La surchauffe dans les bâtiments

Causes et solutions

CCB-C - 23/10/2012

INNOV IRIS
EMPOWERING RESEARCH
L'INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Avec le support de la guidance technologique 'éco-construction et développement durable' de la Région de Bruxelles-Capitale subsidiée par l'Institut Bruxellois pour la Recherche et l'Innovation (InnovIRIS)

Antoine Tilmans, ir
Laboratoire 'Caractéristiques énergétique'
CSTC - Centre Scientifique et Technique de la Construction

WTCB

Technologische Dienstverlening Duurzaam Bouwen en Duurzame Ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Prioritaire thema's:

- Energie en gebouwen
- Renovatie en onderhoud van muren en gevels
- Akoestisch comfort
- Toegankelijkheid van gebouwen
- Duurzaam materiaalgebruik
- Innovatieve prospectie
- Technology watch (in samenwerking met SIRRIS)
- Houtbouw en groendaken

Missie:

- Rechtstreekse en multidisciplinaire technische ondersteuning
- Informatie en collectieve vorming
- Marktverkenning, informatieverspreiding en innovatiestimulering

Doelgroep:

Alle Brusselse ondernemingen actief in de bouwsector

In samenwerking met de
Confederatie Bouw Brussel Hoofdstad

Gesubsidieerd door het
Brussels Hoofdstedelijk Gewest
via InnovIRIS

INNOV IRIS
EMPOWERING RESEARCH
HET BRUSSELS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK EN INNOVATIE

Poincarélaan 79
1060 Brussel
info@bbri.be
www.wtcb.be\go\td-duurzaambouwen
+32 (0)2 529 81 06
+32 (0)2 653 07 29

La surchauffe dans les bâtiments

- Problématique locale au sein des bâtiments
  - Certains locaux peuvent présenter des problèmes de surchauffe et d'autres pas
  - Les locaux situés à l'ouest sont fréquemment les plus critiques
- Phénomène influencé par de nombreux facteurs

- Cette présentation est orientée vers:
  - Les causes possibles de la surchauffe
  - Les solutions pour y remédier
- Ne sont pas abordés dans cette présentation:
  - Comme estimer s'il y a un risque de surchauffe et quels sont les moyens d'évaluer ce risque?
    - Calcul numérique, méthode PEB, …

La surchauffe dans les bâtiments

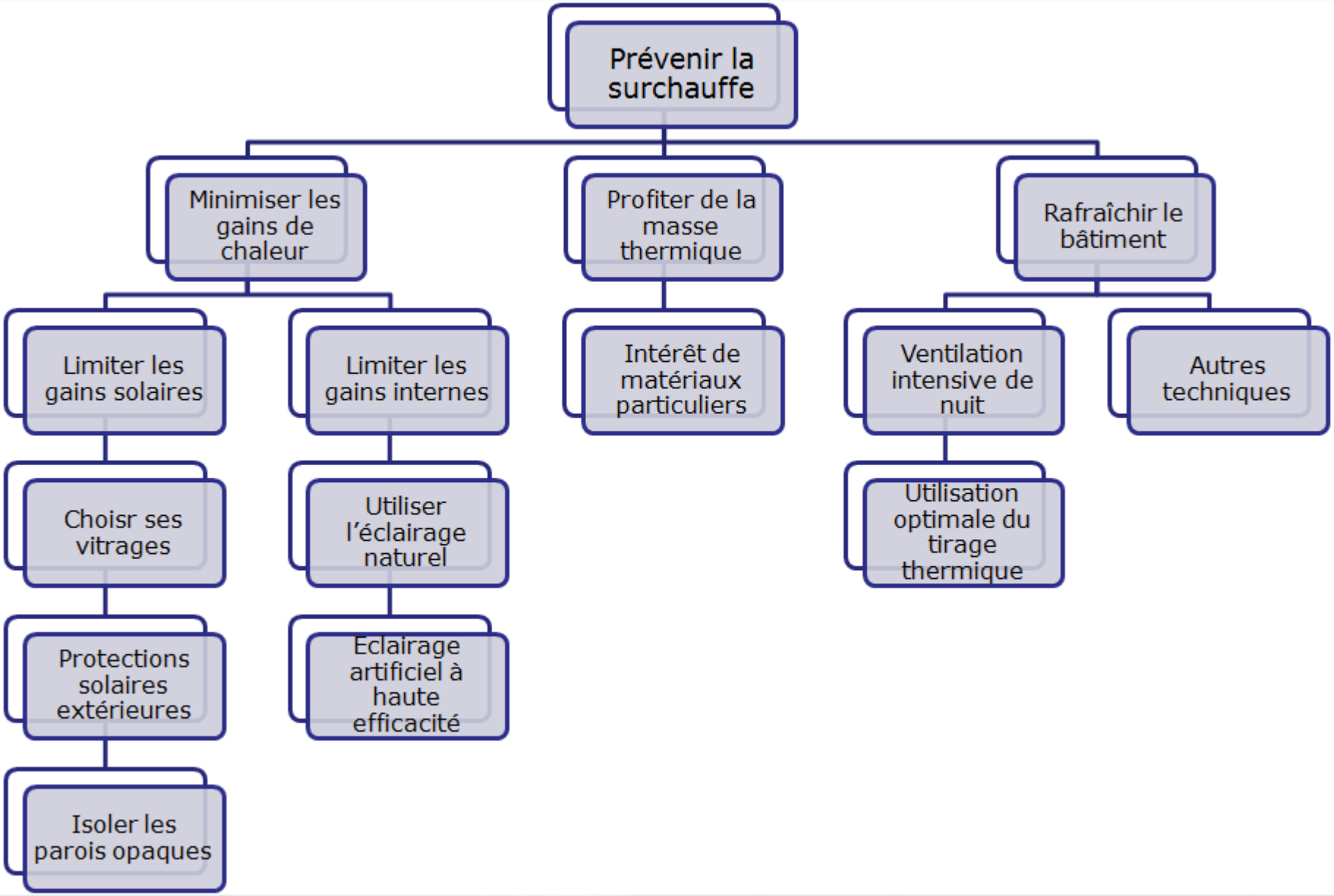
- Pour combattre efficacement la surchauffe, il est important d'identifier sa (ses) cause(s)

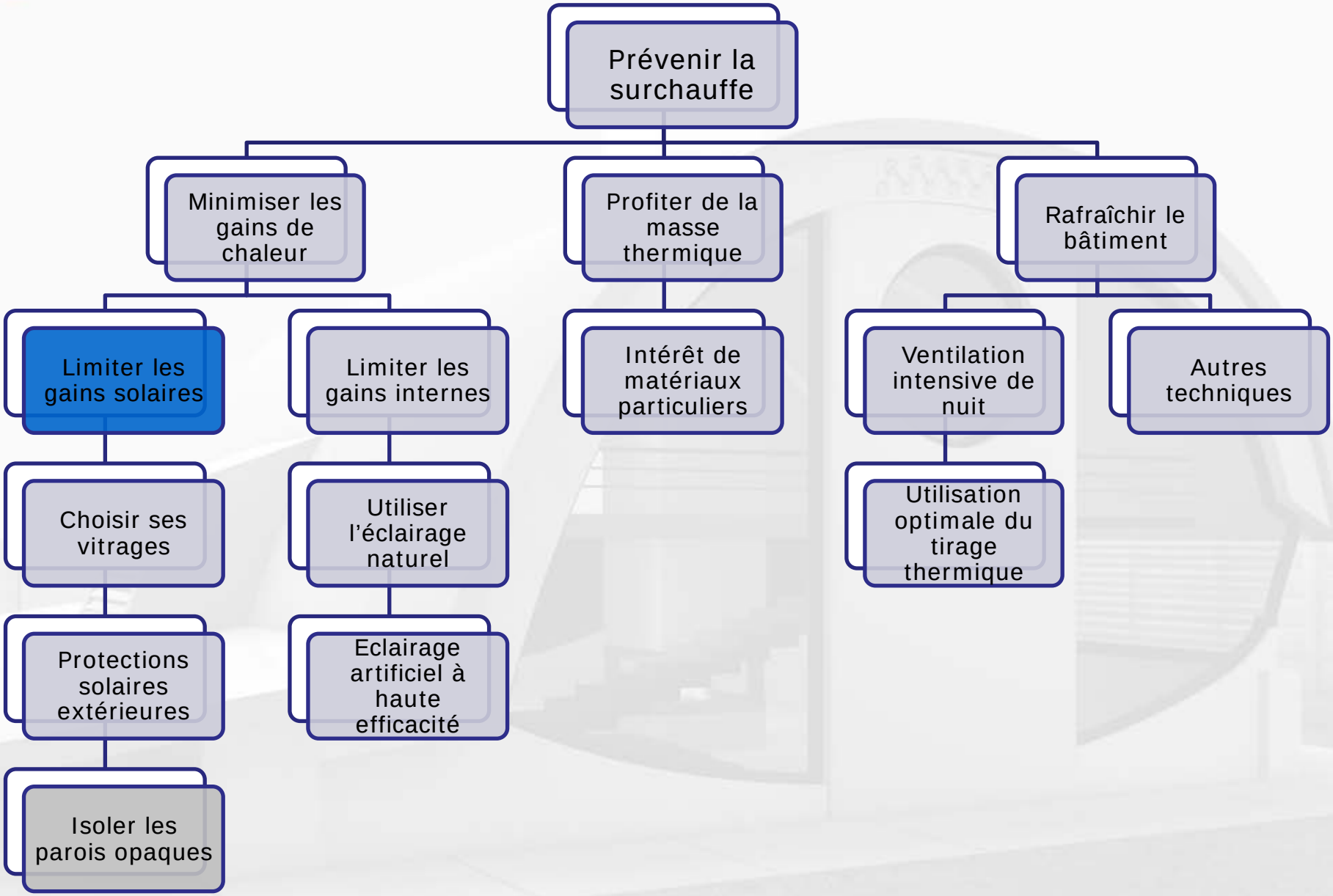
→ Les solutions à apporter peuvent être différentes selon les cas

- Les solutions à mettre en œuvre peuvent aussi être très différentes selon le type de bâtiment
  - Immeuble de bureau
  - Logement

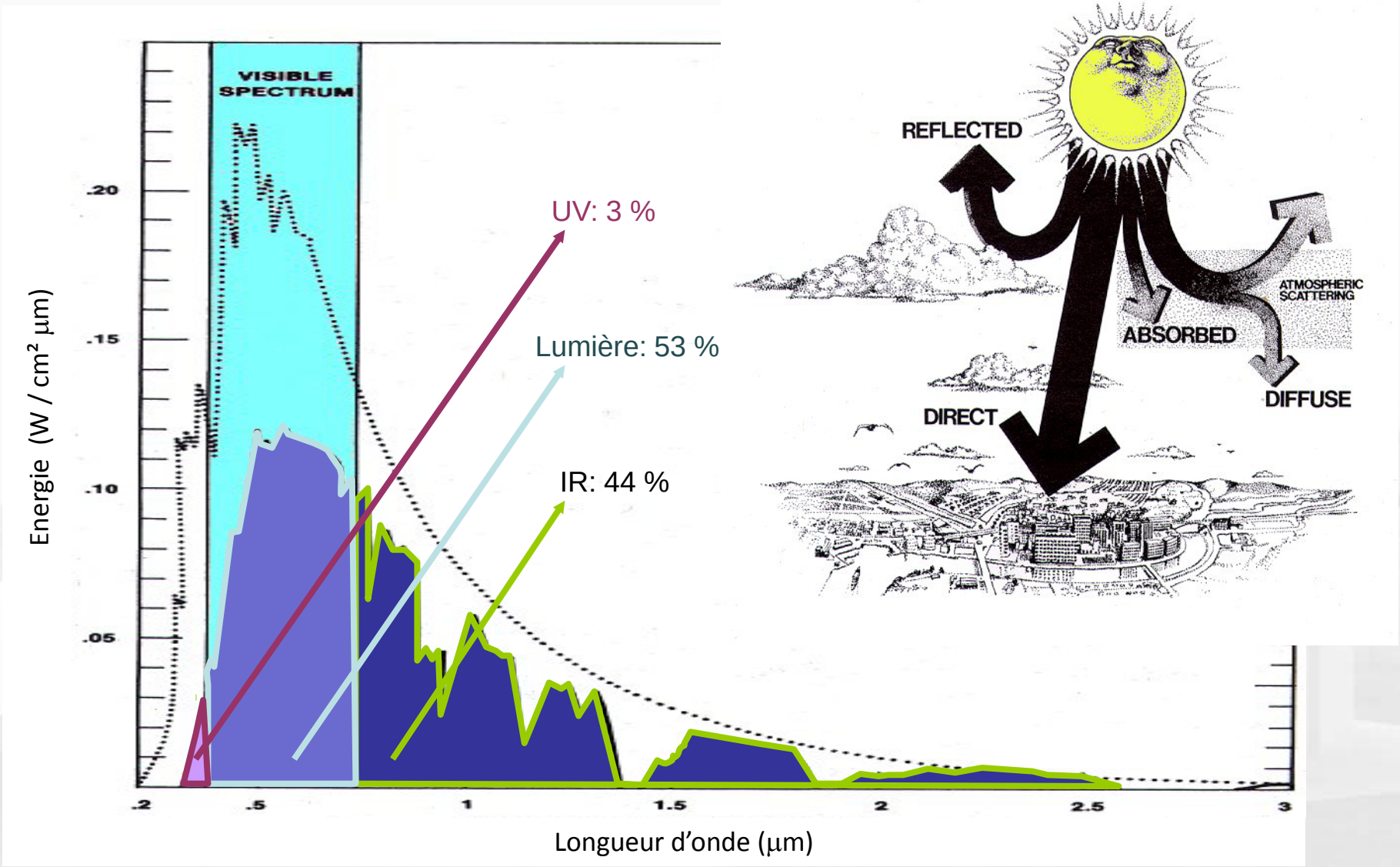
→ Voir exemple des vitrages sélectifs ou des types de façade particuliers

© E. Maldonado

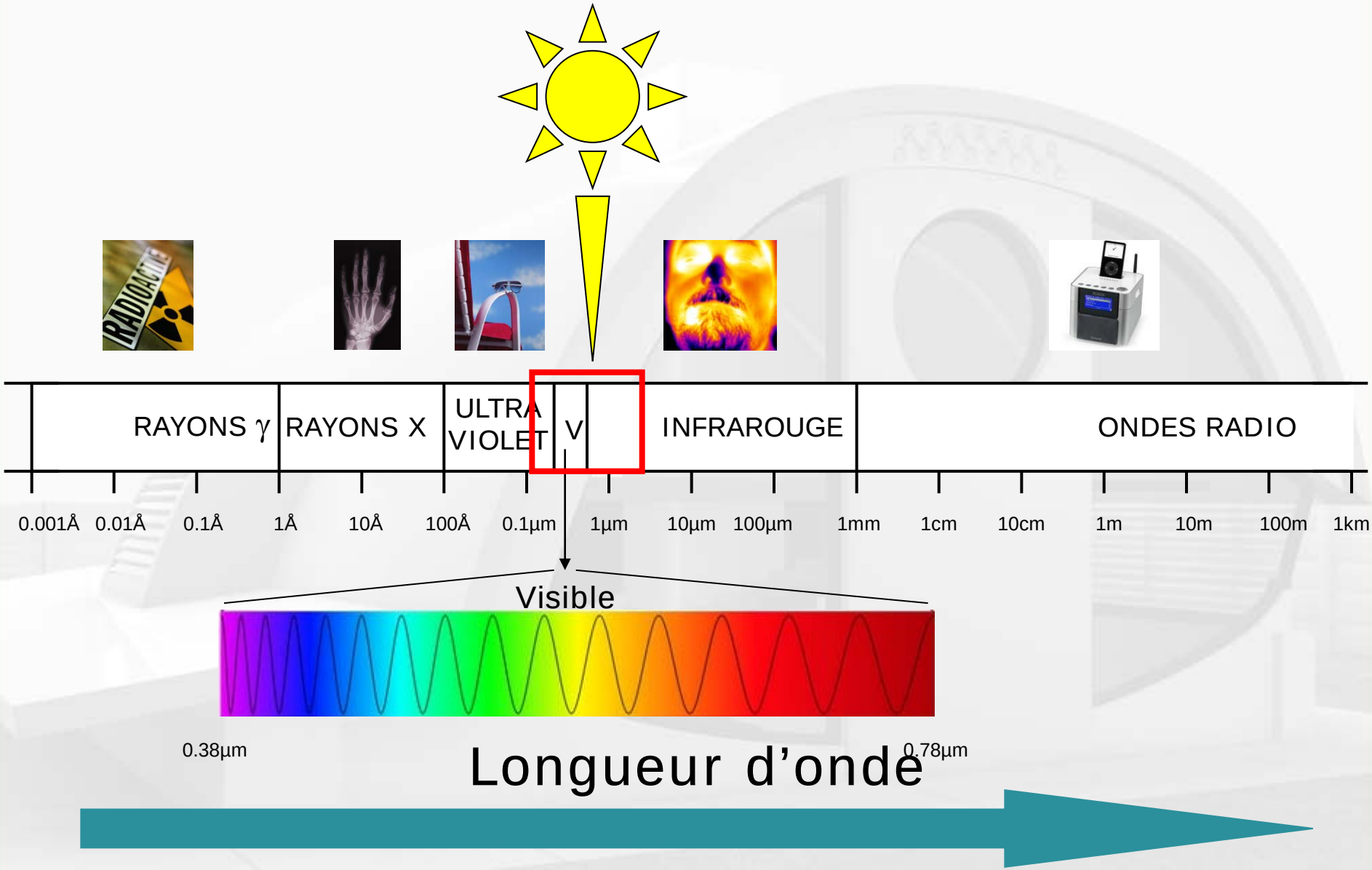

Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Choisr ses vitrages
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Protections solaires extérieures
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques


Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Choisir ses vitrages
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Protections solaires extérieures
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

