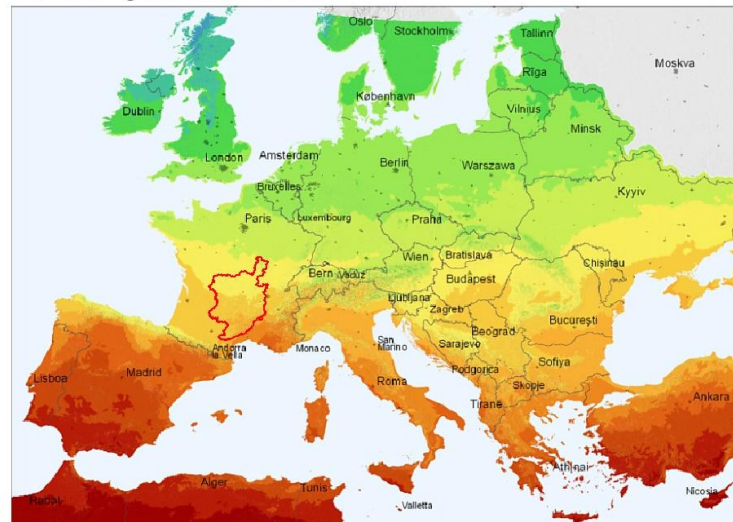
⇒ **Brainstorming**



Choix du site

- Un projet se conçoit en fonction du **climat** du site où il sera implanté
 - Températures
 - Niveaux d'ensoleillement
 - Précipitations
 - Vents

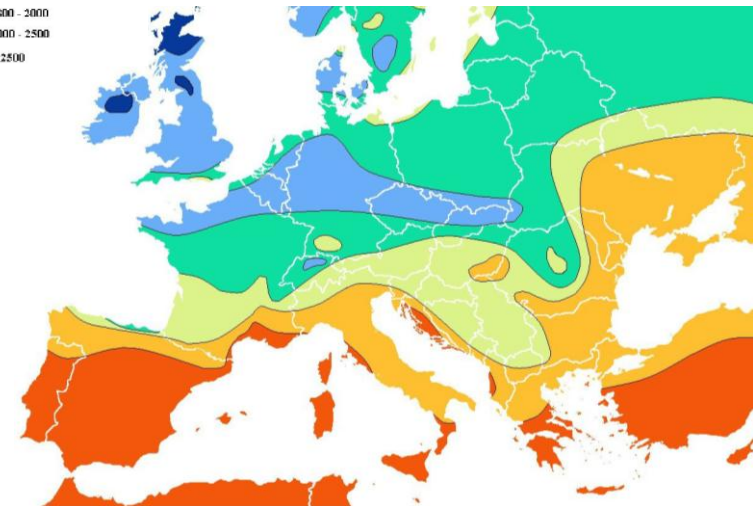
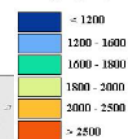
Irradiation globale horizontale



Moyenne somme annuelle (4/2004 - 3/2010)



Sunshine duration in Europe (in hours per year)



Source : <https://installoffgridsolarsystem.com/>

Source : www.actualitix.com



Choix du site

- Un projet se conçoit en fonction du **climat** du site où il sera implanté



- **Question:** Comment varient selon vous les besoins de chauffage et l'indicateur de surchauffe estival en changeant le lieu ? (sur base du PHPP)

	Besoin de chauffage (kWh/m²)	Surchauffe estivale (%)
Bruxelles	16	2
Reykjavik	?	?
Rome	?	?

- Le **micro-climat** peut également être pris en compte!
 - ⇒ Une solution adaptée à un lieu/site n'est pas forcément transposable à un autre lieu/site
 - ⇒ Faut-il prendre en compte l'augmentation des températures (réchauffement climatique) dans une vision à long terme? > voir présentation « Changement climatique et conception de bâtiments »



Programme

- ▶ L'architecte peut poser un regard critique sur le programme établi par la maîtrise d'ouvrage
 - Quelle est la destination des lieux ?
 - Quel niveau de confort y est-il attendu ?
 - Quelles sont les fréquences d'utilisation des lieux ?
 - Les fonctions envisagées sont-elles compatibles entre elles ?
- **Question:** Selon vous, faut-il mettre en place un système actif de climatisation dans une salle de psychomotricité d'une école ?

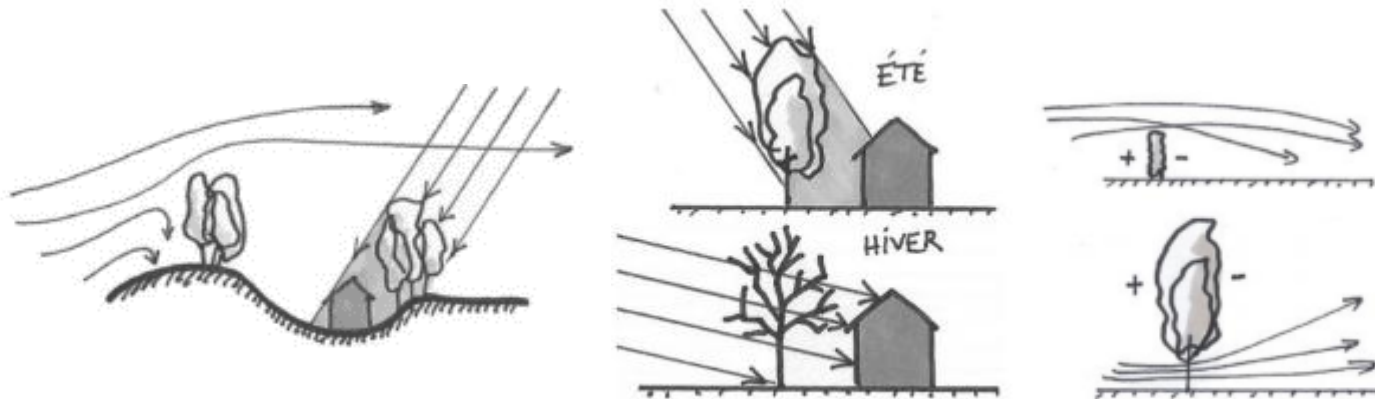
⇒ **L'adéquation d'un lieu/bâtiment existant à un programme, et le programme en lui-même peut faire l'objet d'une analyse sous l'angle de la thermique**



Implantation et aménagement des abords

- Le micro-climat d'un lieu est créé par
 - Le relief
 - La végétation (et les autres constructions)

⇒ **Le choix d'implantation et l'aménagement des abords influencent la direction des vents et l'ensoleillement**



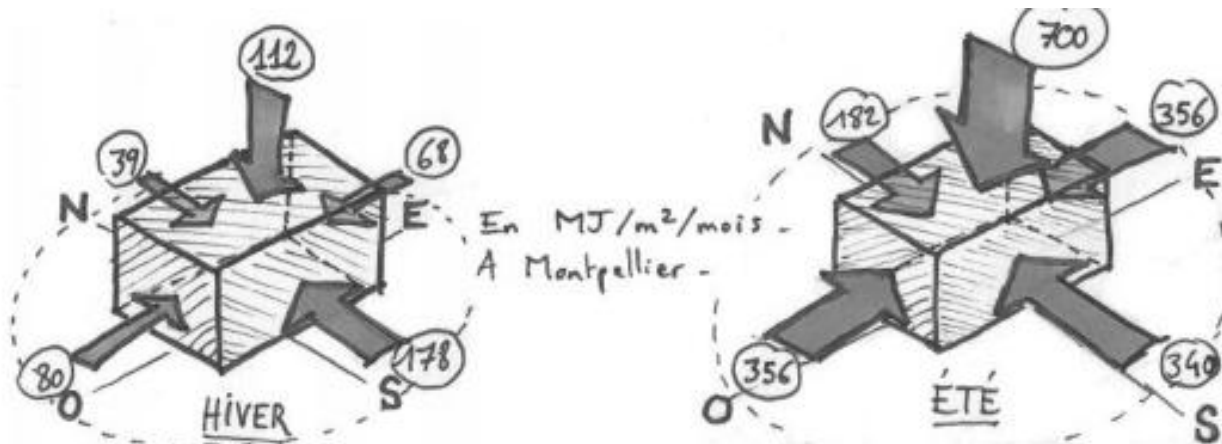
Source : Les leçons du vernaculaire au service d'une architecture durable

⇒ **L'effet positif de la présence d'arbres sur un site (îlot de fraîcheur) peut être considéré**



Implantation et agencement des locaux (en plan)

- L'implantation du bâtiment et l'agencement des locaux vont conditionner l'orientation, donc les apports solaires (et de lumière) dans les différents lieux



Source : Les leçons du vernaculaire au service d'une architecture durable



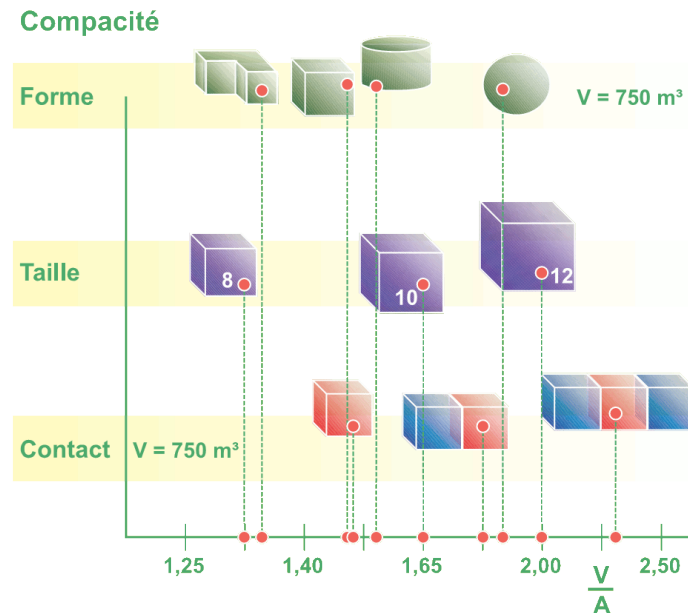
- **Question:** Selon vous, quelle serait la meilleure orientation pour des classes ?