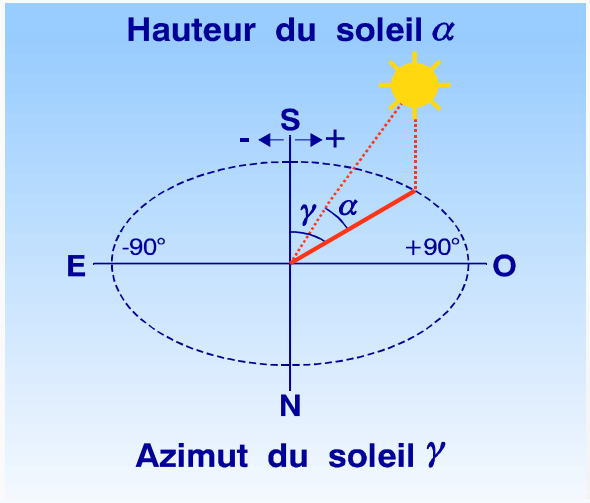
Le rayonnement solaire

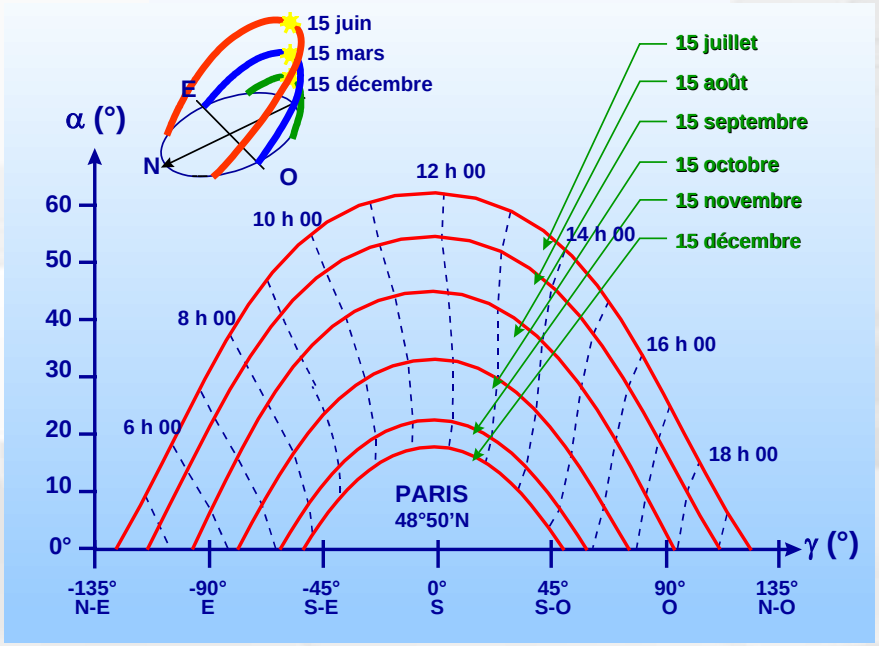


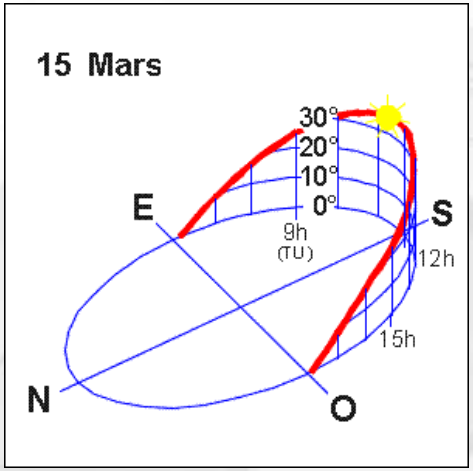
Le spectre électromagnétique

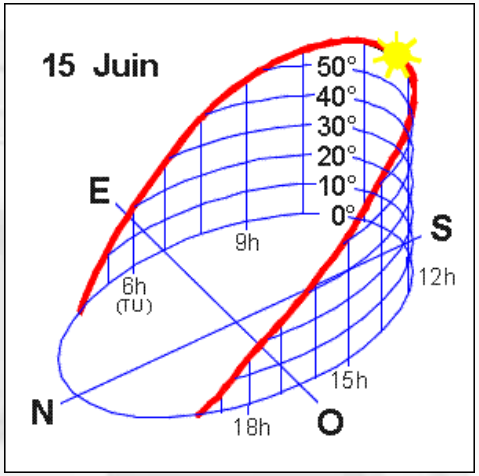


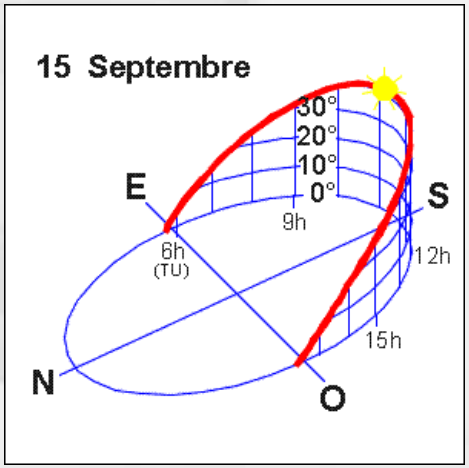
La course du soleil

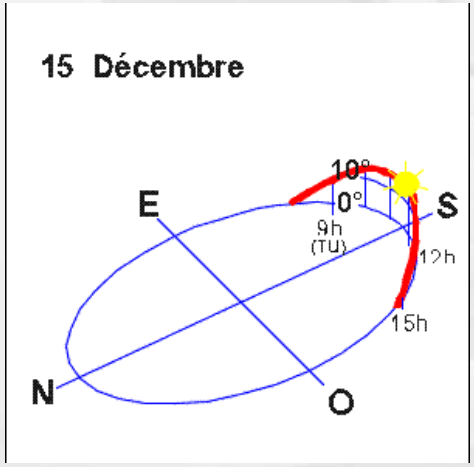






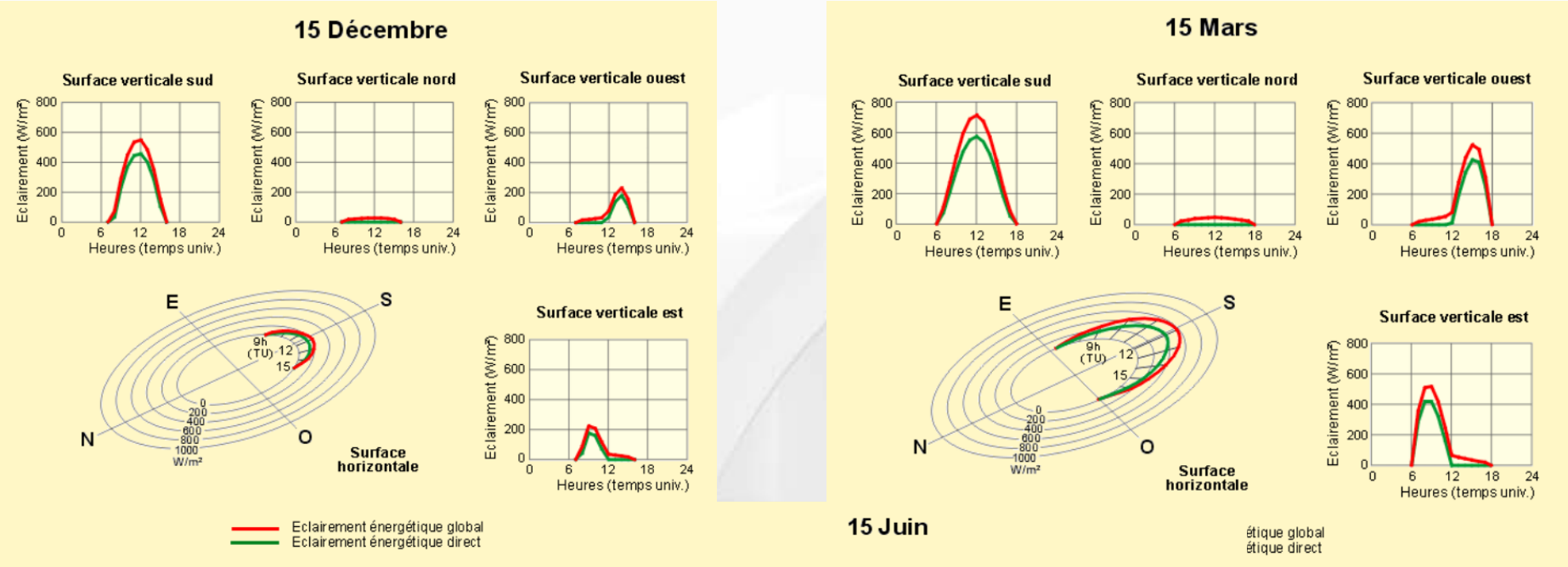


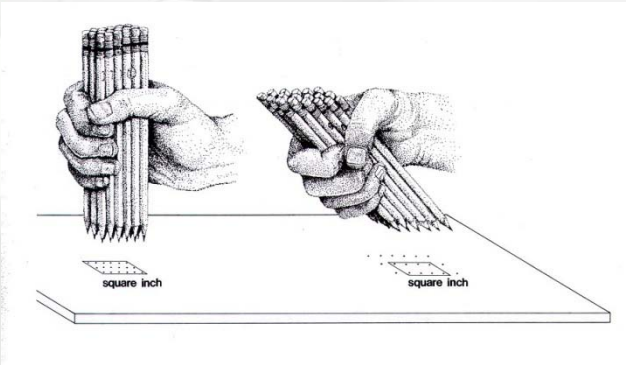




Source : UCL – Architecture & Climat

Le rayonnement solaire en Belgique





Source : UCL – Architecture & Climat

Les gains solaires – facteurs d'influence

- Dimension des surfaces vitrées
- Type de vitrage
  - Facteur solaire - Valeur g
- Ensoleillement
  - Orientation / Pente
  - Ombrage:
    - Environnemental
    - Structurel
    - Protections solaires
    - Volets

Transmission du rayonnement solaire dans une paroi

- Une partie du rayonnement solaire est
  - Transmise directement vers l'intérieur τ
  - Absorbée par la paroi α
  - Réfléchie vers l'extérieur ρ

  La partie absorbée est réémise en partie vers l'intérieur et en partie vers l'extérieur

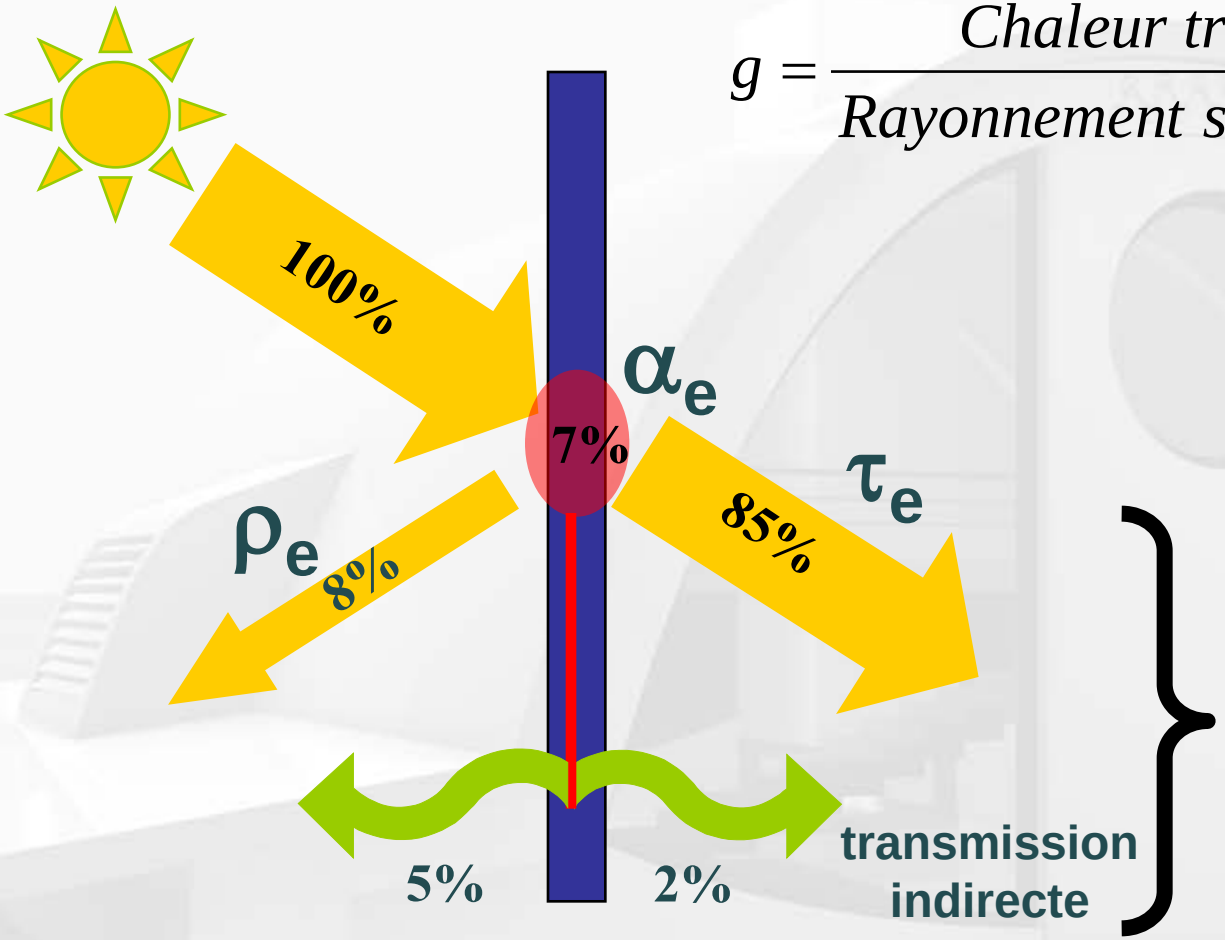
- On a

  $\tau + \alpha + \rho = 100\%$

  Dans le cas d'une paroi opaque, la transmission directe est nulle

Facteur solaire (g) d'un vitrage

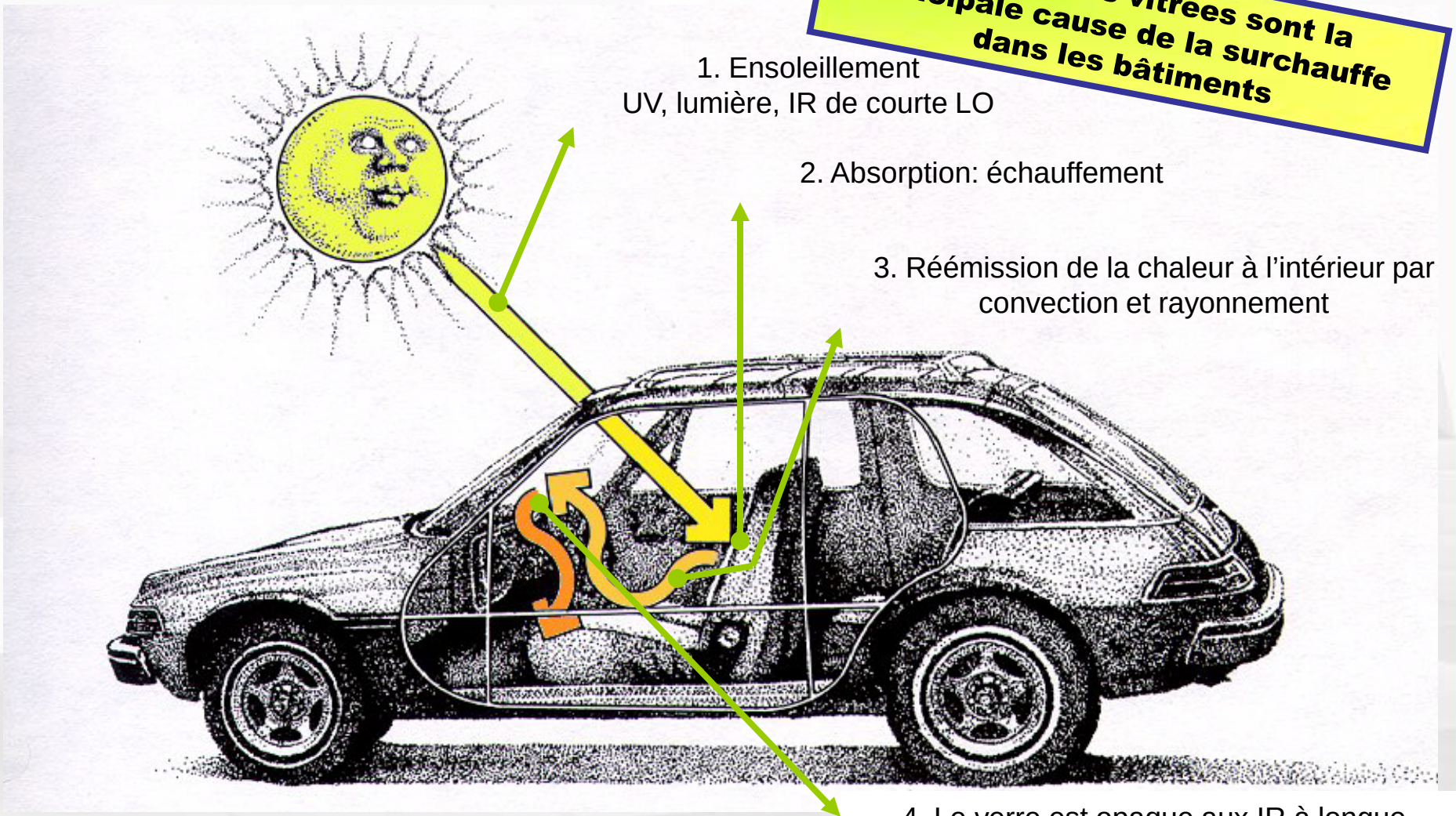
$$g = \frac{Chaleur\ transmise\quad (W)}{Rayonnement\ solaire\ incident\ (W)}$$