⇒ **Les orientations possibles peuvent influencer la conception architecturale**

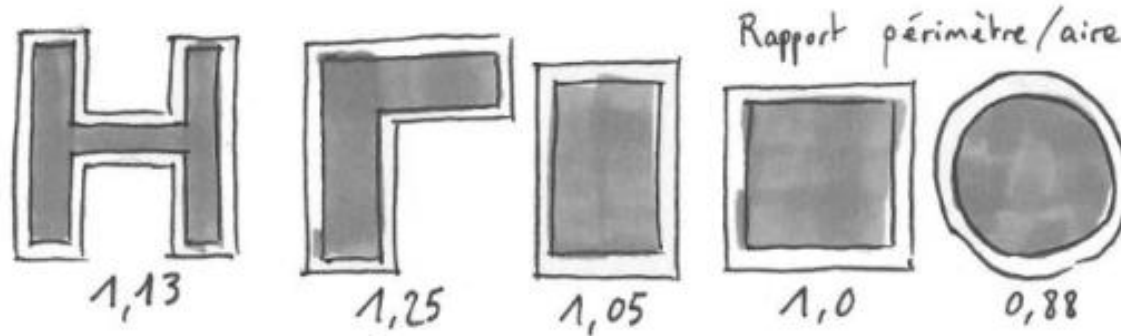


Morphologie

- La compacité est le rapport entre le volume et les surfaces de l'enveloppe (V/A_t)
- Facteurs d'influence
 - Forme
 - Taille
 - Contact



Morphologie et agencement des locaux



Source : Les leçons du vernaculaire au service d'une architecture durable



- **Question:** Selon vous, quelle serait la forme la plus optimale pour des bureaux ?

- ⇒ La compacité d'un bâtiment peut permettre de limiter les apports
- ⇒ La forme du bâtiment peut avoir une influence sur les apports solaires



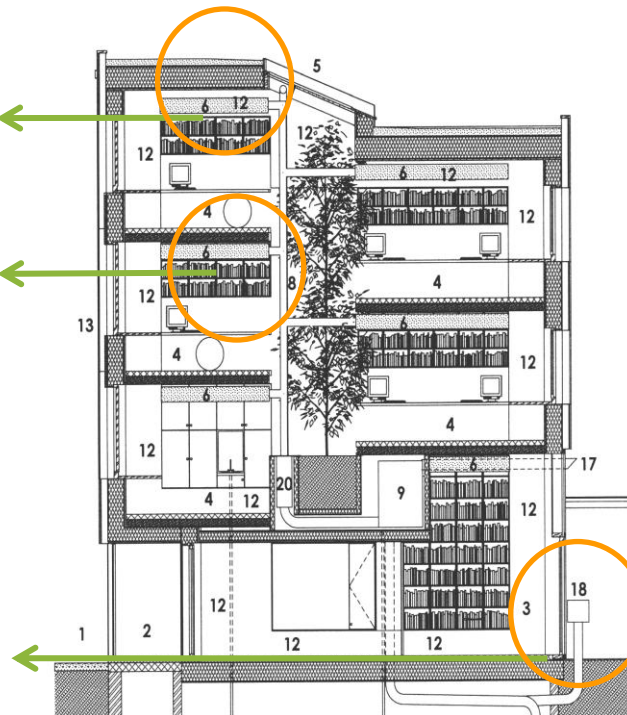
Morphologie et agencement des locaux (en coupe)

- L'air chaud monte, parce qu'il est plus léger que l'air froid > Les espaces des niveaux supérieurs sont souvent plus exposés aux surchauffes que les autres

5^{ème} plateau :
17,40% du temps
au-delà de 25°C

3^{ème} plateau :
19,51% du temps
au-delà de 25°C

Rez-de-chaussée :
0,95% du temps
Au-delà de 25°C



Extérieur :
2,15 % du temps
au-delà de 25°C

Source : FHW, architectes

⇒ **L'effet de stratification peut être exploité dans la conception d'un projet**



Système constructif

- Les grandes familles de systèmes constructifs sont les suivantes
 - Structure massive (blocs/béton)
 - Structure à ossature bois
 - Structure en panneaux de bois



Source : conseils-thermiques.org



Source : Hout Info Bois



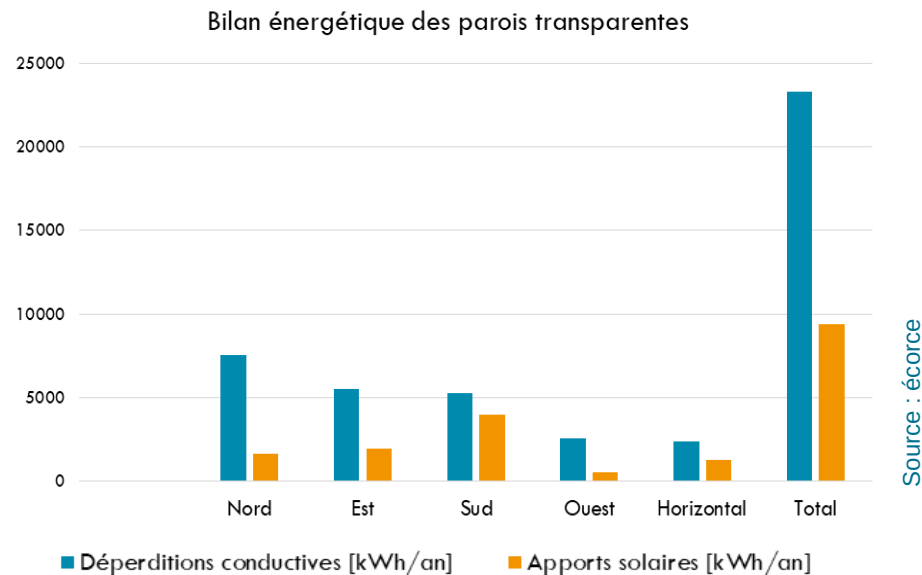
Source : GUIDEnR BOIS-ENERGIE

⇒ **Le choix du système constructif détermine pour une part importante l'inertie thermique du bâtiment**

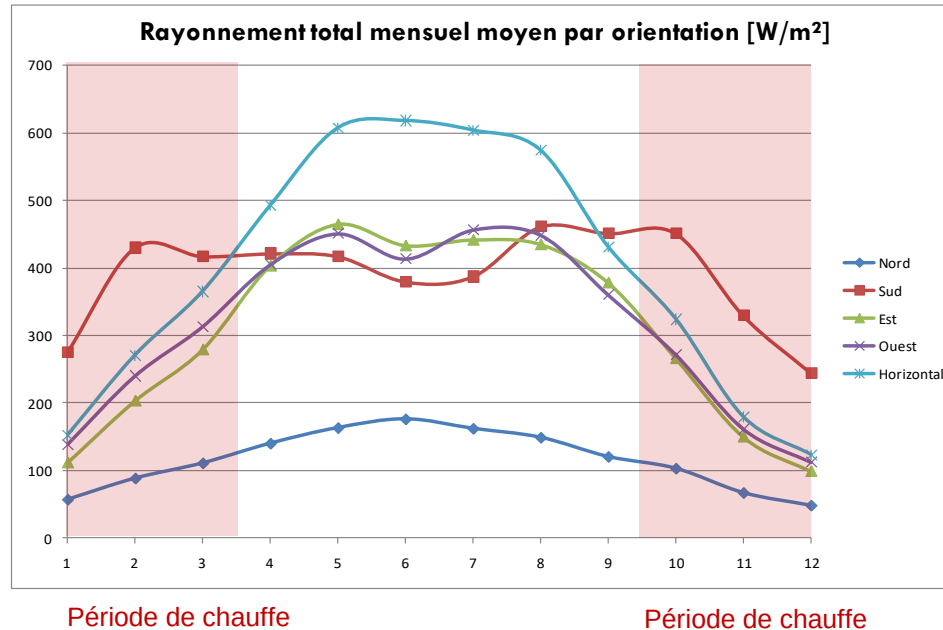


Baies vitrées

- Une baie vitrée, c'est ...
 - une vue
 - de la lumière naturelle
- ... mais c'est aussi
 - des pertes par transmission
 - des apports



Baies vitrées



Source : Meteonorm - Uccle

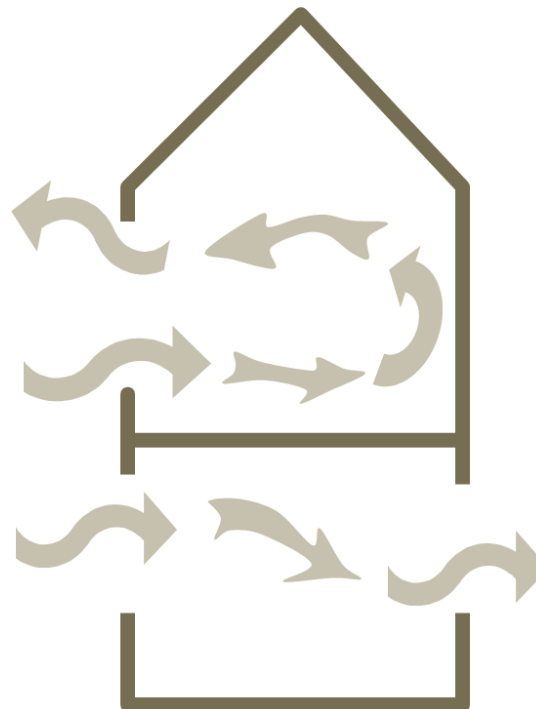
⇒ Le nombre, la forme, la taille et l'orientation des baies vitrées influencent significativement les apports (et les possibilités pour les gérer)