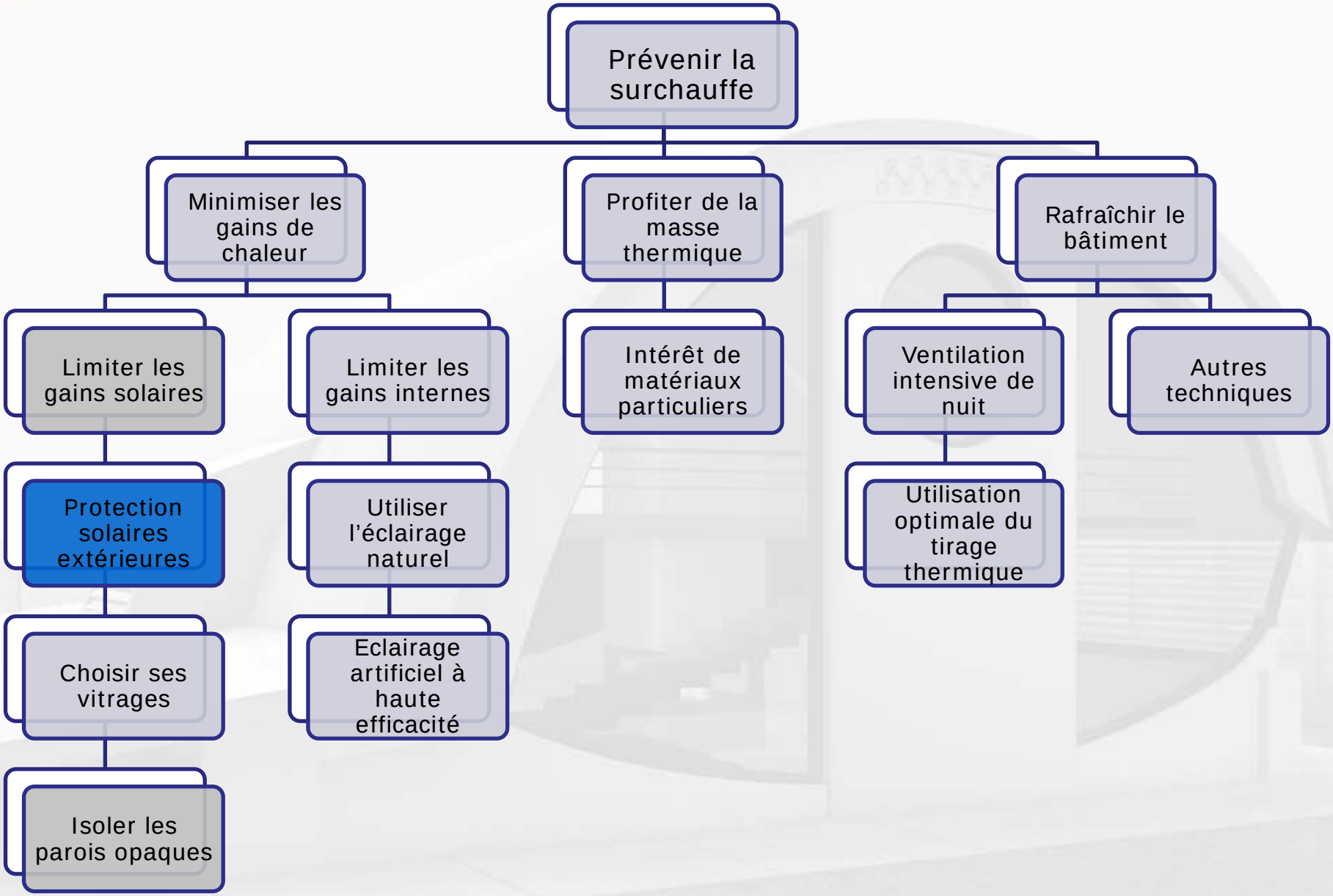


g = 87%

L'effet de serre : le rayonnement solaire se transforme en chaleur derrière un vitrage

Les surfaces vitrées sont la principale cause de la surchauffe dans les bâtiments




Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Protection solaires extérieures
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Choisir ses vitrages
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

Minimiser les gains solaires

❖ Parties vitrées

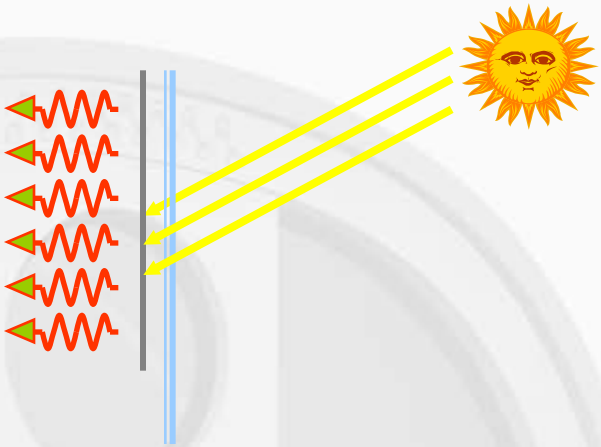
- Protections solaires extérieures (y compris volets)
- Type de commande (idéalement automatique)

Performance des protections solaires
Une large gamme de produits disponibles

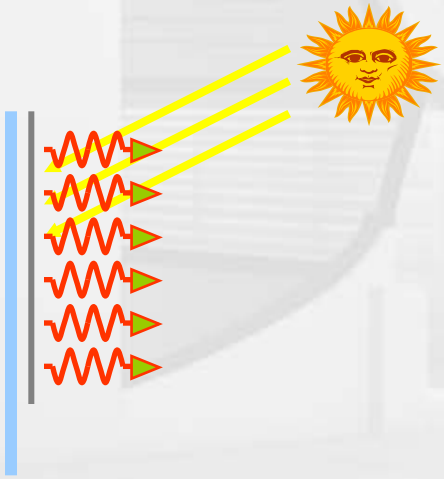
- Tant au niveau des systèmes que des matériaux

Performances des protections solaires intérieures et extérieures (1)

- Protection intérieure
  - Ne résout que le problème d'ensoleillement direct
  - Très peu efficace pour limiter les gains solaires

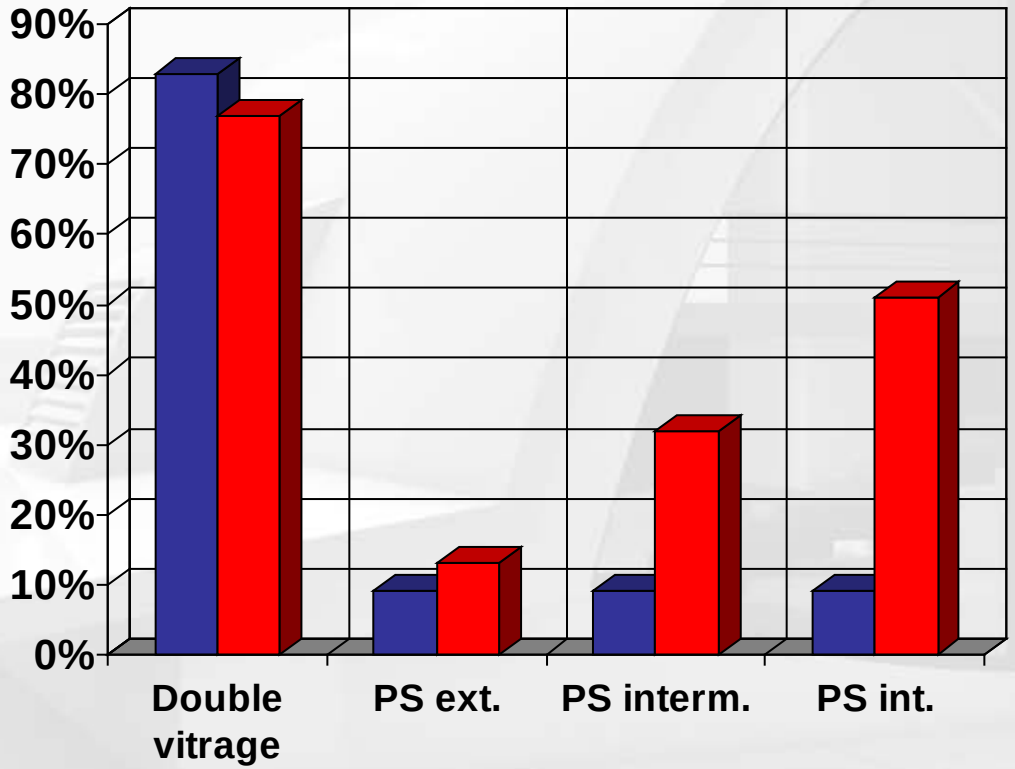


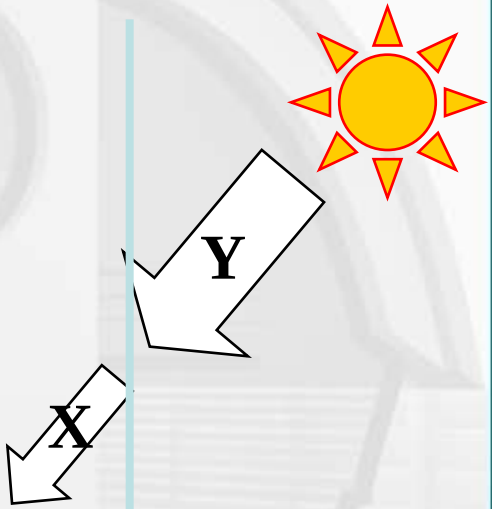
- Protection solaire extérieure
  - Bonne protection contre les gains solaires
  - ! Durabilité et entretien



Performances des protections solaires intérieures et extérieures (2)

- τ_v : Facteur de transmission visuelle
- g : Facteur solaire

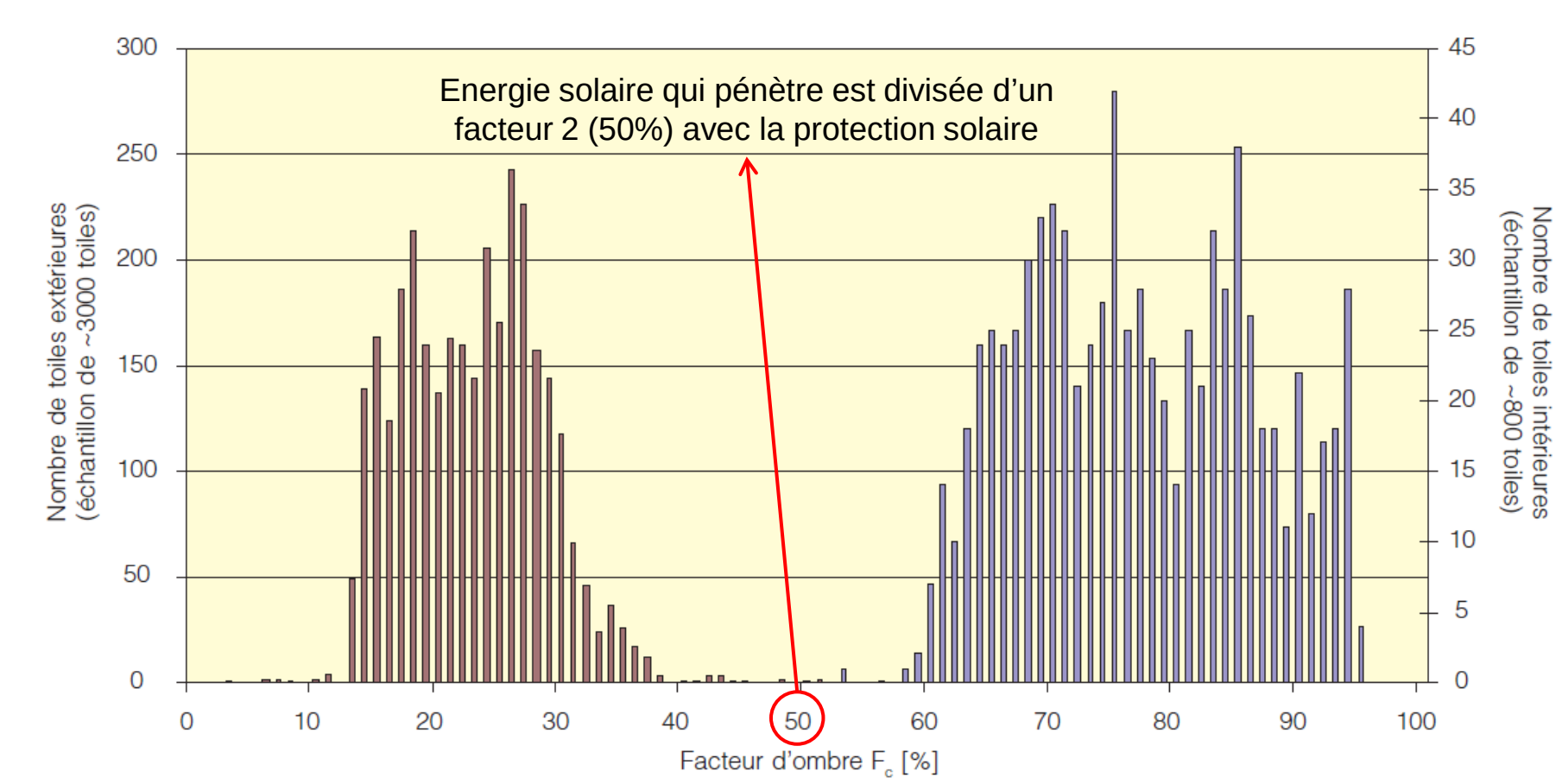




Valeur g = X/Y

Performance des protections solaires
Une large gamme de produits disponibles

- **Facteur d'ombre F_c :**
  Rapport entre le facteur solaire de l'ensemble 'vitrage & PS' et celui du vitrage seul

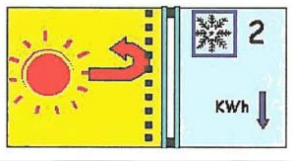


Choisir une protection solaire?

- De nombreuses fonctions à remplir
- Parfois contradictoire…
  - Opacité ←→ vision vers l'extérieur

Protection solaire
De nombreuses fonctions à remplir…

- Pour le confort thermique :
  - Le facteur solaire
  - …



EN 14501 (2005) – Fermetures et stores – Confort thermique et lumineux – Caractérisation des performances et classification

Illustrations SNFPSA

Protections solaires - confort thermique

❖ Définition des classes de performance :

Tableau 1 — Définition des classes

Classe	Influence sur le confort thermique				
	0	1	2	3	4
	Très peu d'effet	Peu d'effet	Effet modéré	Bon effet	Très bon effet

❖ Contrôle des apports solaires – facteur solaire g_{tot}

- 4 vitrages de référence (annexe A de la norme EN 14501)
- Etiquetage des produits : avec vitrage C suivant EN13363-1

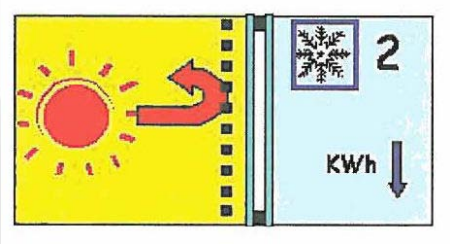


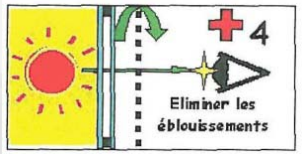
Illustration SNFPSA

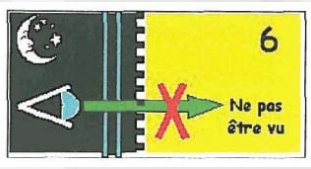
Tableau 2 — Facteur de transmission d'énergie solaire totale g_{tot} – Classification

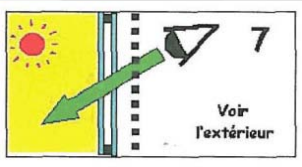
Classe	0	1	2	3	4
g_{tot}	$g_{tot} \geq 0{,}50$	$0{,}35 \leq g_{tot} < 0{,}50$	$0{,}15 \leq g_{tot} < 0{,}35$	$0{,}10 \leq g_{tot} < 0{,}15$	$g_{tot} < 0{,}1$

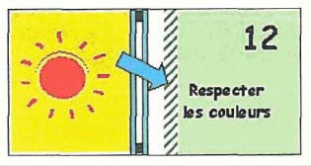
Protection solaire
De nombreuses fonctions à remplir…

- Pour le confort visuel :
  - Le contrôle de l'opacité
  - Le contrôle de l'éblouissement
  - L'intimité de nuit
  - Le contact visuel avec l'extérieur
  - L'utilisation de la lumière naturelle
  - Le rendu des couleurs









Illustrations SNFPSA

Extrait de catalogue de toiles de protections solaires

PERFORMANCES THERMIQUES ET LUMINEUSES D'APRÈS LA NORME EN14501

La norme NF EN 14501 définit des classifications sur les performances des produits vis-à-vis du confort thermique d'une part et du confort visuel d'autre part. Elle est le document de référence pour l'évaluation des produits au niveau européen.

		Confort thermique		Confort visuel			
	N° coloris	gtot ext*	gtot int*	Contrôle de l'éblouissement	Intimité de nuit	Contact visuel avec l'extérieur	Utilisation de la lumière naturelle
M1	M005	2	1	1	2	0	2
	M710	2	1	1	2	1	2
	M711	2	1	1	2	1	2
	M712	2	1	0	1	1	2
	M709	2	1	1	2	1	2
	M654	3	1	1	2	1	1
	M652	4	1	3	2	2	1
M2	X309	2	1	1	2	0	2
	X238	2	1	3	2	2	1
	X567	3	0	1	1	2	1
	X927	3	1	3	2	2	1
	X392	4	0	3	2	2	1
	X393	4	0	3	2	2	1
	X391	4	0	3	2	2	1
Cristal	M709	2	1	1	2	1	2
	M005	2	1	1	2	0	2
	M710	2	1	1	2	0	2
	M711	3	1	1	2	1	2
	M712	3	1	1	2	1	2
	M654	3	1	1	2	1	2
	M652	3	1	2	2	2	1

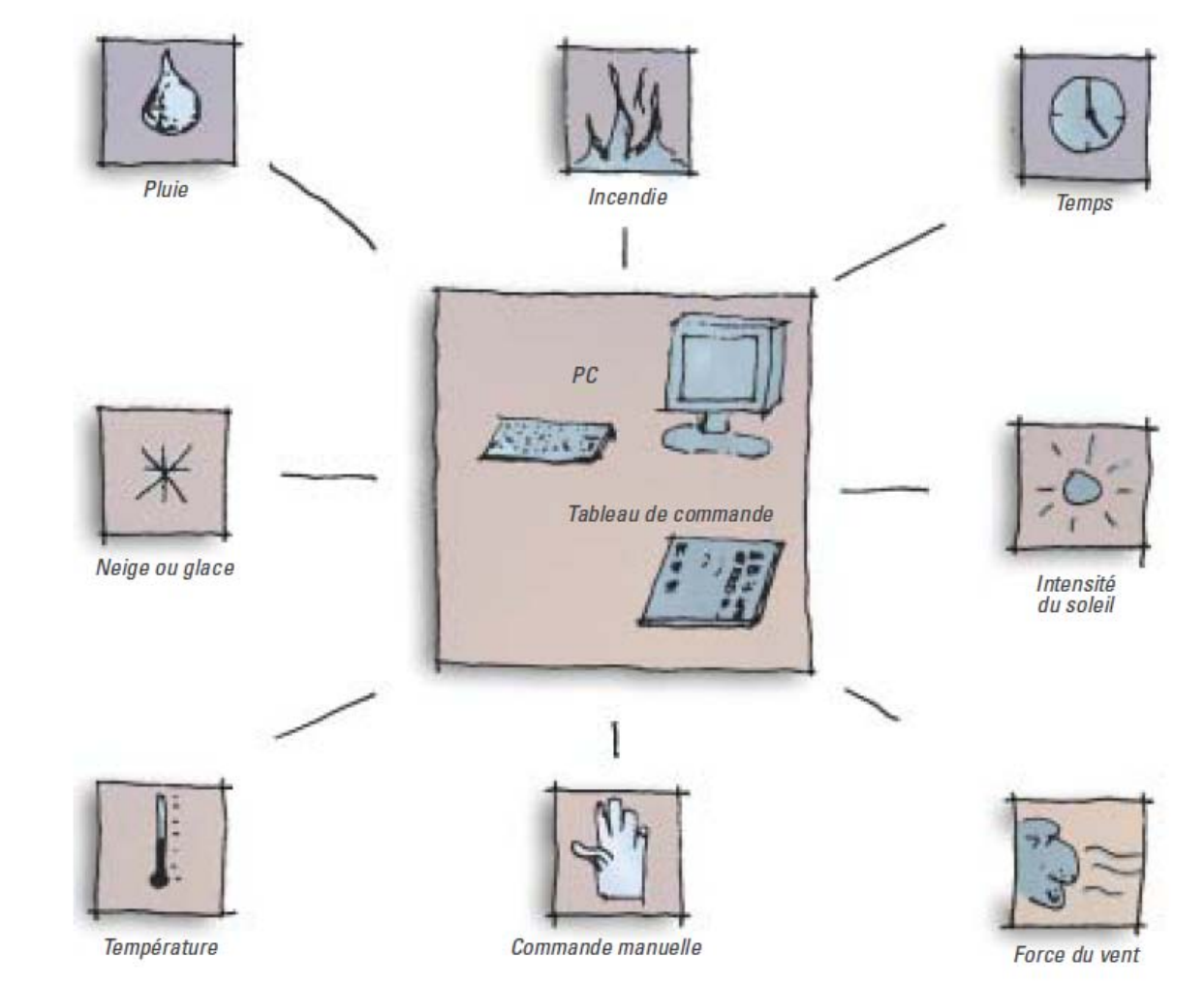
Légende norme EN14501		
Classe	gtot*	Evaluation
4	gtot < 0,1	Très bon effet
3	0,10 ≤ gtot < 0,15	Bon effet
2	0,15 ≤ gtot < 0,35	Effet modéré
1	0,35 ≤ gtot < 0,50	Peu d'effet
0	gtot ≥ 0,50	Très peu d'effet

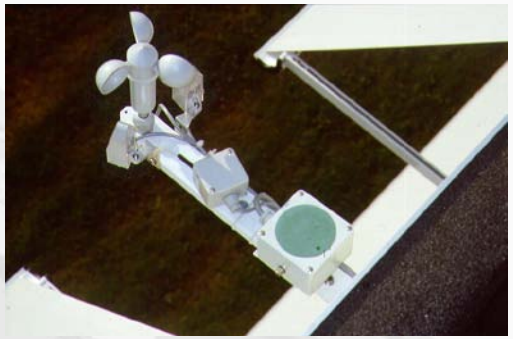
* gtot: facteur solaire de l'ensemble toile + vitrage de référence C (double vitrage 4+16+4 à couche faiblement émissive en face 3, remplissage argon ; U=1,2 W/m²K ; g=0,59)

Protection solaire
De nombreuses fonctions à remplir – Mais encore…

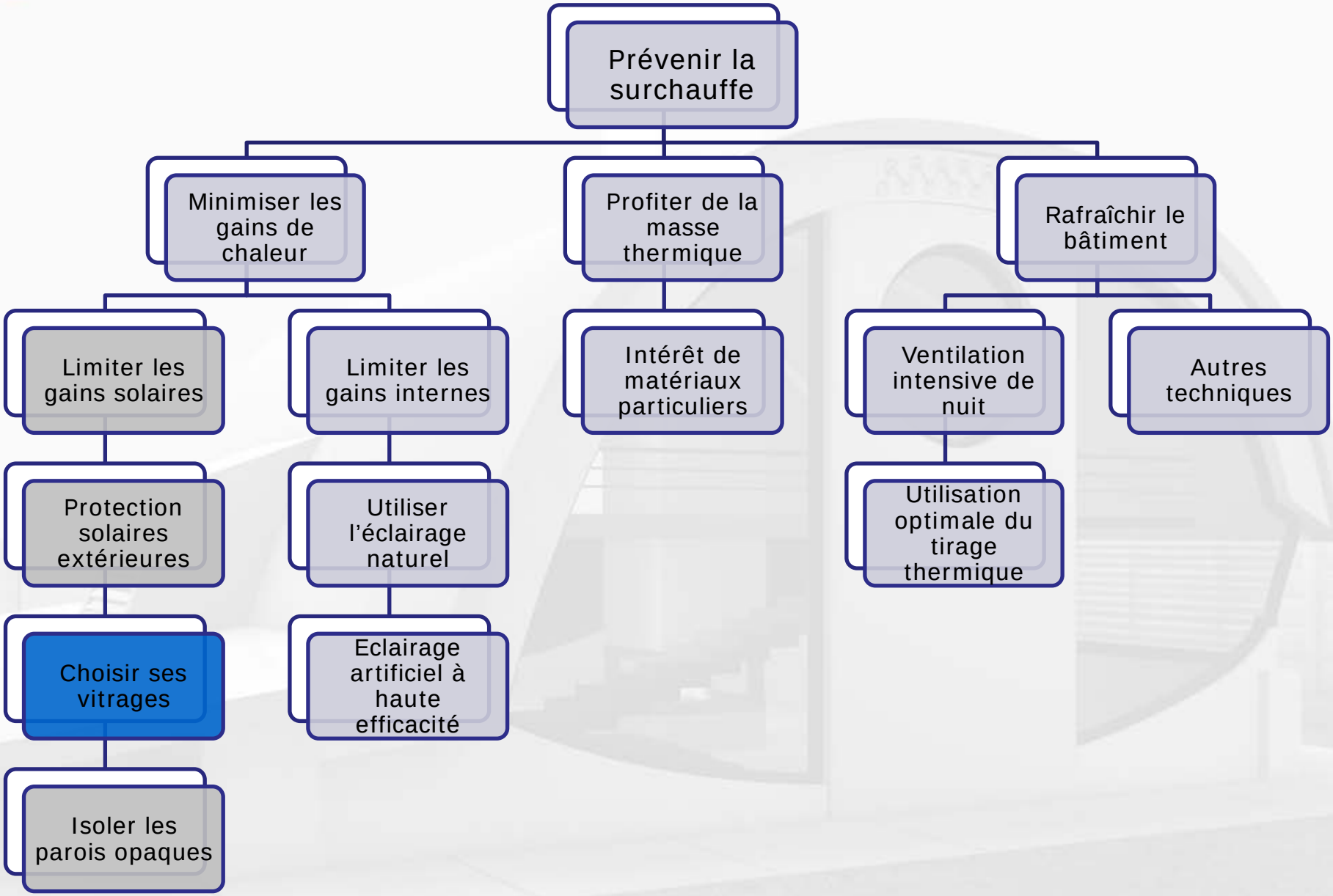
- Protéger des UV
- Confort visuel
  - Mise en place été comme hiver (même en cas de gel)
  - Mise en place en cas de vent
- Résistance mécanique
- Possibilité d'entretien

Protections solaires
Nécessité d'une gestion efficace !





SOURCE : VEROZO


Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Protection solaires extérieures
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Choisir ses vitrages
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

Minimiser les gains solaires

- Choix du type de vitrage
  - Vitrage classique
    - Réduction dans un même rapport des apports solaires et lumineux…
  - Vitrages sélectifs
    - Transmission lumineuse beaucoup plus élevée que la transmission énergétique (p. ex. 65% / 35%)
    - Solution non modulable – réduction des gains solaires été comme hiver…

Vitrages à contrôle solaire

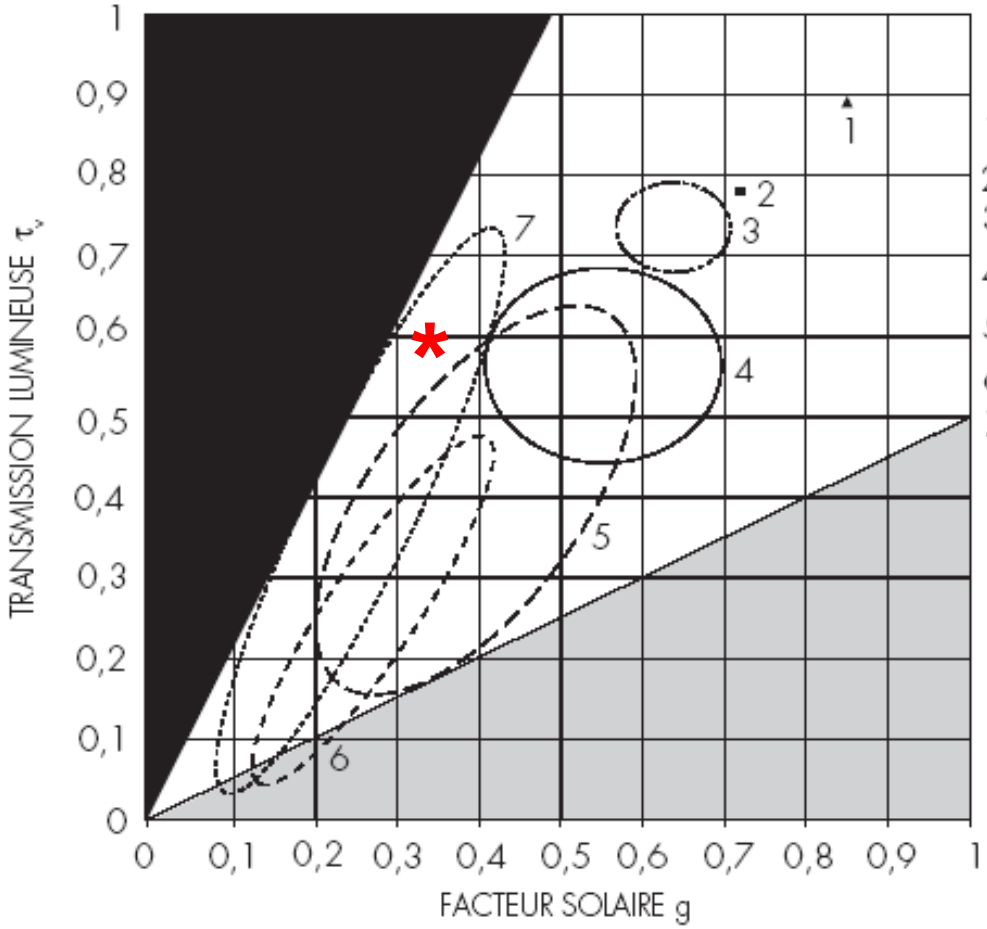


Fig. 50 *Combinaisons possibles des facteurs g et τ_v.*

1 ▲ SV clair de 6 mm
2 ■ DV clair
3 DV HR (haut rendement)
4 Verres absorbants
5 Verres à couches pyrolithiques pour le contrôle solaire
6 Verres à couches sous vide pour le contrôle solaire
7 Verres à couches sous vide combinant le contrôle solaire et et l'isolation thermique renforcée (HR)

* τ_v = 60% - g = 32%

Extrait de la Note d'Information Technique n°214 du CSTC

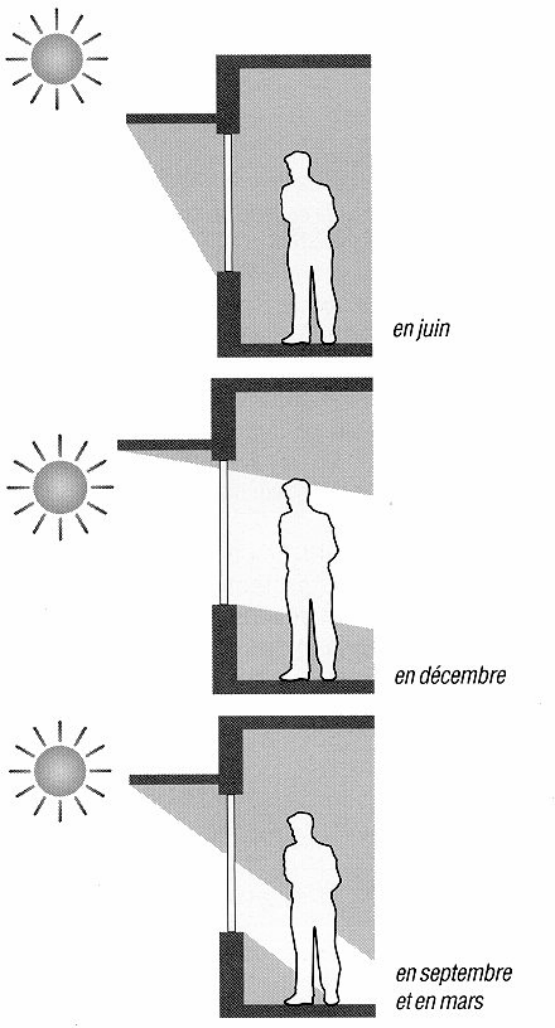
Quelques ordres de grandeur

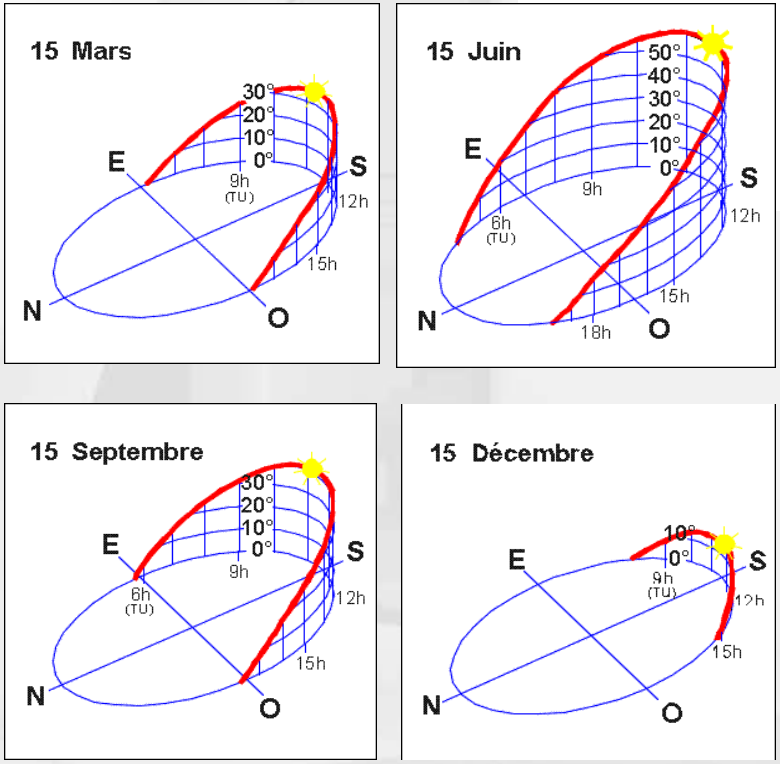
Type de vitrage	U W / m² K	g (combinaison) -	τv -
1. Simple vitrage	5.7	0.85	0.90
2. Exemple de double vitrage (4/15/4)	2.9	0.75	0.82
3. Exemple de double vitrage amélioré	1.1	0.63	0.80
4. Exemple de double vitrage sélectif	1.1	0.32	0.60
5. Exemple de triple vitrage	0.6	0.49	0.70
3. + Protection extérieure blanche	1.1	0.29	0.12
3. +Protection solaire intérieure blanche	1.1	0.47	0.13