Baies vitrées

NBN
50.001

- La ventilation intensive peut être réalisée par ouverture de fenêtres



Ventilation unilatérale

Si l'espace a des fenêtres ou des portes qui s'ouvrent dans une façade

$$A_{\text{ouverture}} = 0,064 A_{\text{espace}}$$

Ventilation transversale

Si l'espace a des fenêtres ou des portes qui s'ouvrent dans au moins deux façades

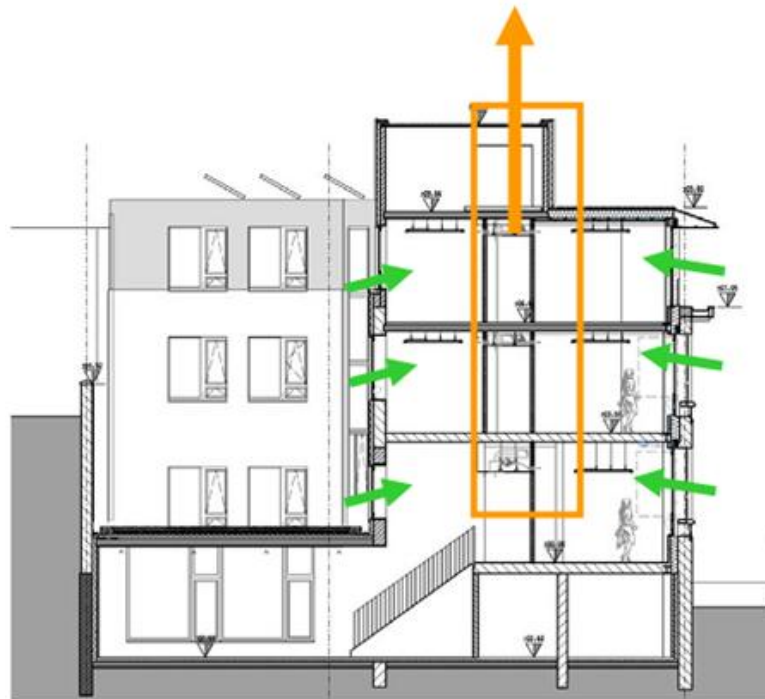
$$A_{\text{ouverture}} = 0,032 A_{\text{espace}}$$

min. 40% par paroi



Baies vitrées

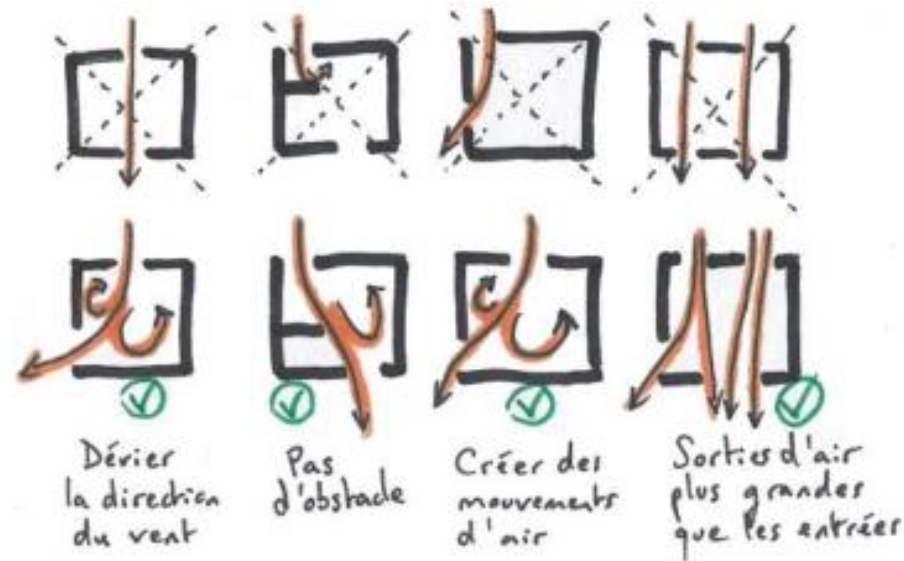
- La ventilation intensive peut être réalisée par ouverture de fenêtres (tirage thermique)



Source : A2M



Baies vitrées



Source : Les leçons du vernaculaire au service d'une architecture durable

- ⇒ Les baies vitrées peuvent contribuer à la mise en place d'un scénario de ventilation naturelle
- ⇒ La taille et le positionnement des baies vitrées influencent significativement les possibilités de ventilation naturelle



Matériaux de finition intérieurs

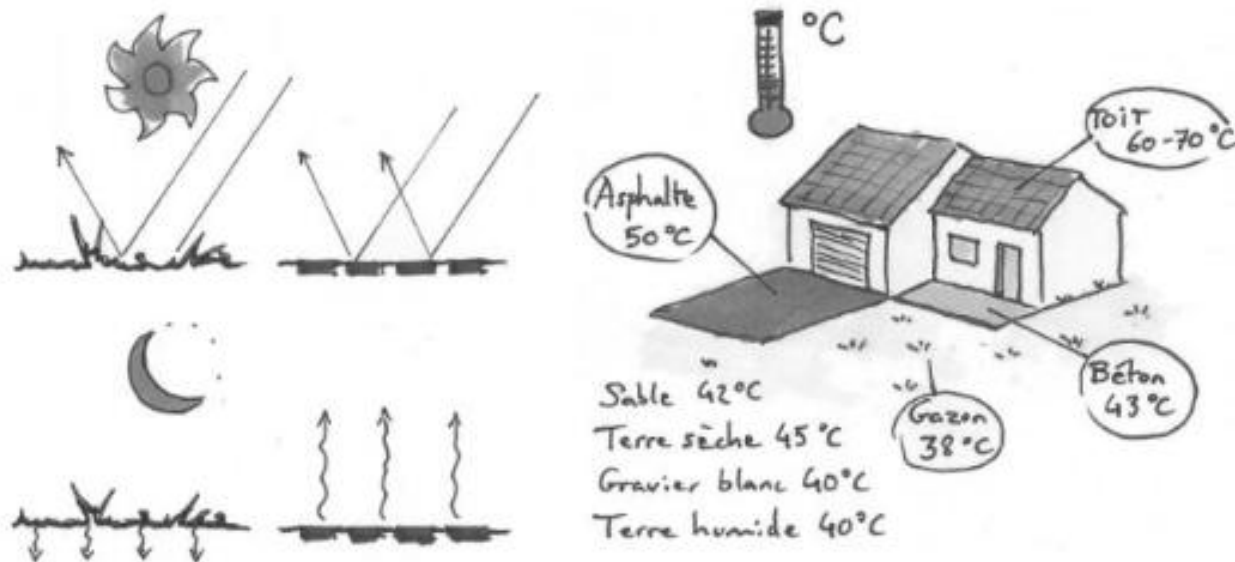
- ▶ Quand on parle d'inertie thermique, on parle d'accessibilité à la masse > Si la composante inertielle de la paroi n'est pas accessible depuis l'intérieur, l'effet de l'inertie est limité/réduit
- ▶ Dans les bâtiments légers, le choix des finitions intérieures peut compenser le manque d'inertie de la structure

⇒ **Le choix des finitions intérieures peut contribuer ou au contraire annihiler l'effet inertiel des parois structurelles**



Matériaux de finition extérieurs

- La nature et la couleur des matériaux influence ses capacités d'absorption, de stockage et de réflexion



- ⇒ **Le choix des finitions extérieures (revêtements de sol, matériaux de façades et toiture / présence coulisse ventilée) peut contribuer à limiter les apports solaires**



Réponses des architectures vernaculaires : quelques exemples

compacité – contrôle des apports solaires – inertie



Source : www.pinterest.com



Réponses des architectures vernaculaires : quelques exemples

protection contre pluies – isolation thermique – contrôle des pertes



Source : www.pinterest.com



Réponses des architectures vernaculaires : quelques exemples

gestion des apports solaires - inertie



Source : www.pinterest.fr



Réponses des architectures vernaculaires : quelques exemples

protection contre pluies – ventilation intensive



Source : www.fuzzytravel.com



Réponses des architectures vernaculaires : quelques exemples

contrôle des apports solaires (façade en retrait / patio) - ventilation intensive - inertie



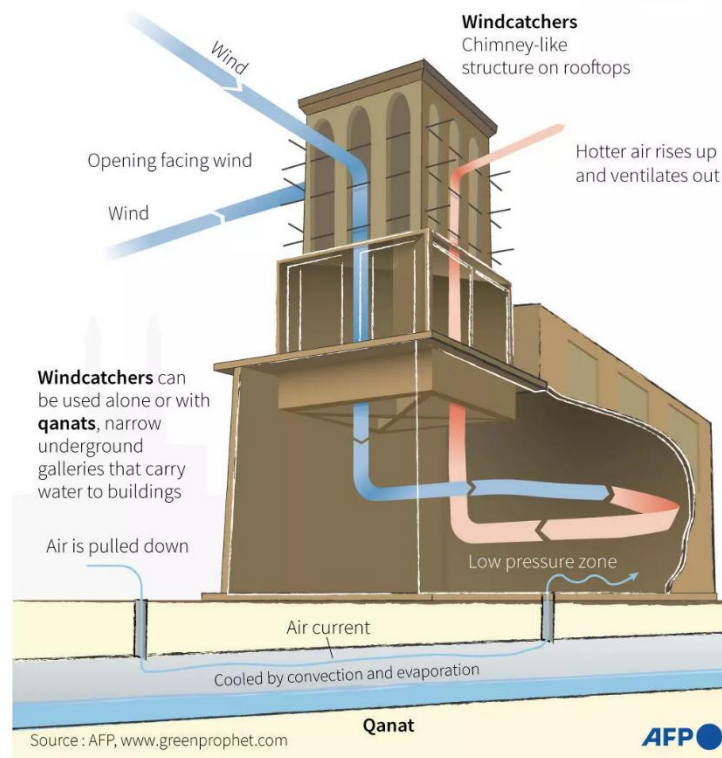
Source : archdaily.com



Réponses des architectures vernaculaires : quelques exemples

Iran's ancient windcatchers

Yazd in Iran, one of the hottest cities in the world, is known for windcatchers, traditional structures on rooftops to cool buildings



Source : france24.com



Réponses des architectures vernaculaires : quelques exemples

compacité



Source : <https://buyersask.com/>



La tradition véritable n'est pas le témoignage d'un passé révolu, c'est une force vivante qui anime et informe le présent. Bien loin d'impliquer la répétition de ce qui fut, la tradition suppose la réalité de ce qui dure.