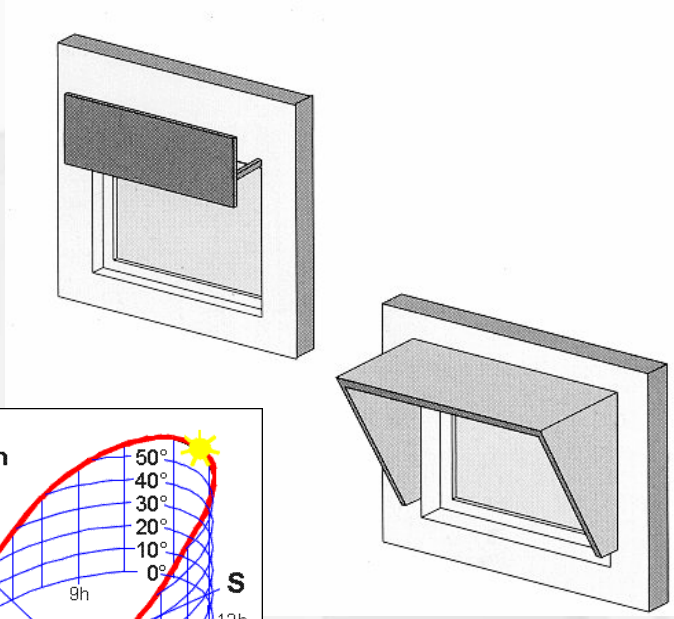
Minimiser les gains solaires

❖ Ombrage structurel

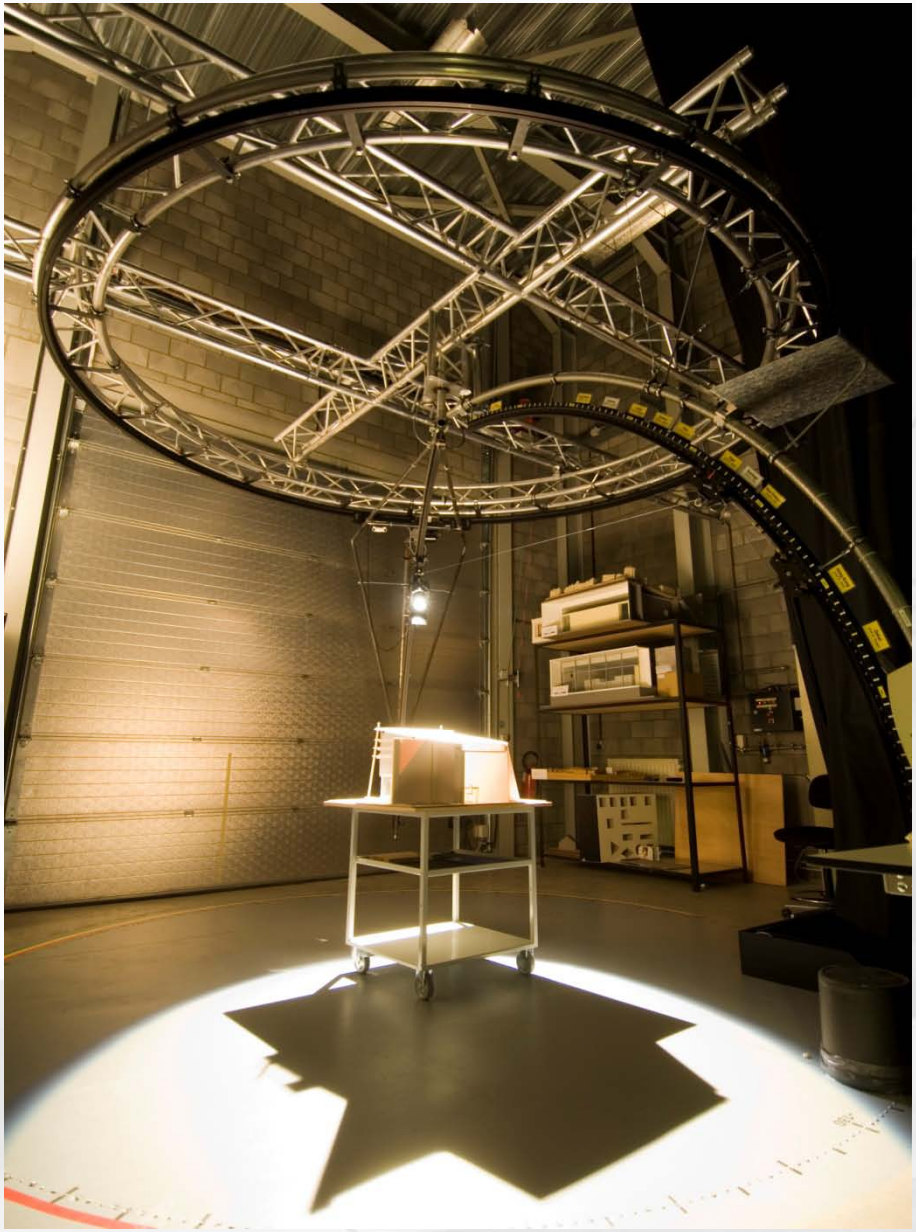
- Attention aux orientations !

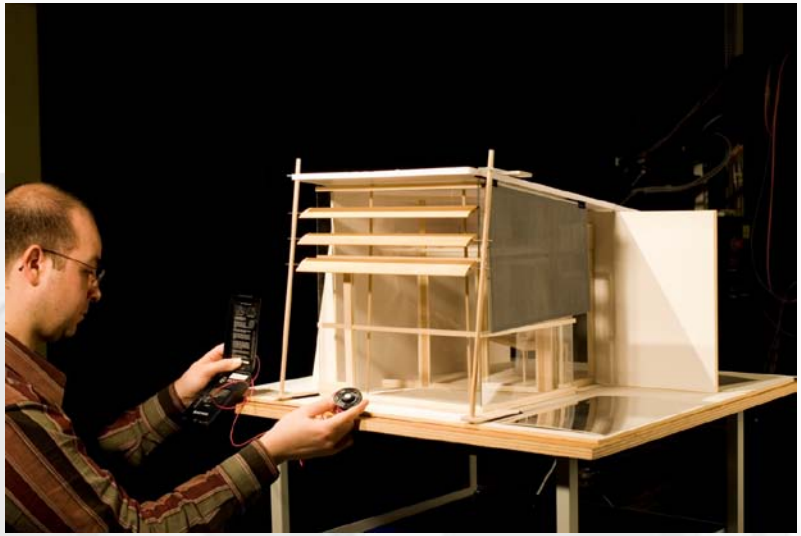


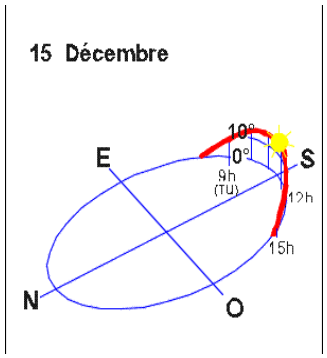


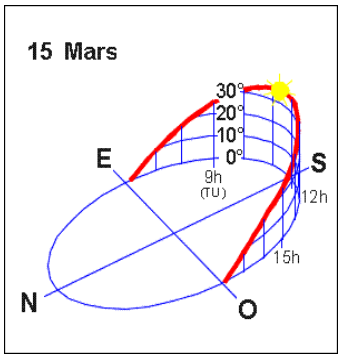


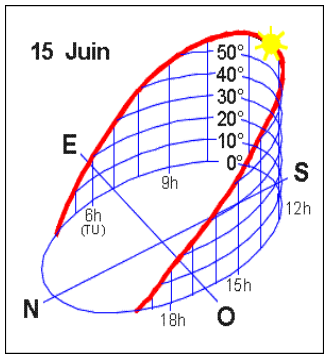
Ombrage structurel - Illustration






15 Décembre
10°
0°
E
S
9h
(TU)
12h
15h
N
O


15 Mars
30°
20°
10°
0°
E
S
9h
(TU)
12h
15h
N
O


15 Juin
50°
40°
30°
20°
10°
0°
E
S
9h
6h
(TU)
12h
15h
18h
N
O

Minimiser les gains solaires

Exemples d'ombrage structurel

Collège du biéreau, Louvain-la-Neuve
Architectes : TRAIT sa

Bâtiment de Nivelinvest, Louvain-la-Neuve
Architecte/bureau d'étude : DDV & MK Engineering

Concepts particuliers de façades

Immeubles de bureaux

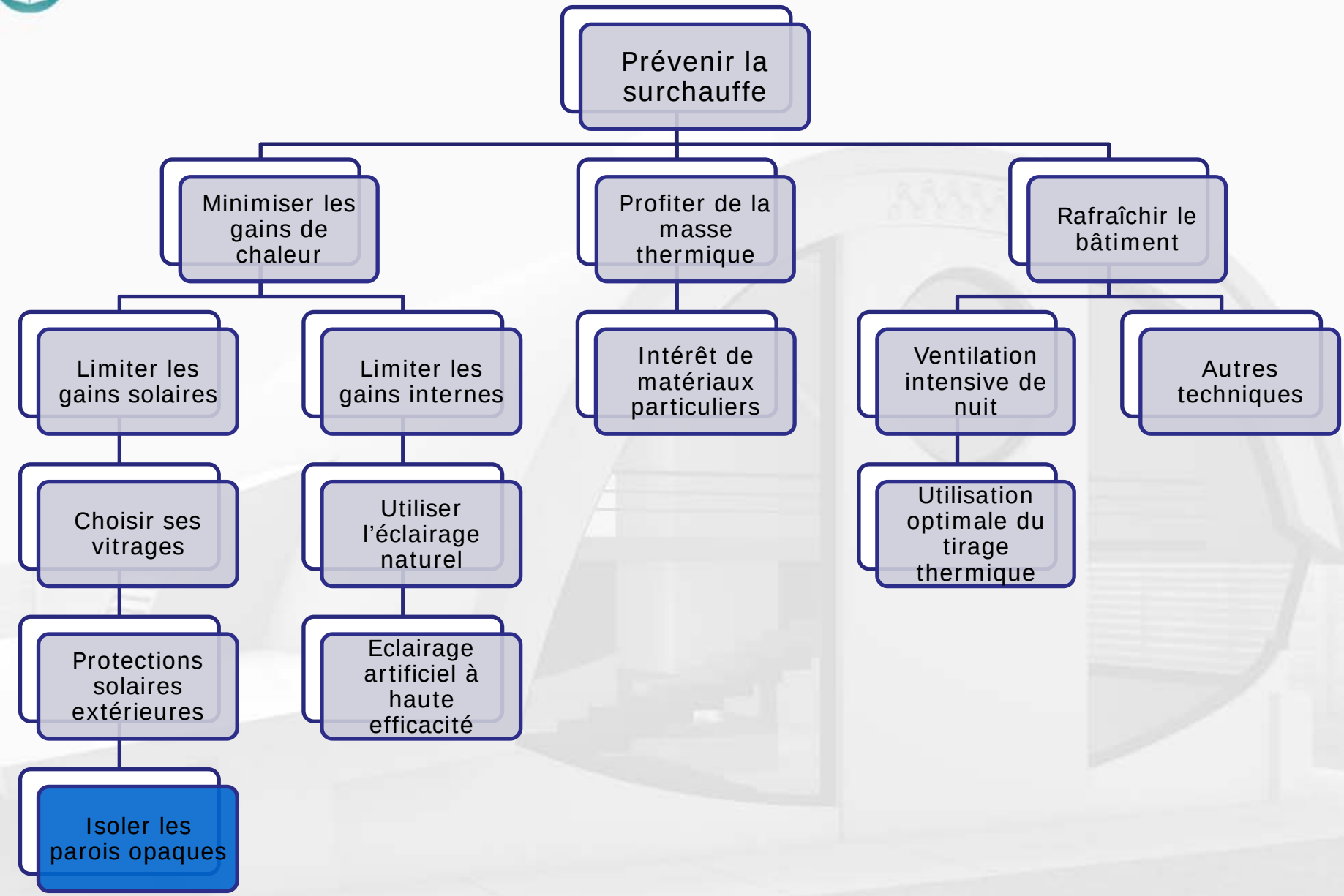
Exemple de double façade ventilée mécaniquement (façade active)

Exemple de double façade ventilée naturellement (façade passive)

Exemple de façade active
AIRPORT GARDEN
Arch : Jaspers - Eyers

Les protections solaires extérieures offrent également une solution efficace

Exemples récents de bâtiments à Berlin


Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Choisir ses vitrages
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Protections solaires extérieures
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

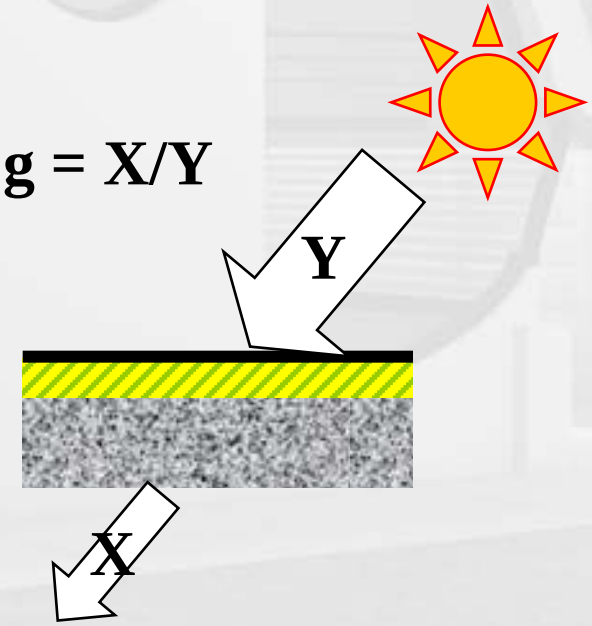
Minimiser les gains solaires indirects

- Parois opaques

$$g = \alpha * U / he$$

  - Pour réduire les gains indirects
    - Isolation (extérieure) des parois opaques
    - Diminuer l'absorption de la paroi (augmenter la réflexion)

Valeur g = X/Y



Minimiser les gains solaires indirects

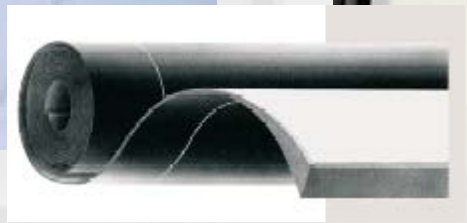
❖ Solution nr 1 - Agir sur l'isolation de la paroi

Epaisseur d'isolant	U W / m² K	g	Par rapport à une toiture non isolée
0 cm	4.55	19.8%	100%
3 cm	1,55	6.7%	34%
6 cm	0,88	3.8%	20%
18 cm	0.34	1.5%	8%
30 cm	0,21	0.9%	5%

Minimiser les gains solaires indirects

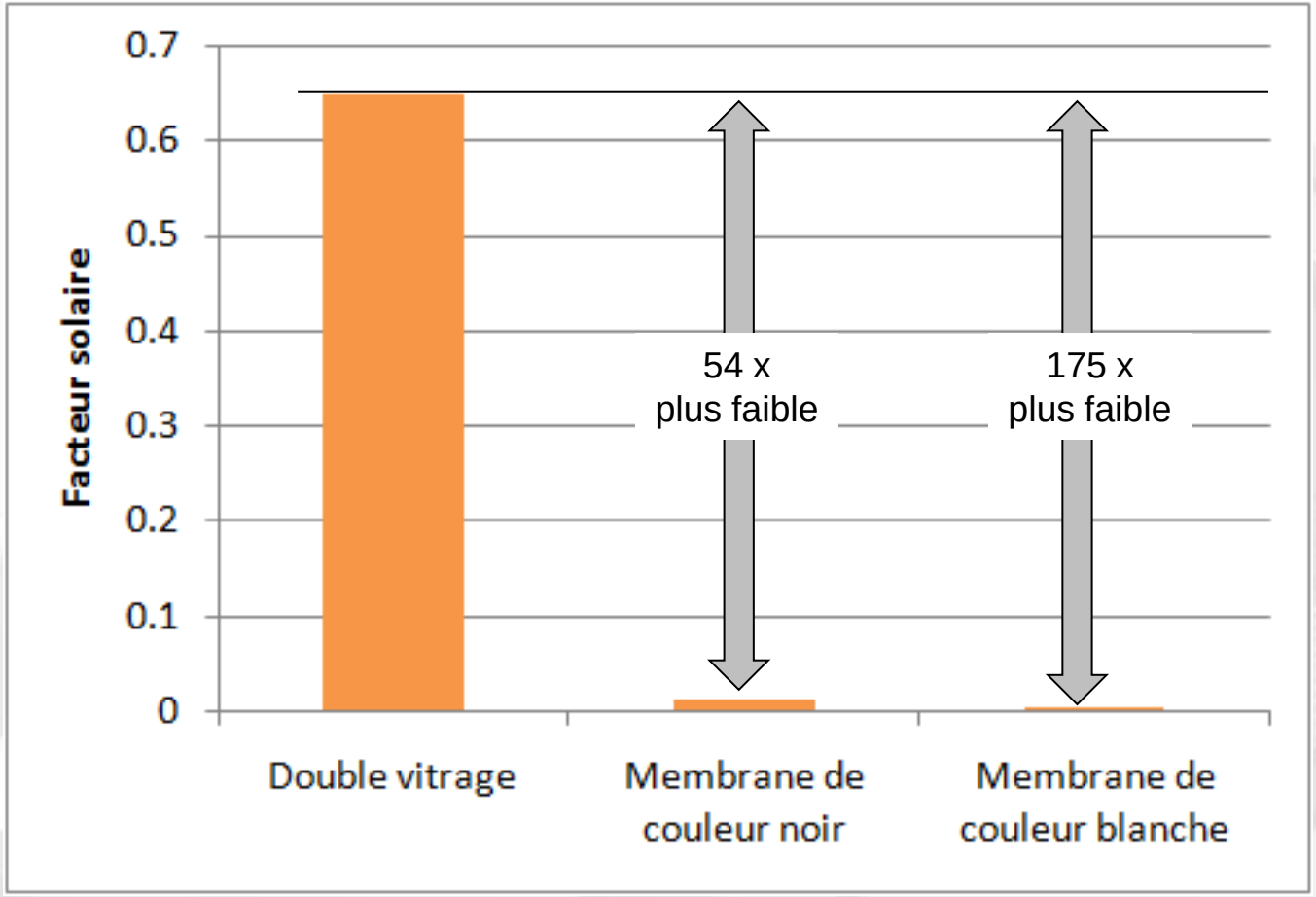
- Solution nr 2 - Agir sur la couleur de la membrane → diminuer l'absorption de la paroi

  Membranes de couleurs claires réfléchissant le rayonnement solaire (ρ = 70%)



Couleur de la membrane d'étanchéité

Incidence sur le flux thermique



Membrane de couleur noir: α = 0,95 $g = \alpha \times U/h_e$ = 0,0121 (8 cm PUR)

Membrane de couleur blanche: α = 0,29 $g = \alpha \times U/h_e$ = 0,0037 (8 cm PUR)

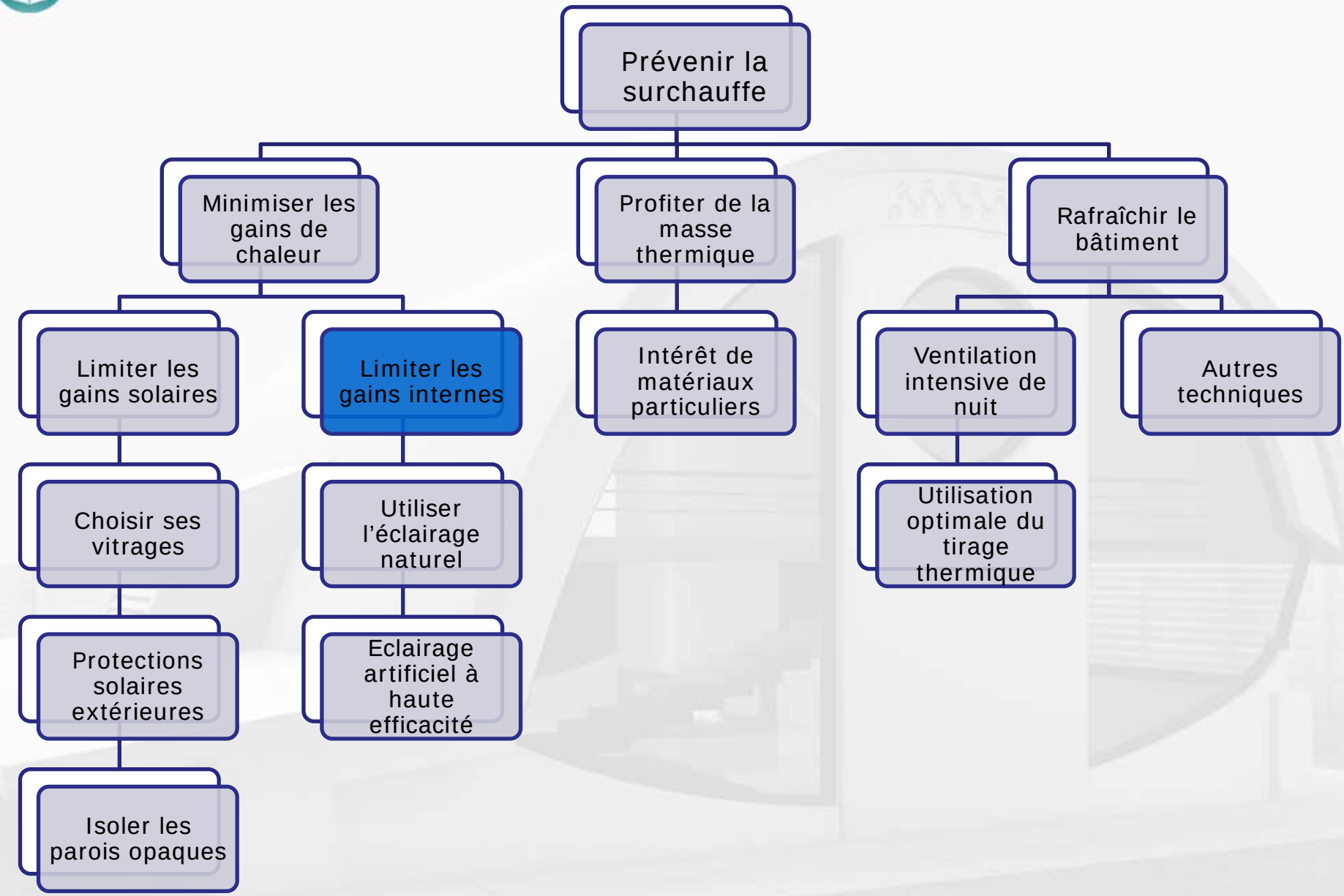
Double vitrage (U = 1,1 W/m²K) sans coating réfléchissant: g = 0,65

Couleur de la membrane d'étanchéité

- La couleur de la membrane
  - Influence la température de surface de la membrane elle-même
  - Permet de réduire les gains solaires au travers de la toiture
  - En comparaison avec les gains solaires au travers des vitrages, les gains restent faibles, en particulier pour une toiture correctement isolée

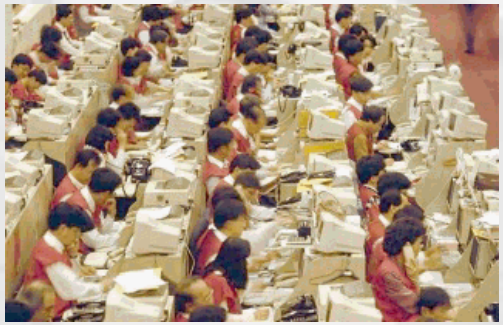
- Encrassement de la membrane → limiter l'incidence de la couleur sur les gains solaires au travers de la toiture

→ En conclusion: L'incidence de la couleur de la membrane sur les gains solaires au travers de la toiture sera d'autant plus élevée que la surface de la toiture est importante et que cette dernière est peu ou pas isolée


Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Choisir ses vitrages
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Protections solaires extérieures
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

Minimisation des gains internes

- Certains problèmes de surchauffe peuvent être dus à des gains internes trop importants
- Problématique particulièrement importante dans les immeubles de bureaux



- Types de gains internes
  - Personnes
    - de l'ordre de 125…170 W/personne
    - de l'ordre de …12… W/m²
  - Équipement informatique/ bureautique
    - Ordinateur / écran / imprimante / fax / photocopieuse
    - de l'ordre de 160…240W / personne … 24W/m² …
  - Éclairage
    - 8-12 W/m² pour 500 lux pour les installations récentes..
    - … mais 20W/m² pour les installations anciennes ou des magasins etc.

Minimisation des gains internes : éclairage

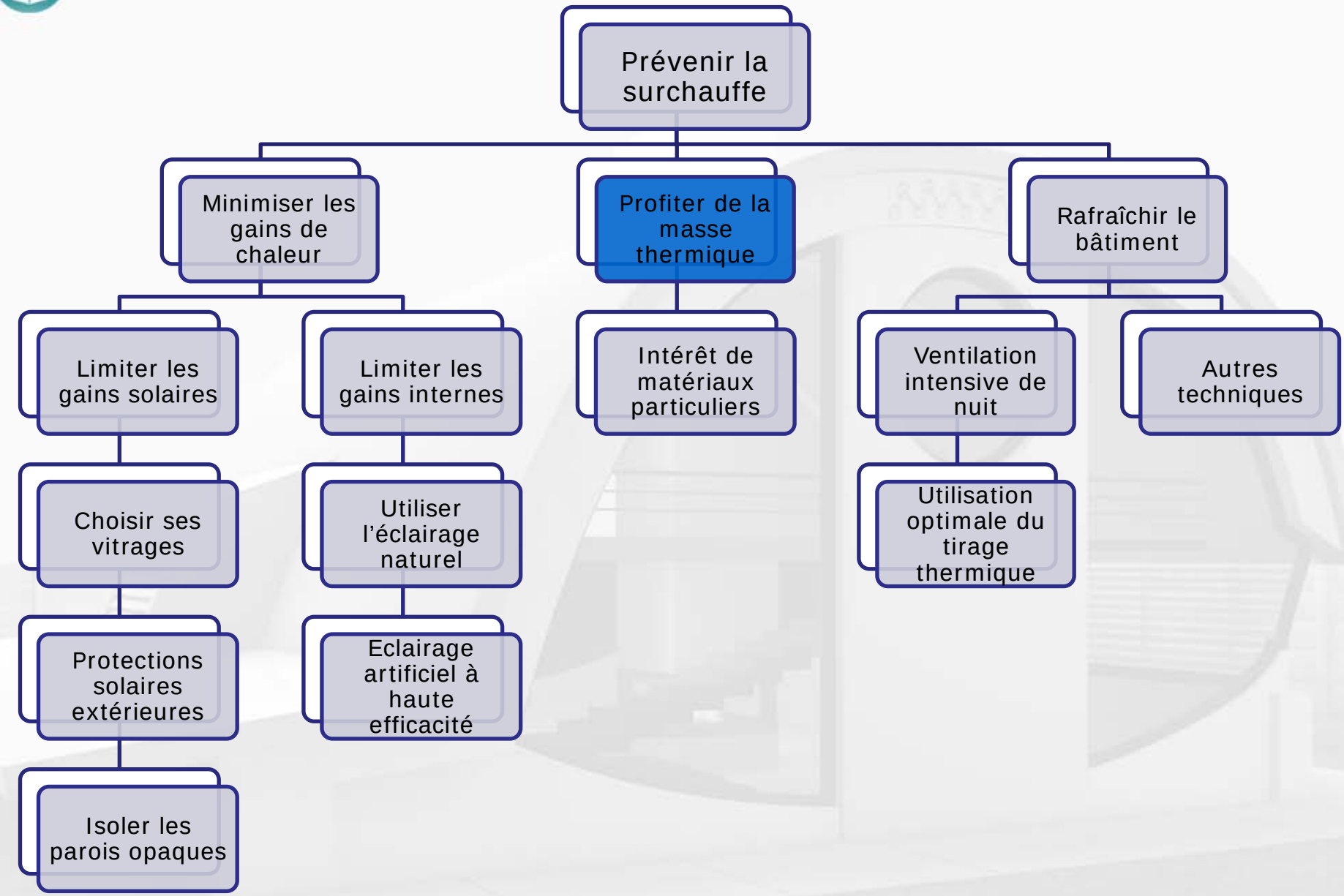
- Eclairage efficace :
  - balast électronique
  - tube TL performant
  - luminaire perfomant
  - régulation
    - dimming
    - allumage/extinction auto
  - niveaux d'éclairement

Un exemple de gain interne : onduleur PV

- Puissance maximale d'une installation PV "standard" : 4.45kWc
- Rendement moyen de l'onduleur : 95%
- Donc, lors de périodes fort ensoleillées :

  5% de 4.45kW = 220 W émis dans la pièce où se trouve l'onduleur

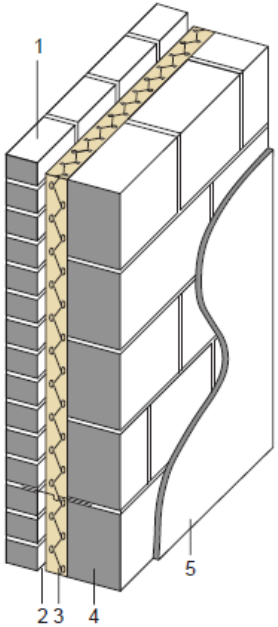
➔ Placer l'onduleur hors volume protégé!


Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Choisir ses vitrages
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Protections solaires extérieures
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

CAPACITE THERMIQUE

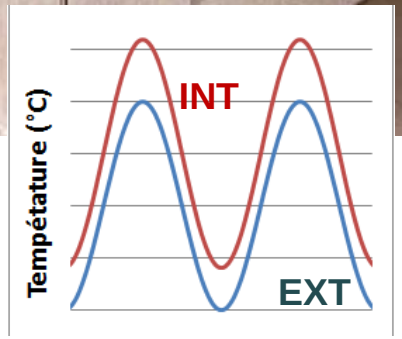
EXTERIEUR

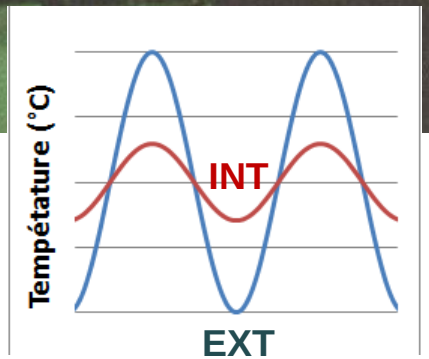
INUTILE



INTERIEUR

UTILE





Faible
capacité thermique
ΔT augmente

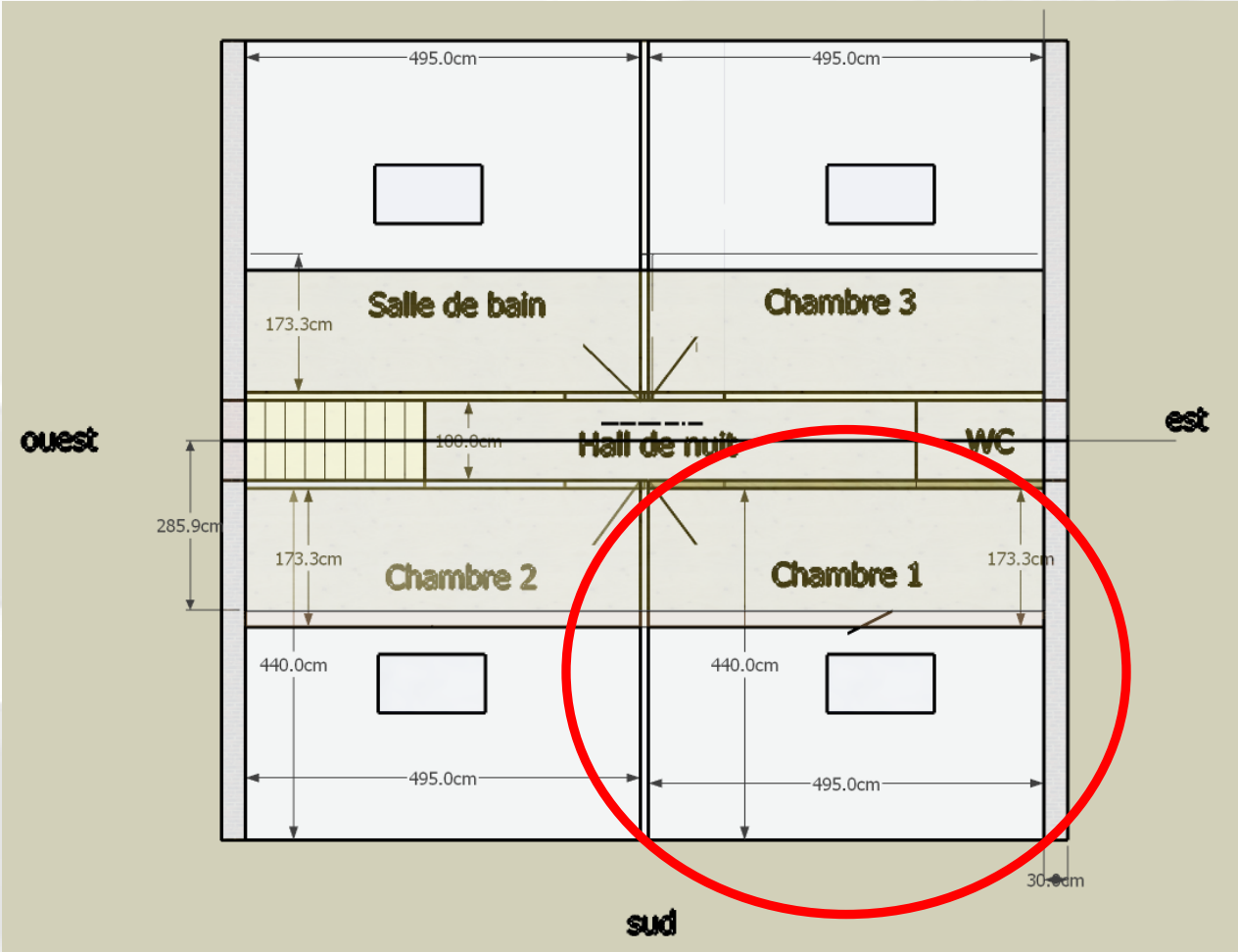
Forte
capacité thermique
ΔT diminue

Capacité thermique accessible

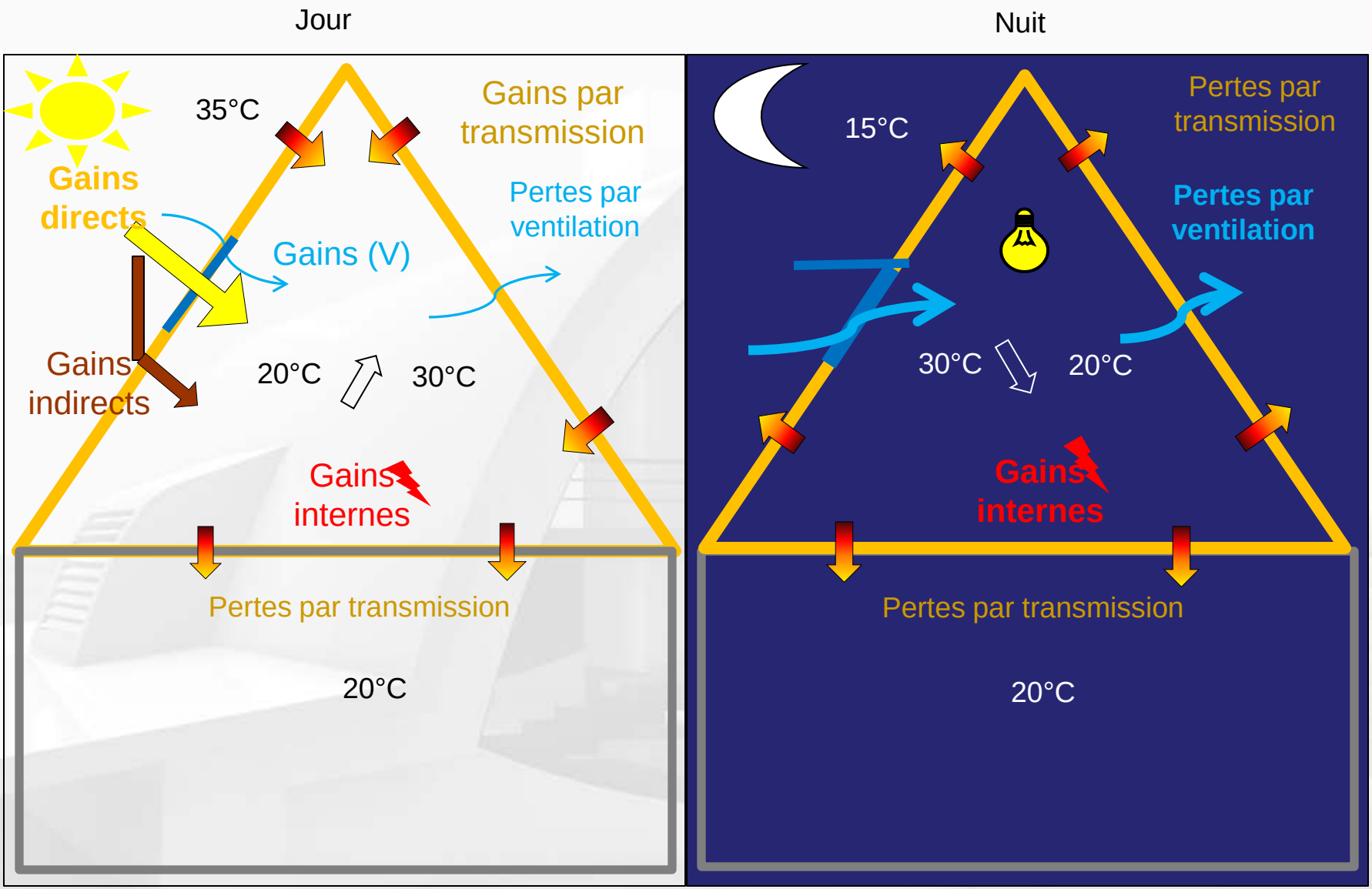
Combattre la surchauffe – un cas d'étude