Igor Stravinsky (1882-1971)



RÉINVESTIR LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE

BILAN THERMIQUE

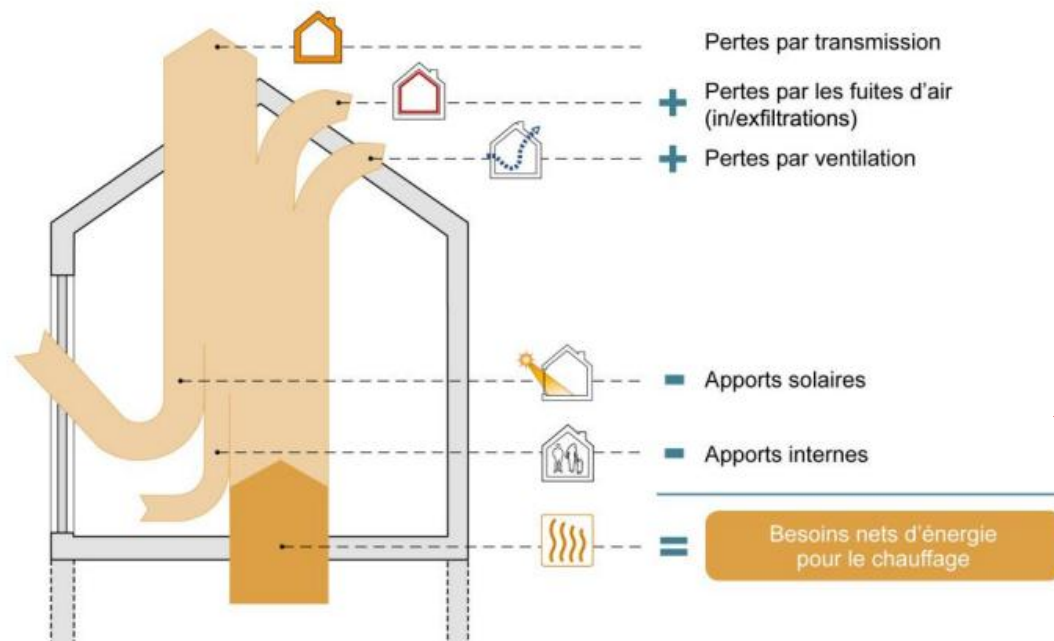
- ▶ **Stratégies de conception**
- ▶ Exemples chiffrés

EXEMPLES



Situation en période de chauffage

- Les parois sont isolées pour limiter les pertes
- La ventilation est contrôlée pour limiter les pertes
- Les apports solaires et internes sont considérés comme des apports « gratuits » > Dans un bilan énergétique, ils compensent pour partie les pertes

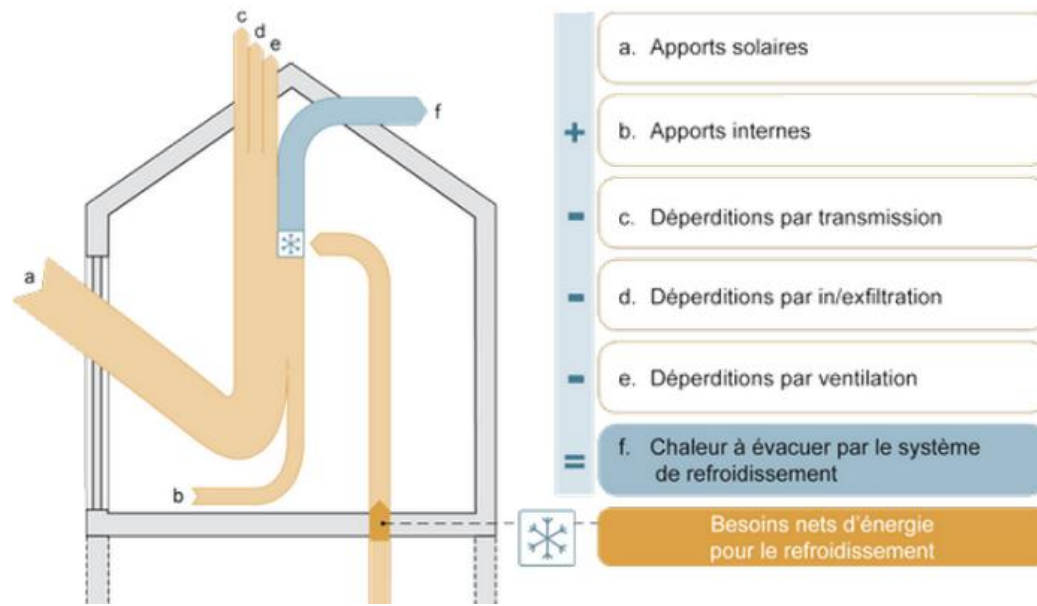


Source : Guide PEB 2021 Région Wallonne



Situation en période de non-chauffage

- Les apports solaires et internes sont considérés comme des apports « excédentaires », quand ils sont supérieurs aux besoins > Dans un bilan énergétique, ils sont pour partie compensés par des pertes
- La ventilation permet d'évacuer une partie des calories emmagasinées

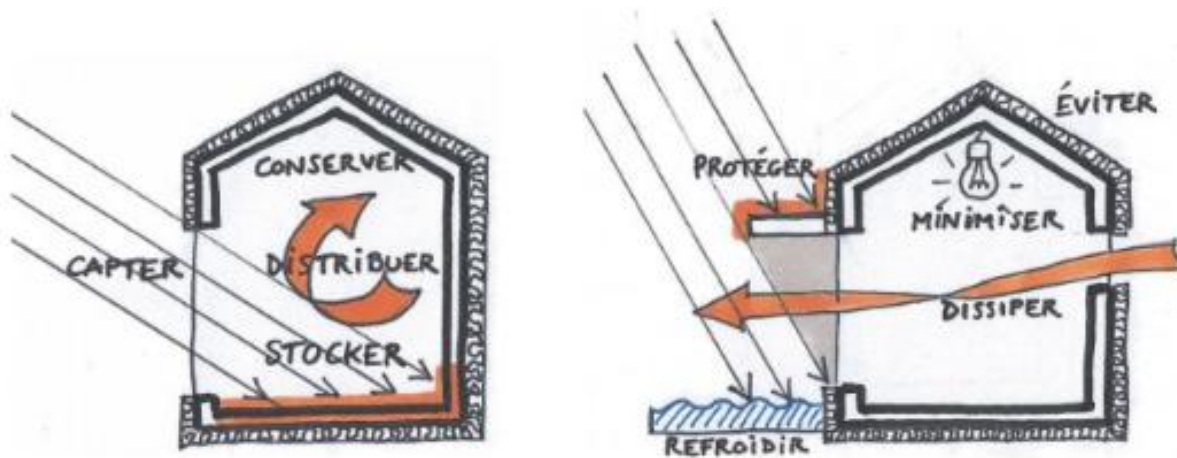


Source : Guide PEB 2021 Région Wallonne



Pour une année complète

- Dans la conception d'un projet, les deux périodes doivent être prises en compte



Source : Les leçons du vernaculaire au service d'une architecture durable

- ⇒ Les solutions qui permettent une gestion variable des apports solaires en fonction des périodes de l'année sont plus optimales
- ⇒ La ventilation intensive doit être combinée à une grande inertie pour être efficace



Pour une année complète



- Ce raisonnement est valable autant à l'échelle du bâtiment dans son ensemble, que zone par zone, ou local par local



Comment garantir le confort estival dans les bâtiments ?

- ▶ Concevoir en intégrant les principes physiques
- ▶ Et
 - Recourir aux solutions passives
 - Recourir aux solutions actives
 - Combiner des 2

⇒ **La question de la surchauffe nécessite une réflexion globale à l'échelle du bâtiment et de ses composants**



RÉINVESTIR LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE

BILAN THERMIQUE

- Stratégies de conception
- **Exemples chiffrés**

EXEMPLES



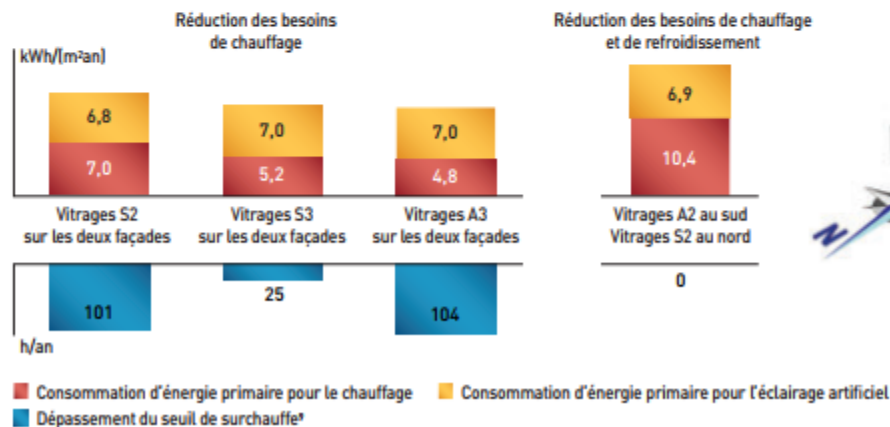
Influence du choix d'un vitrage sur les besoins de chauffage et refroidissement

S2 Les doubles vitrages HR U_g 1,1 W/(m²K), g 62%, TL 80% correspondent au standard de confort actuel que l'ensemble du parc immobilier belge doit atteindre. Ils permettent également de satisfaire des exigences d'efficacité énergétique très élevées de type NZEB.