Combattre la surchauffe – un cas d'étude

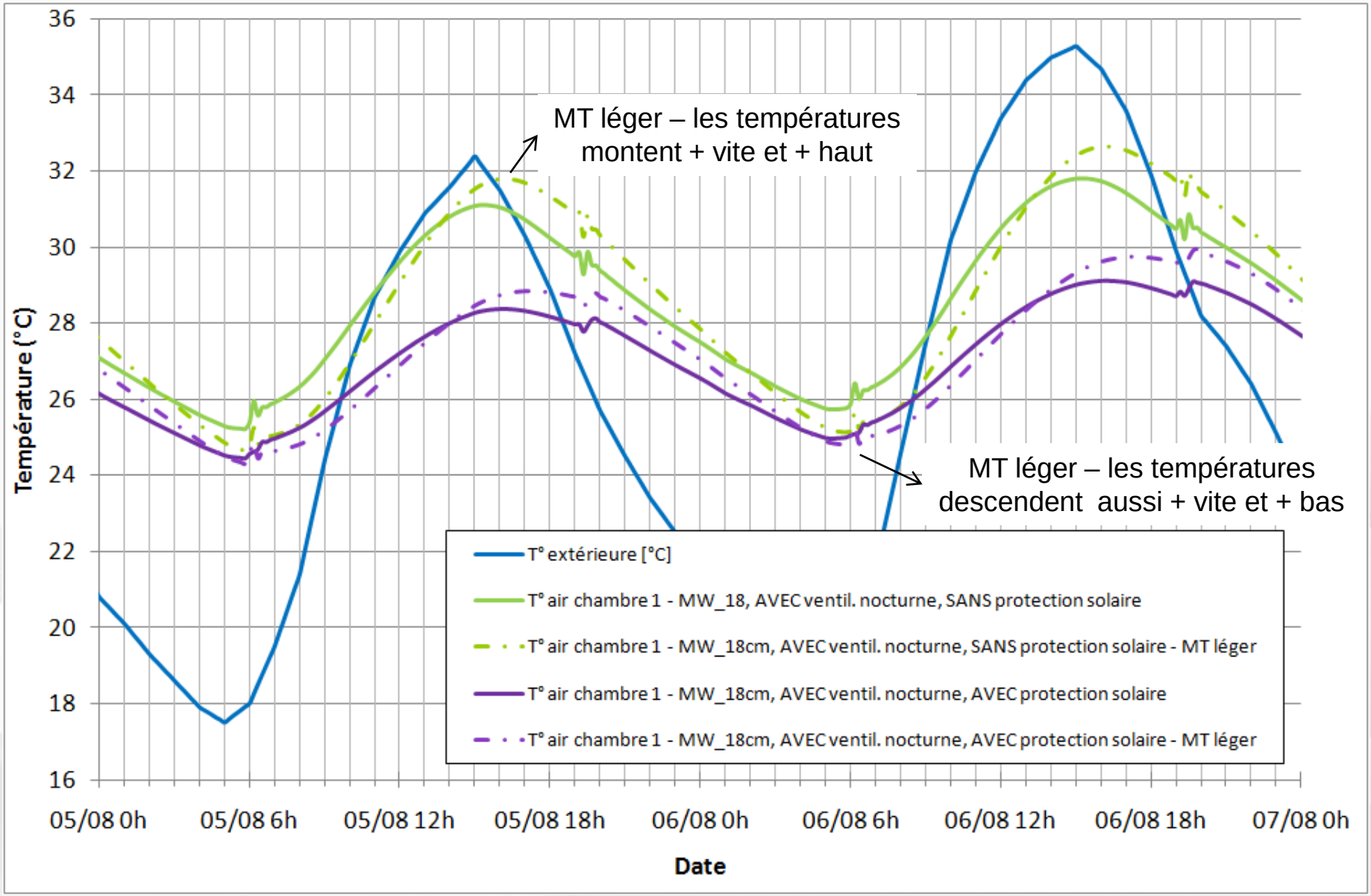
- Analyse du bilan thermique et de la température intérieure de la chambre 1



Notion de bilan thermique



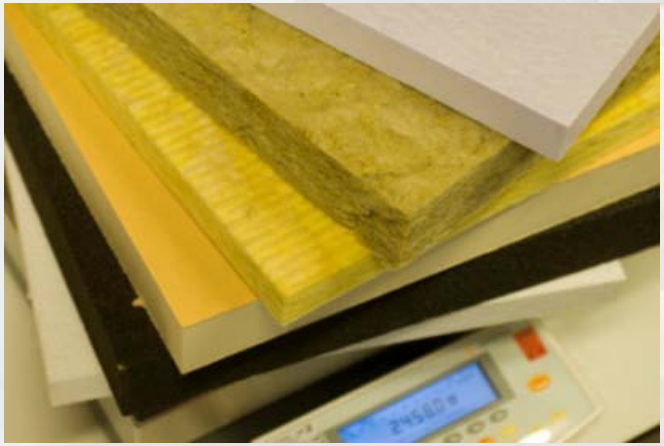
Qu'apporte la masse thermique ?



Quid des isolants naturels?

Capacité de stockage de chaleur

- Pour stocker rapidement un maximum de chaleur, un matériau doit avoir :
  - une conductivité thermique (λ) élevée … pour que la chaleur puisse facilement pénétrer dans l'entièreté du matériau
  - une chaleur spécifique (Cp) et une masse volumique (ρ) élevées …pour pouvoir accumuler un maximum de chaleur sans trop s'échauffer



Quid des isolants naturels?

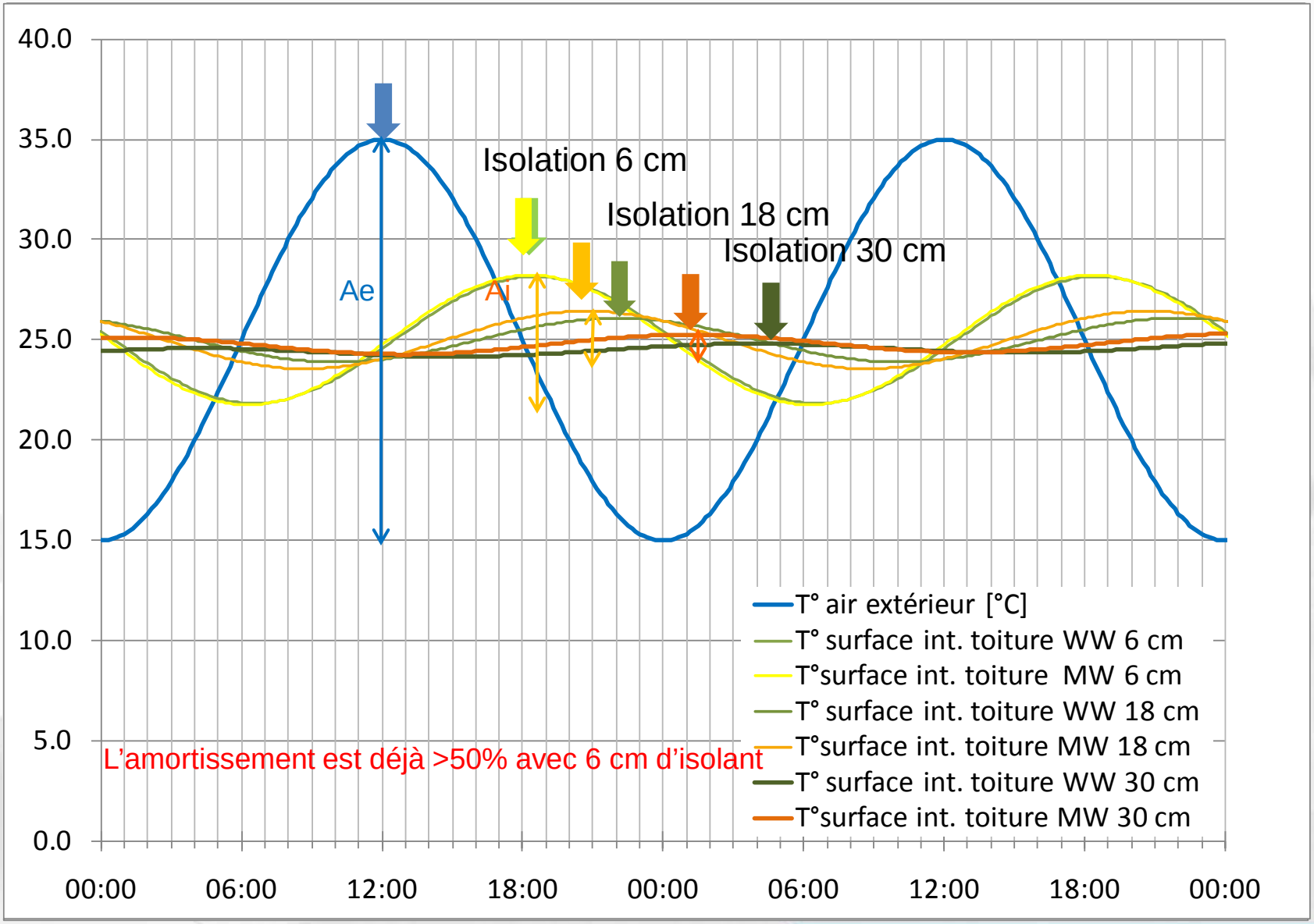
Capacité de stockage de chaleur

Quelques matériaux et leurs propriétés:

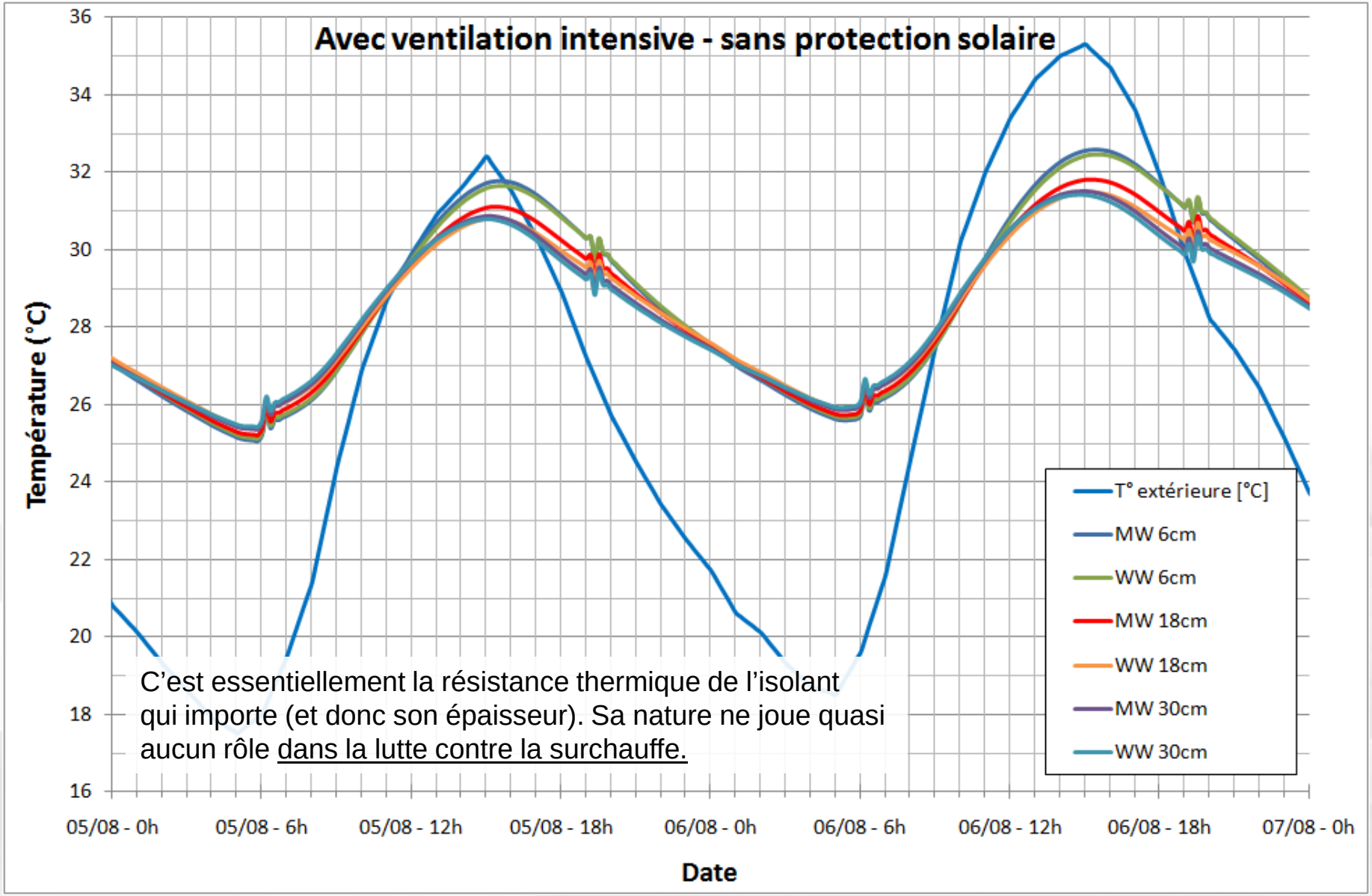
	λ W / m.K	ρ kg / m³	Cp J / kg.K	Capacité de stockage kJ / m³.K	% relatifs
Béton armé	2.5	2400	1000	2400	= 100%
Maçonnerie en blocs de béton creux	1.1 – 1.7	1600-2400	1000	1600-2400	67-100 %
Plaque de plâtre	0.25	800	1000	800	33 %
Maçonnerie en blocs de béton cellulaire	0.20	300-700	1000	300-700	13 - 29 %
Bois de charpente	0.13	500	1600	800	33 %
Laine de bois	0.039	55 - 70	2000	110-140	5 – 6 %
Ouate de cellulose	0.039	30 - 40	1100	33 - 44	1 – 2 %
Laine de chanvre	0.039	25 - 30	1400	35 -42	1 – 2 %
Laine de lin	0.037	25 - 30	1600	41 - 50	2 %
Laine minérale	0.035	25 - 30	1030	26 - 31	1 %
Polyuréthane	0.025	25 - 30	1400	35 - 42	2 %

= valeurs issues des documentations techniques ou ETA, complétées par les valeurs de la norme NBN B 62-002

Toiture inclinée soumise uniquement à un signal sinusoïdal de température – t° à la face intérieure



Influence du type d'isolant et de son épaisseur



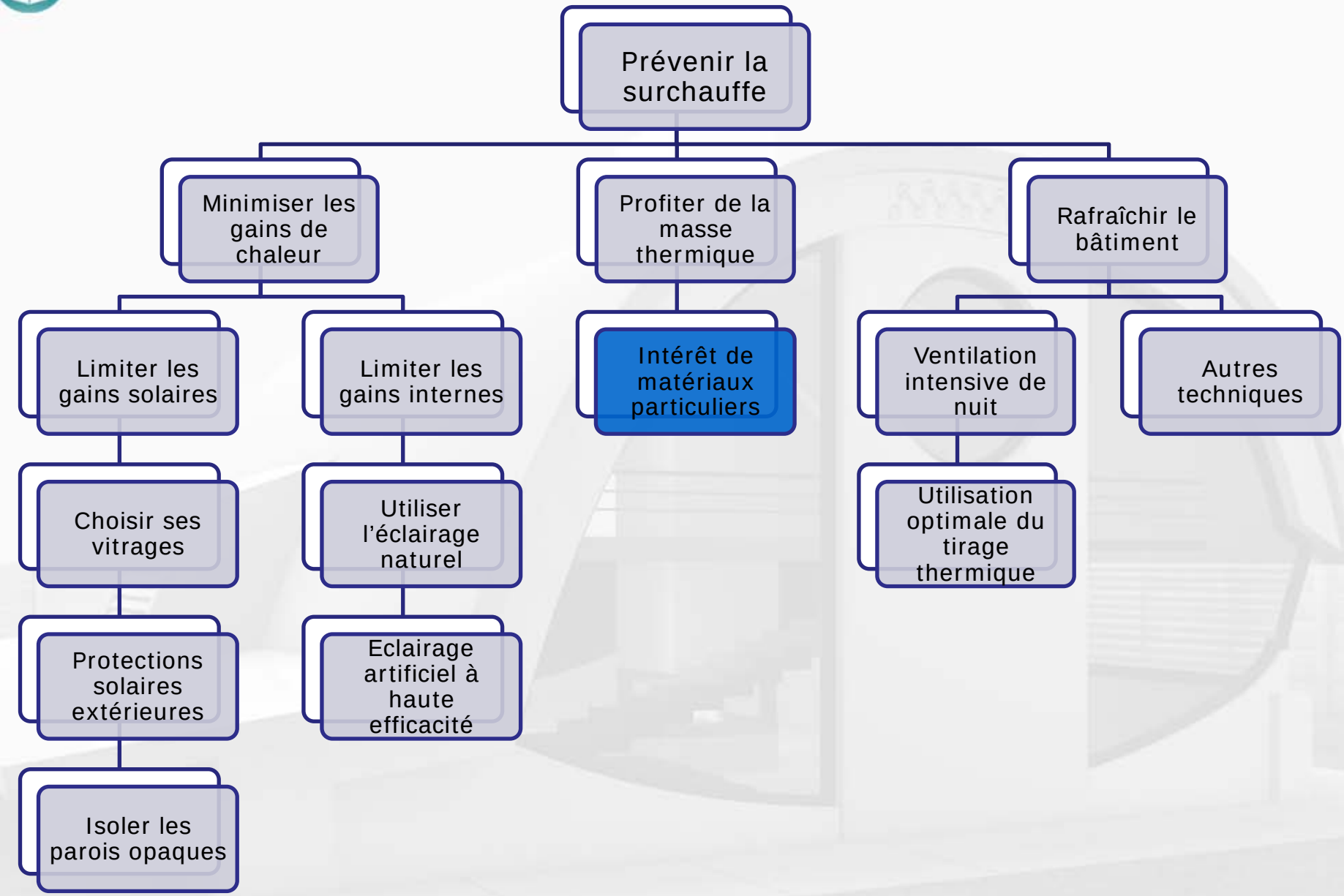
C'est essentiellement la résistance thermique de l'isolant qui importe (et donc son épaisseur). Sa nature ne joue quasi aucun rôle dans la lutte contre la surchauffe.