A2 Les doubles vitrages HR de contrôle solaire permettent d'assurer le confort thermique en cas de surchauffe éventuelle en réduisant les gains solaires pénétrant par les fenêtres selon leur orientation.

S3 A3 L'emploi de triples vitrages HR permet de maximiser l'isolation de l'enveloppe et les triples vitrages HR –Construction passive augmentent simultanément les gains solaires gratuits si besoin.

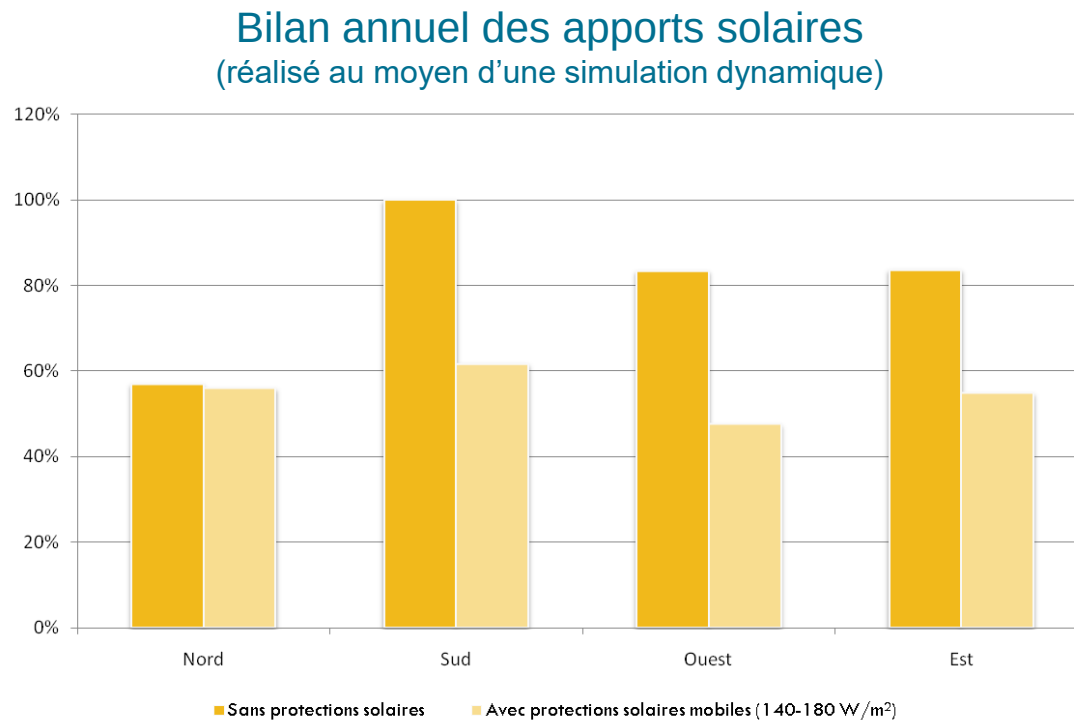
1 Selon les priorités des habitants, exemple d'impact du choix des vitrages sur l'efficacité énergétique et le confort d'un logement mitoyen de type NZEB abondamment vitré^a



Source : Un regard éclairé sur des logements de qualité à consommation d'énergie quasi-nulle – www.vgi-fiv.be



Influence de la présence de stores à lamelles (avec régulation en fonction de l'ensoleillement) sur les apports solaires



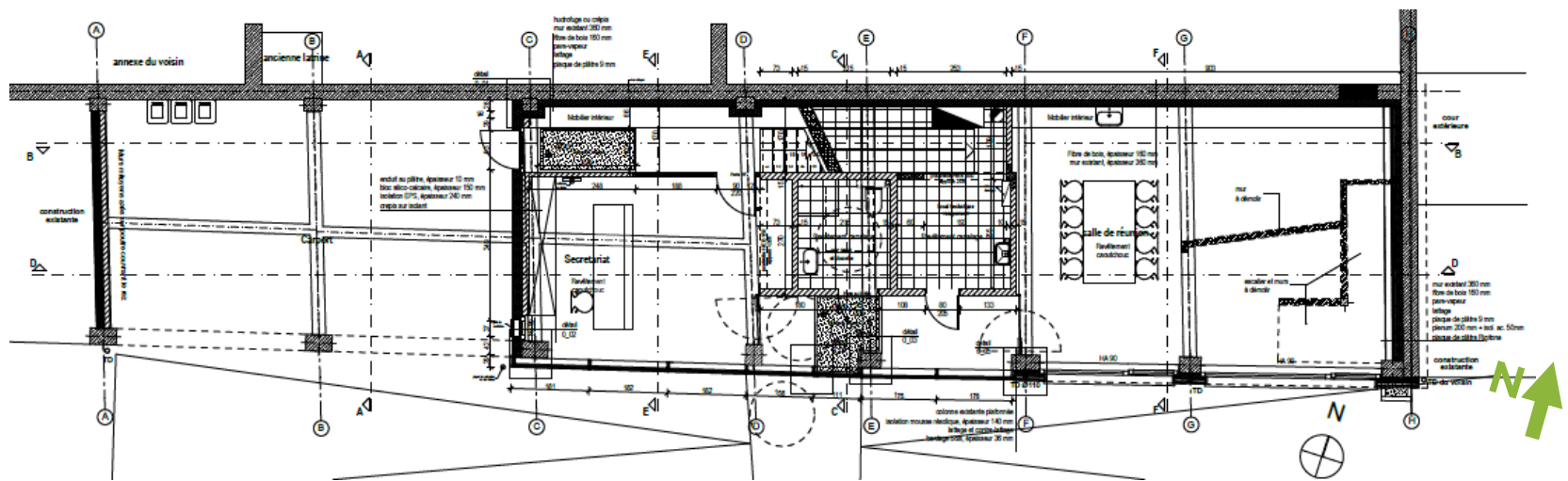
Source : écorce



RÉINVESTIR LA QUESTION ÉNERGÉTIQUE
BILAN THERMIQUE
EXEMPLES



Rez-de-chaussée

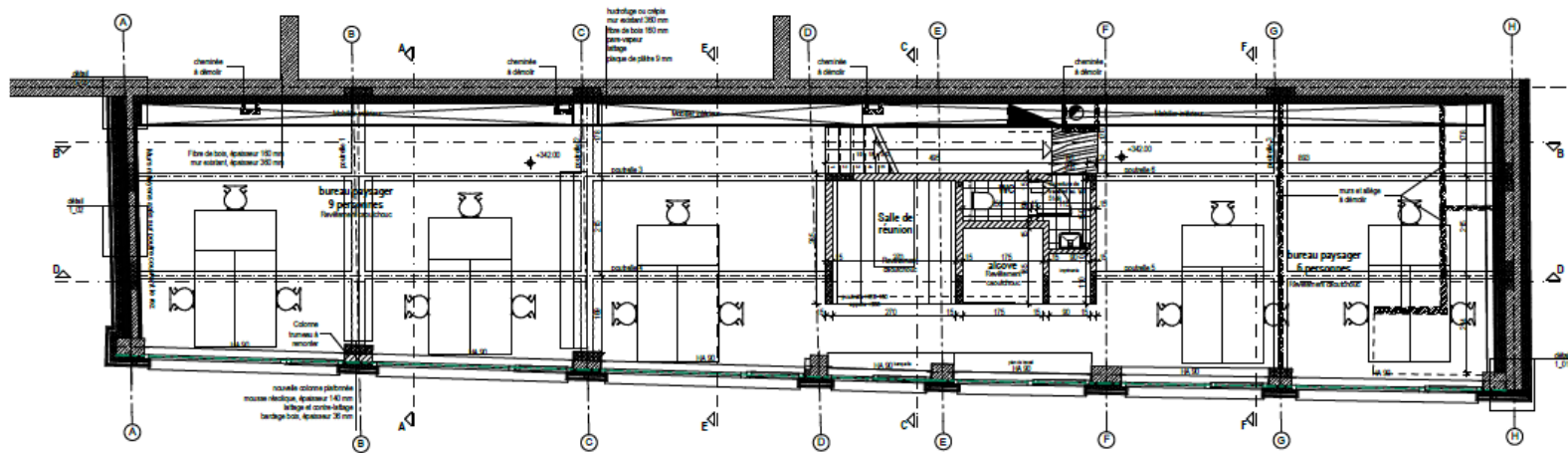


Source : écorce



BUREAUX ÉCORCE À LIÈGE (TRANSFORMATION D'UN ENTREPÔT)

Etage 1

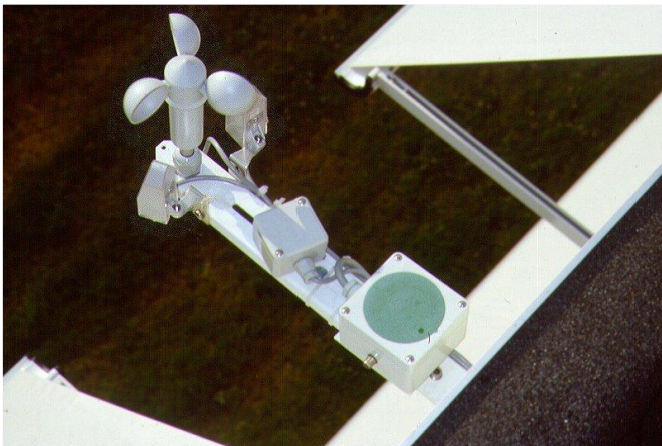


Source : écorce



Moyens mis en œuvre

- ▶ Baies avec allèges orientées S
- ▶ Stores à lamelles motorisées
 - automatique en fonction de l'ensoleillement
 - dérogation manuelle possible, baie par baie



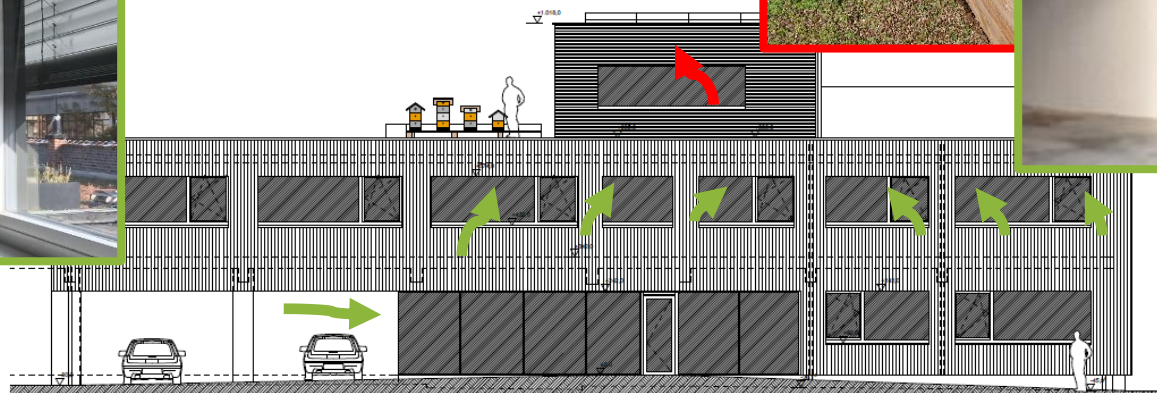
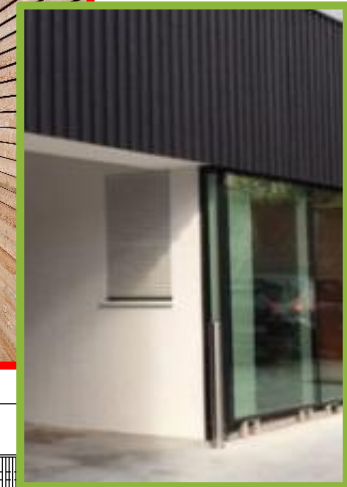
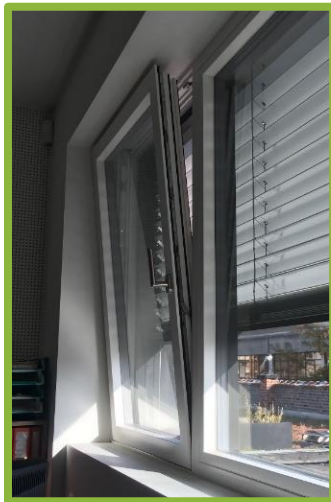
Source : écorce



BUREAUX ÉCORCE À LIÈGE (TRANSFORMATION D'UN ENTREPÔT)

Moyens mis en œuvre

- Rafraichissement nocturne via ouvertures de fenêtres et différence de hauteur
 - grille anti-effraction au rez-de-chaussée
 - bardage ajouré au 2^o



Source : écorce



BUREAUX ÉCORCE À LIÈGE (TRANSFORMATION D'UN ENTREPÔT)

Moyens mis en œuvre

- Accessibilité à la masse maximisée
 - pas de faux plafond
 - isolation par l'extérieur de la façade avant



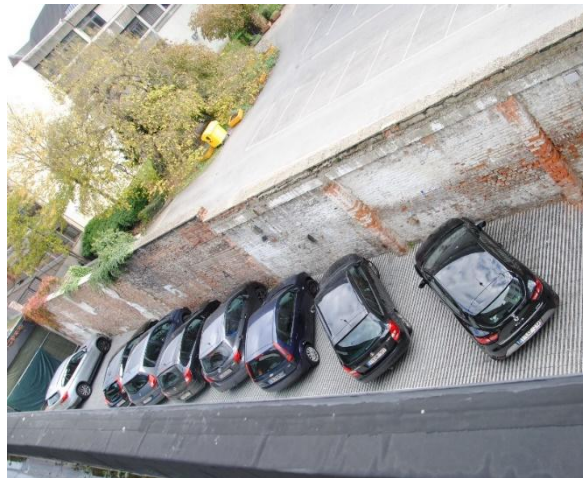
Source : écorce



BUREAUX ÉCORCE À LIÈGE (TRANSFORMATION D'UN ENTREPÔT)

Moyens mis en œuvre

- ▶ Mur rideau
 - facteur solaire très bas ($g = 0.3$)
 - ombrage voisin > (arbres) et mur



Source : écorce



BUREAUX DE NOSHAQ À LIÈGE (TRANSFORMATION D'UN ENTREPÔT)



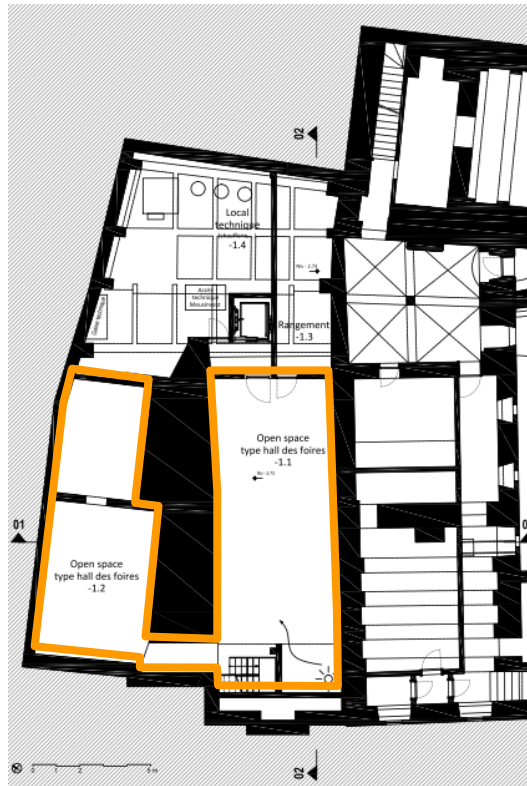
Source : écorce



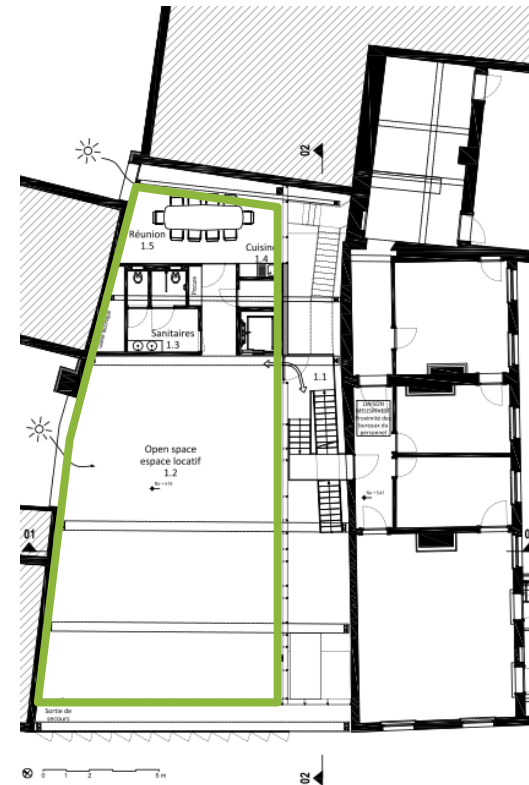
Source : atelier d'architecture Pierre Hebbelinck



Sous-sol



Étage-type



Source : atelier d'architecture Pierre Hebbelinck



Moyens mis en œuvre

- Protections solaires mobiles verticales devant les fenêtres > maximiser l'efficacité et garantir un apport d'éclairage naturel maximal

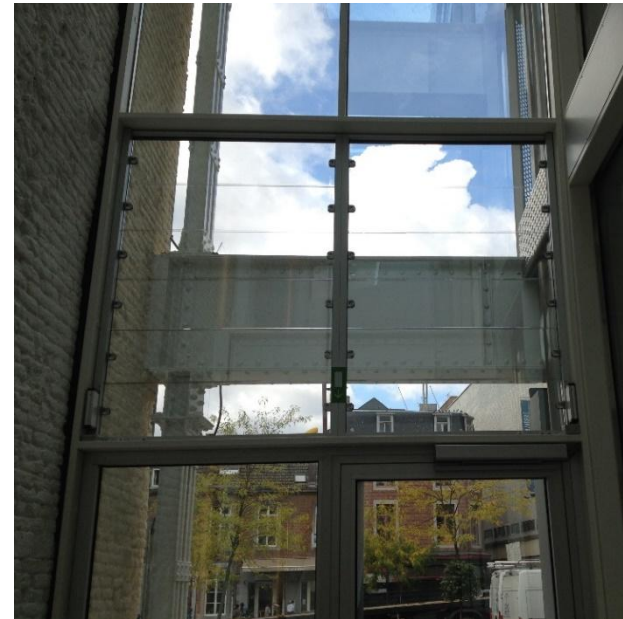
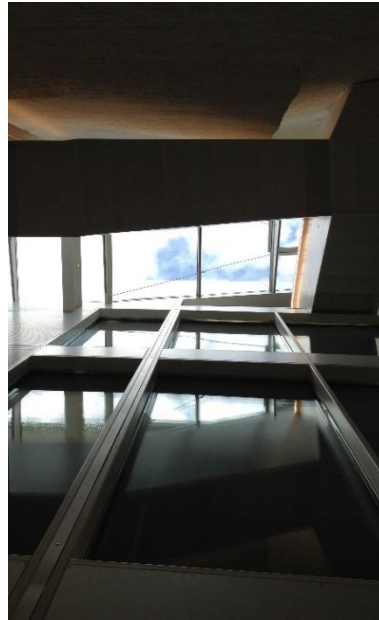


Source : écorce



Moyens mis en œuvre

- Atrium vitré et ventilation intensive



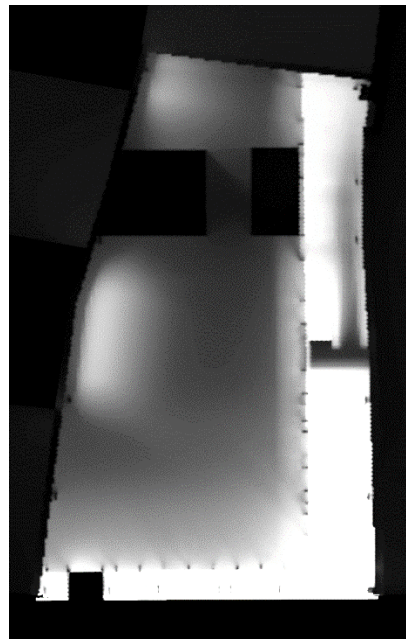
Source : écorce



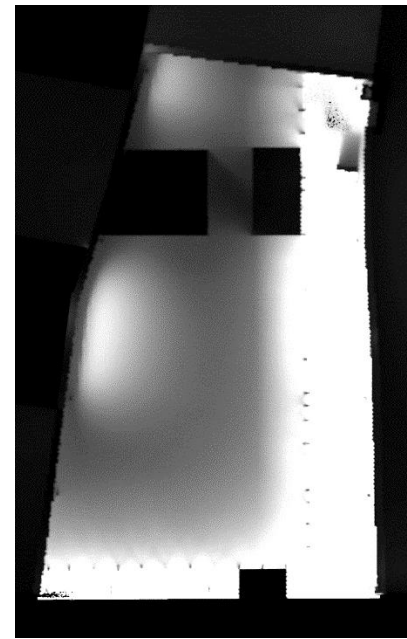
Moyens mis en œuvre

- ▶ Atrium vitré et ventilation intensive
 - pour augmenter les apports de lumière naturelle tout en contrôlant les apports

étage 1



étage 2

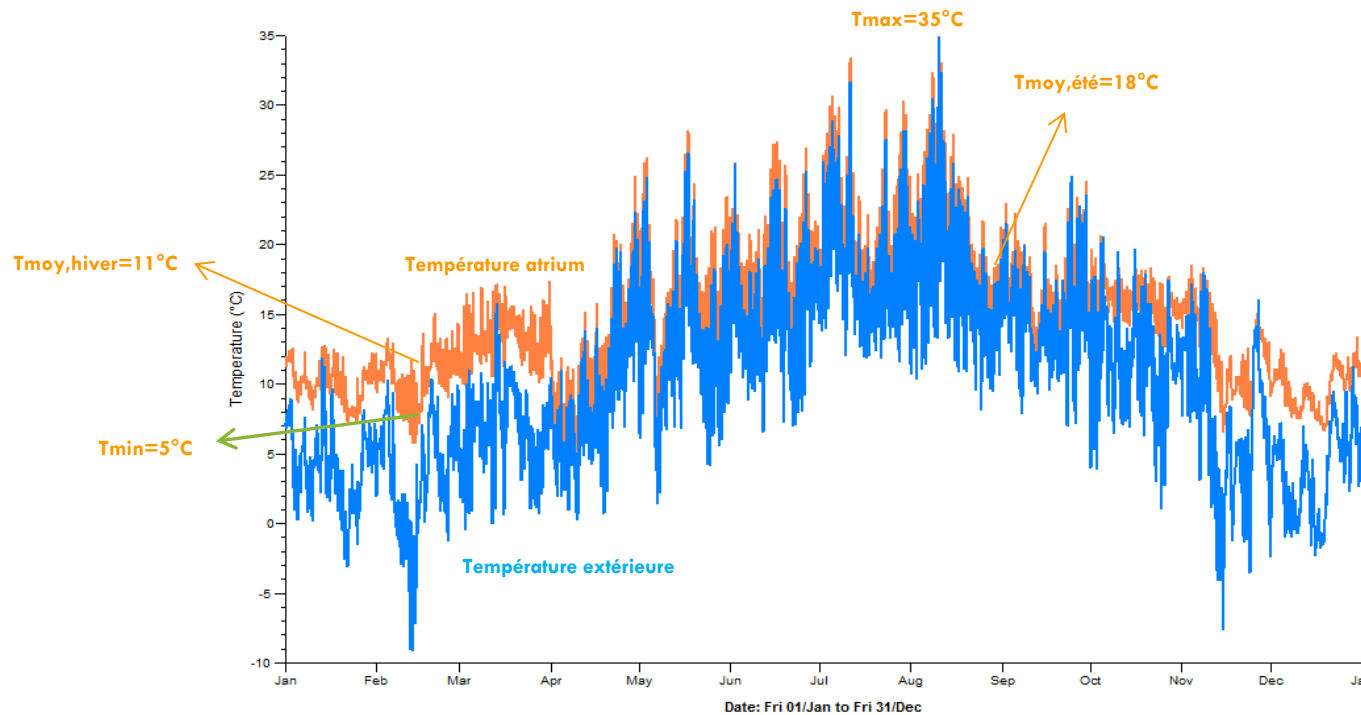


Source : écorce



Moyens mis en œuvre

- Atrium vitré et ventilation intensive



Source : écorce



Moyens mis en œuvre

- Résultats (partiels) de la simulation dynamique

	Pourcentage de surchauffe (>25°C)	Nombre d'heures de surchauffe	Nombre de jours équivalents	Réduction du besoin de froid par rapport au cas de base
R3 - Secrétariat - accueil				
Cas de base (ventilation hygiénique uniquement)	32.9%	859	107	
Protections solaires	23.7%	618	77	 27%
Protections solaires mobiles et ventilation naturelle jour (1 fenêtre ouverte)	20.2%	528	66	 34%
Protections solaires mobiles et ventilation naturelle jour et nuit (1 fenêtre ouverte)	12.1%	315	39	 42%

Source : écorce



Moyens mis en œuvre

- ▶ Géothermie verticale
 - pompe à chaleur réversible
 - 4 sondes géothermiques (120m de profondeur)
- ▶ Un système actif est parfois requis

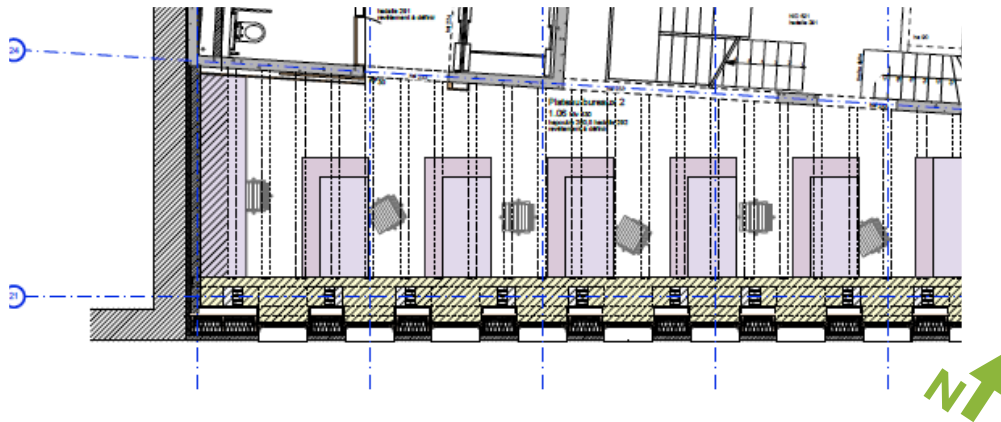


Source : écorce



Moyens mis en œuvre > focus sur la façade SE

- ▶ Fenêtres verticales en retrait par rapport au plan de façade (effet joue latérale)
- ▶ Facteur solaire bas ($g = 0.4$)
- ▶ Protection solaire mobile (grille) au rez



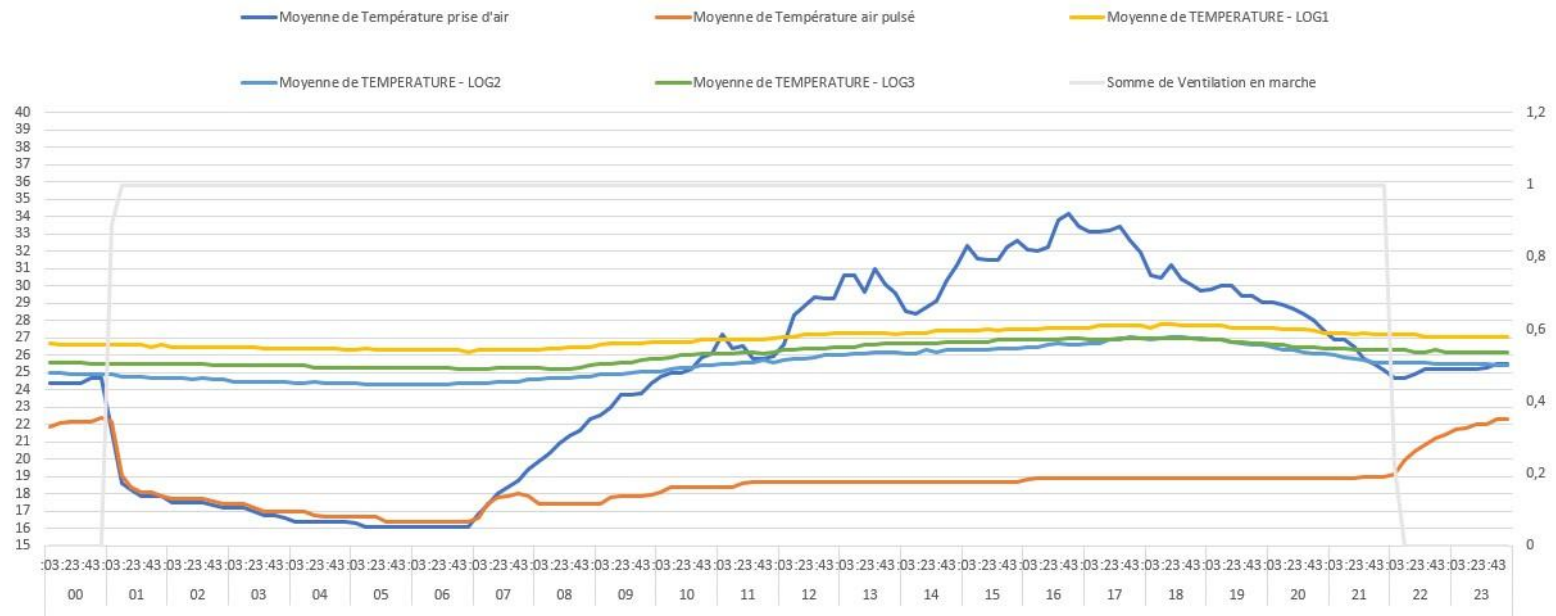
Source : Patrick David et Frédérique Leblanc



Source : écorce



Focus sur la stratification des températures

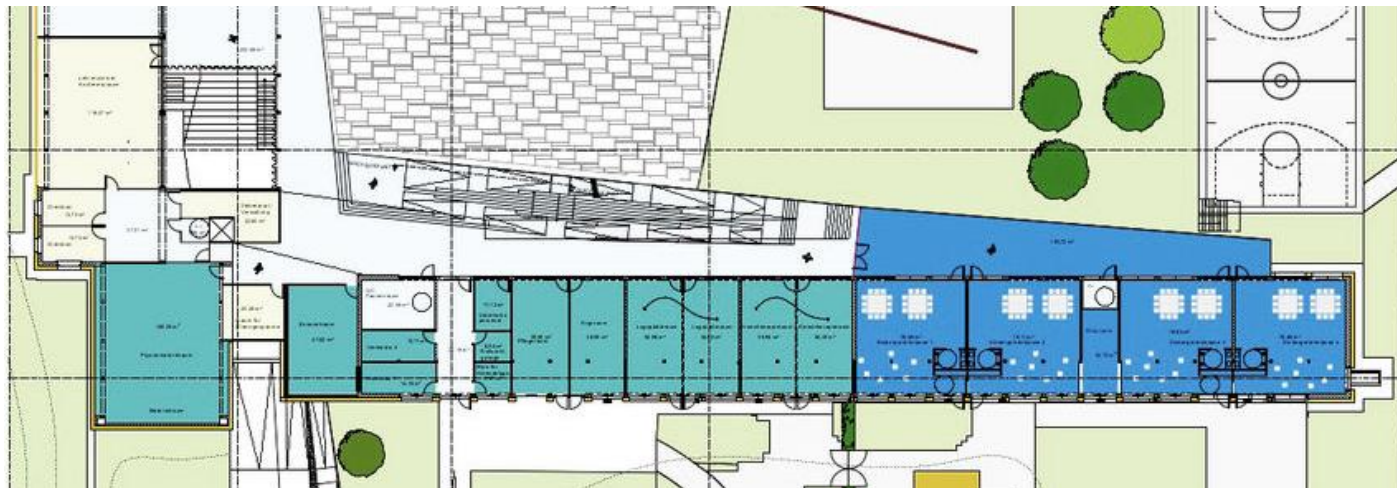


Source : écorce



Moyens mis en œuvre > focus sur les classes

- ▶ Fenêtres des classes initialement orientées S > orientées N après rénovation
- ▶ Apports importants au S via atrium vitré qui équilibre le bilan thermique + protection via casquette



Source : écorce



Moyens mis en œuvre > focus sur les classes

- ▶ Fenêtres des classes initialement orientées S, orientées N après rénovation
- ▶ Apports importants au S via atrium vitré qui équilibre le bilan thermique + (protection) via casquette



⇒ **Insuffisant pour garantir le confort en été !**



Source : &sens



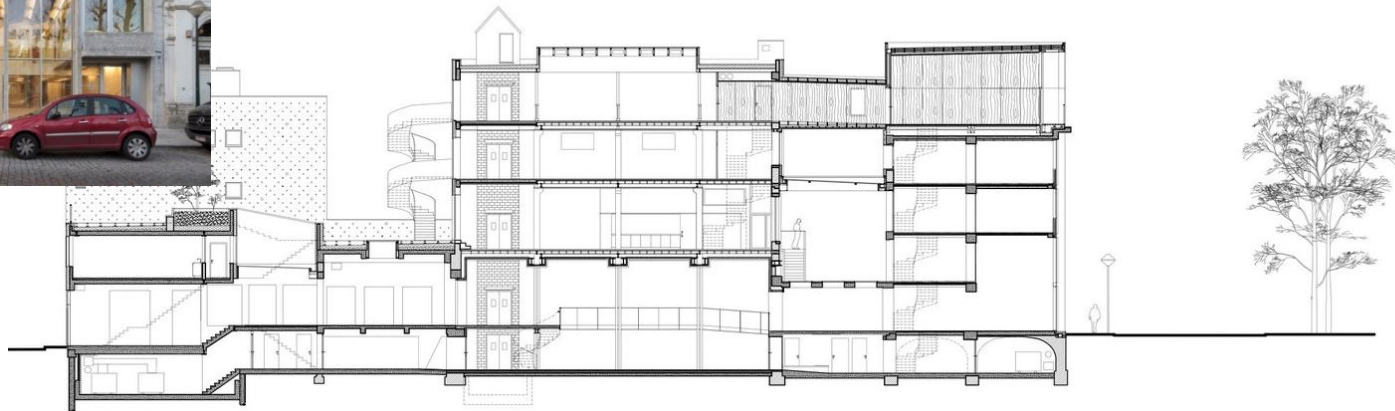
MAD À BRUXELLES (RÉNOVATION)

Focus sur les bureaux Place du Nouveau Marché aux Grains

- ▶ Ombrage assuré via des arbres (qui entre la conception et le chantier ont disparu...)
- ▶ Stores prévus en conception mais supprimé pour réduire les coûts



Source : Maxime Delvaux



Source : V+



Focus sur les bureaux Place du Nouveau Marché aux Grains

- Ombrage assuré via des arbres (qui entre la conception et le chantier ont disparu...)



Source : écorce



MAD À BRUXELLES (RÉNOVATION)

Focus sur les bureaux Place du Nouveau Marché aux Grains

- Différence entre maître de l'ouvrage décideur et utilisateur
- Utilisation très divergente de celle envisagée lors de la simulation (salle de réunion vs salle d'exposition)



Source : écorce



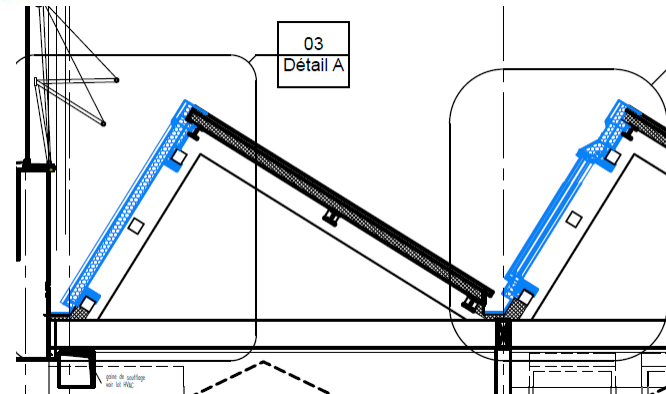
Moyens mis en œuvre > focus sur les bureaux

- Isolation de la toiture
- Remplacement des éléments en polycarbonate par des châssis triple vitrage
- Mise en place d'un freecooling au moyen de fenêtres de toit

1.2. Répartition des déperditions thermiques



Source : écorce



Source : &sens
Source : &sens





Comment appliquer les principes présentés à ce projet ?



Source : hé! (projet RénoLab)





Comment appliquer les principes présentés à ce projet ?



Source : hé! (projet RénoLab)





Comment appliquer les principes présentés à ce projet ?



Source : hé! (projet Réolab)





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Thème Energie I Enveloppe énergétique



Ouvrages

- ▶ Yohann Hoang Tho, 2014, Leçons du vernaculaire au service d'une architecture soutenable, ENSAG
- ▶ Alain Liébard et André de Herde, 1996, Guide de l'architecture bioclimatique, Observ'ER
- ▶ 2003, Solar Architecture, Christian Schittich (Ed.)
- ▶ Fédération de l'industrie du verre, 2014, Un regard éclairé sur des logements de qualité à consommation d'énergie quasi nulle



Formations et séminaires

- ▶ Séminaires
 - [21/06/2019 : Surchauffes : comment assurer le confort estival ?](#)
- ▶ Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement
<https://environnement.brussels/formationsbatidurable>

Consultez tous les supports [gratuitement](#) !



Muriel BRANDT

Administratrice-déléguée

écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