Sous des conditions réelles le comportement est très différent des analyses théoriques!

❖ Explications:

- En journée, le rayonnement solaire frappe la toiture. Il traverse directement le vitrage et réchauffe le local – bien plus rapidement qu'en traversant l'épaisseur d'isolant…
- Au sud l'ensoleillement est maximum à 12h. Le pic de chaleur extérieure arrive vers 15h → la chambre est déjà réchauffée…
- En fin d'après-midi, l'air extérieur se refroidit, le flux de chaleur s'inverse mais l'isolant piège la chaleur à l'intérieur…
- La ventilation intensive démarre à 19h00

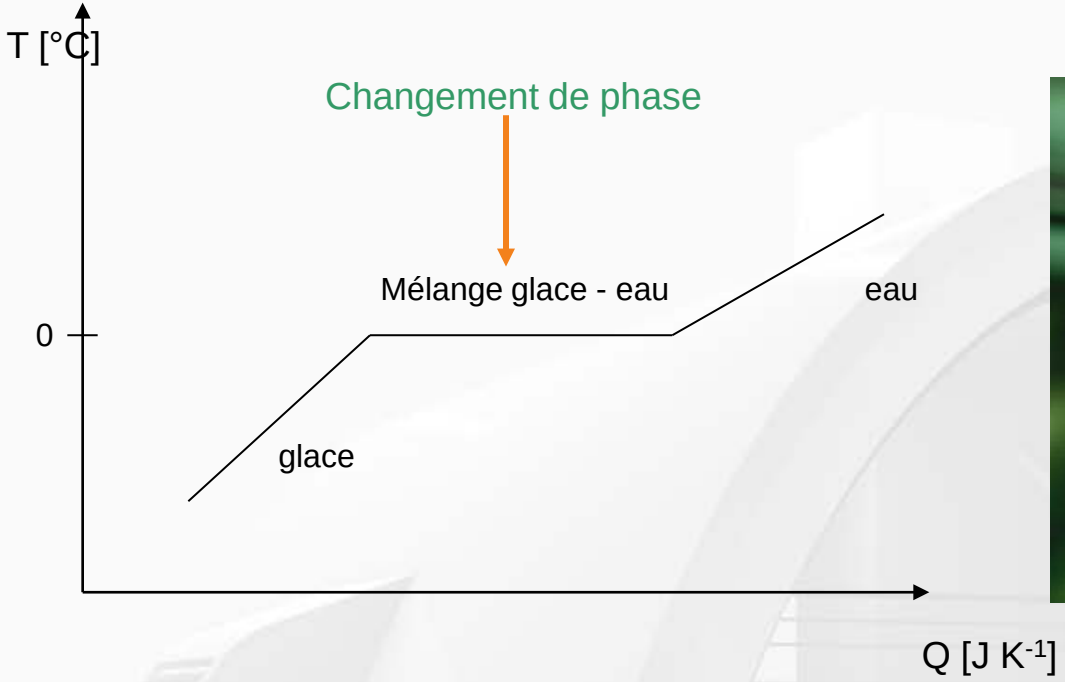
→ **Le déphasage et l'amortissement n'ont plus de sens** dès que l'on prend en compte un modèle réaliste (en présence de soleil)


Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Choisir ses vitrages
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Protections solaires extérieures
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

Les Matériaux à Changement de Phase (MCP)

- Exemple de l'eau

MCP : exemple de l'eau



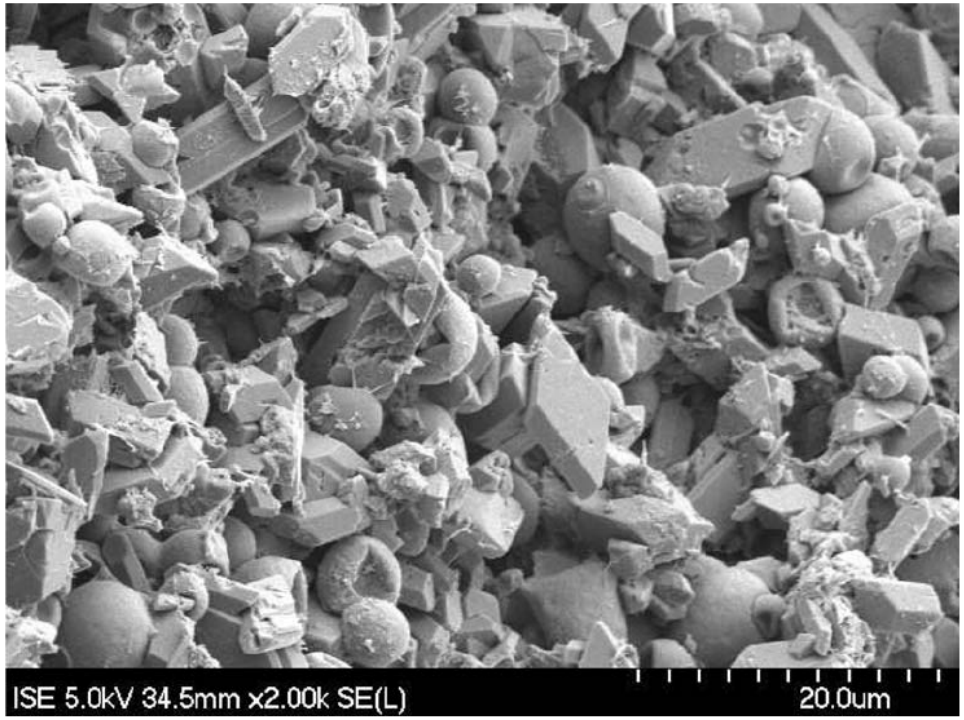
Changement de phase
"Fusion / Cristallisation
Glace-Eau :
ΔH = 333 kJ/kg
à 0°C

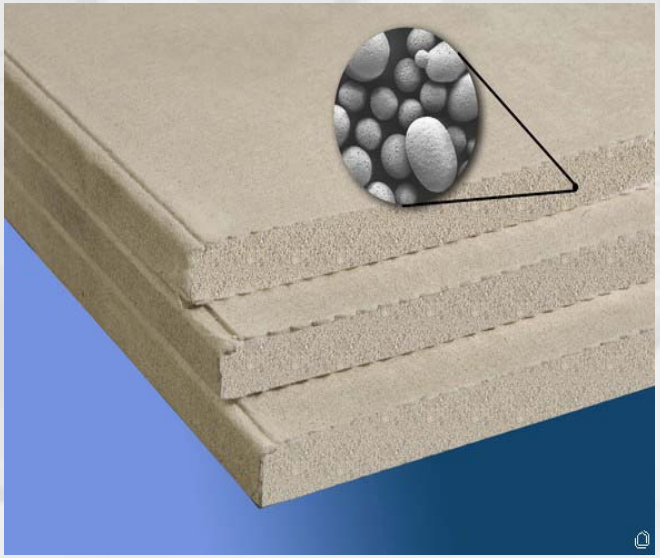
Energie Nécessaire
Eau
1°C → 80°C
332 kJ / kg

Les Matériaux à Changement de Phase (MCP)

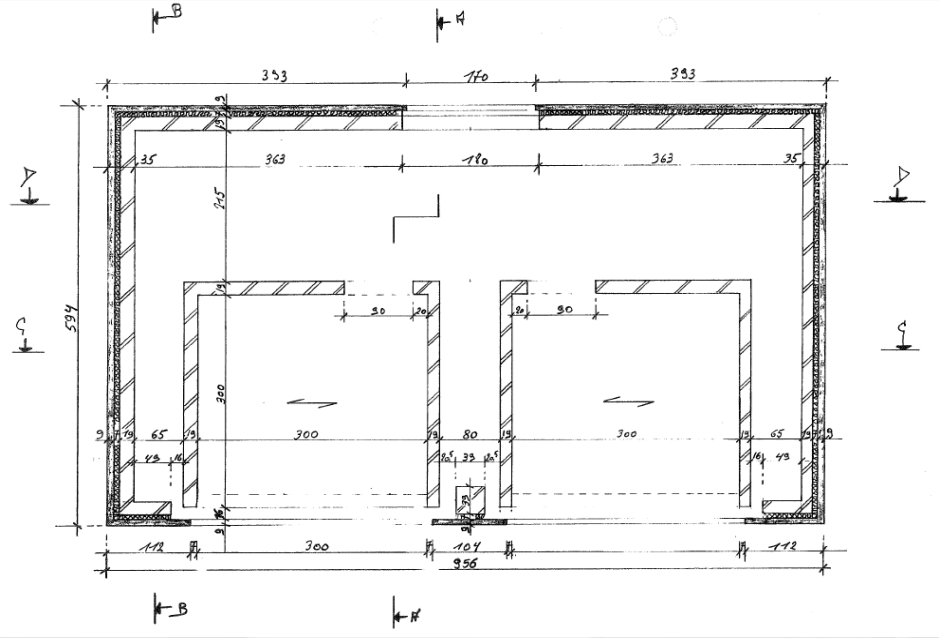
❖ Conditionnement des MCP - Microcapsules

- La micro-encapsulation : procédé physique ou chimique qui permet d'emprisonner de petites gouttes solides ou liquides dans une coquille solide de 1 à 1000 µm





Que peuvent apporter les MCP?
Essai dans deux cellules de test identiques



- Deux cellules d'essais identiques
  - Une cellule contient une masse de MCP
  - L'autre cellule contient une masse équivalente de matériau "inerte"
- Un ensemble de capteur permettent de faire un monitoring détaillé
- Une ventilation nocturne intensive permet d'assurer la décharge nocturne des MCP qui se sont chargés la journée

Que peuvent apporter les MCP?

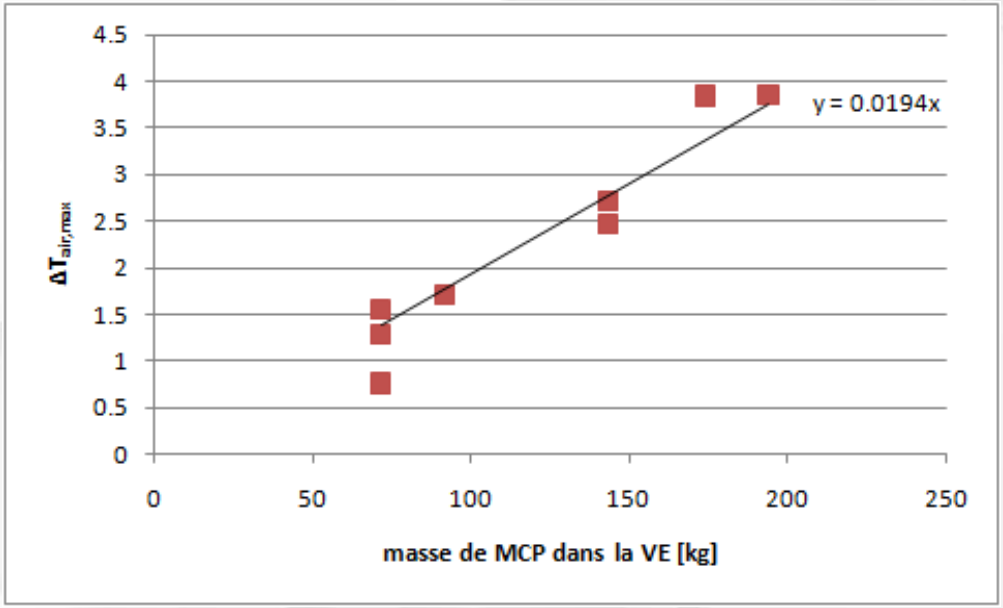
- Différents produits sont testés :
  - Enduit à base de plâtre (Maxit 23, 2.7kg MCP/m²)
  - Assemblages métalliques (2 types)
  - (Store)
- + combinaisons de plusieurs produits
- Au total : 8 configurations différentes

Assemblages métalliques

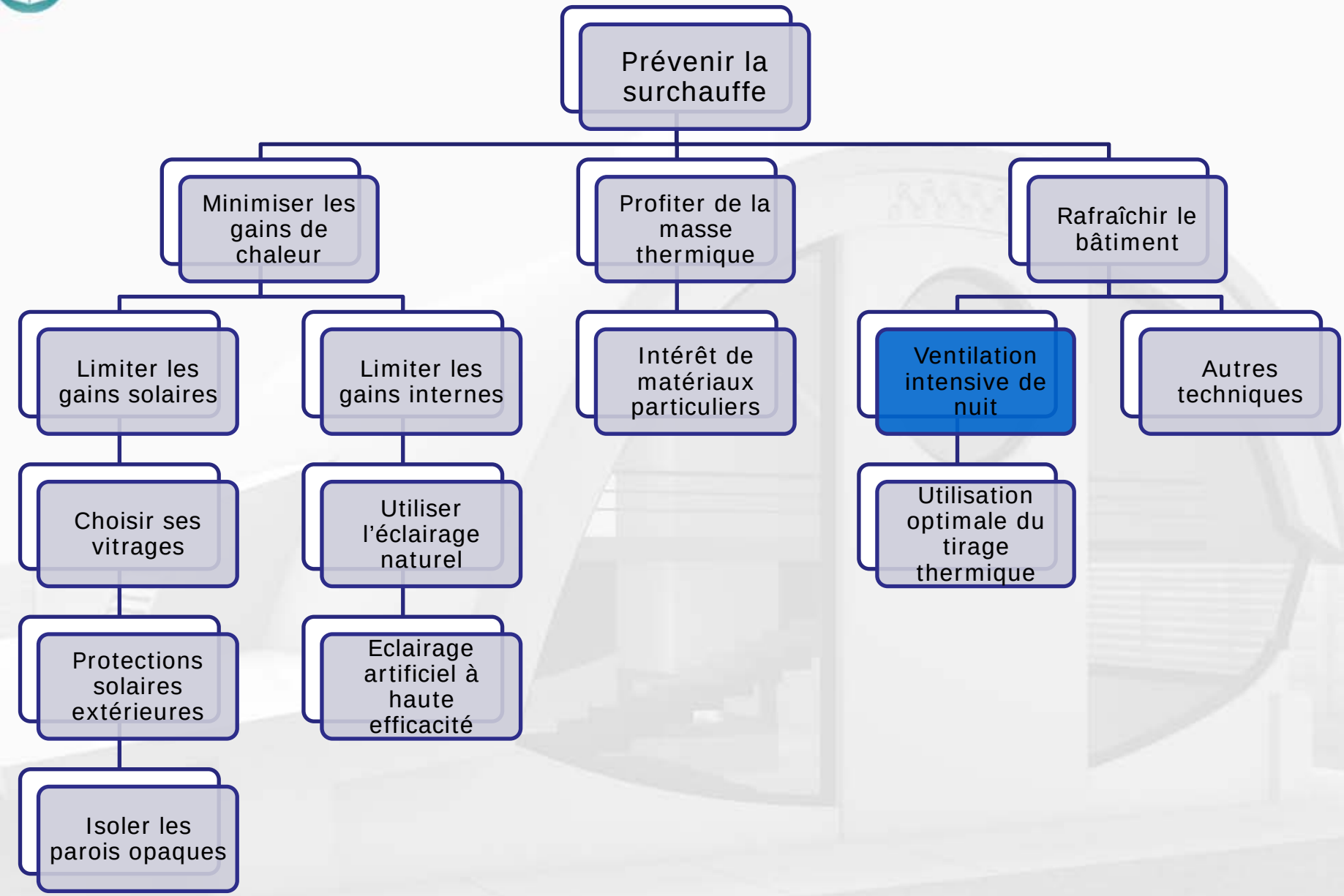
Enduit de plâtre

Influence de la masse de MCP mise en oeuvre et conditions optimales

- Dans les cellules de test, une masse de 100 kg de MCP permet de diminuer la température diurne maximale de 1.9°C



- L'installation du MCP testé aura le plus grand effet lorsque :
  - La température intérieure maximale de l'air est comprise entre 28°C et 30°C
  - La température intérieure minimale descend au moins à 18°C


Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Choisir ses vitrages
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Protections solaires extérieures
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

Ventilation intensive de nuit

- Idée de base
  - Profiter des différences de température entre le jour et la nuit pour rafraîchir le bâtiment via la ventilation intensive de nuit
  - Evacuer la chaleur et accumuler la fraicheur via la masse thermique

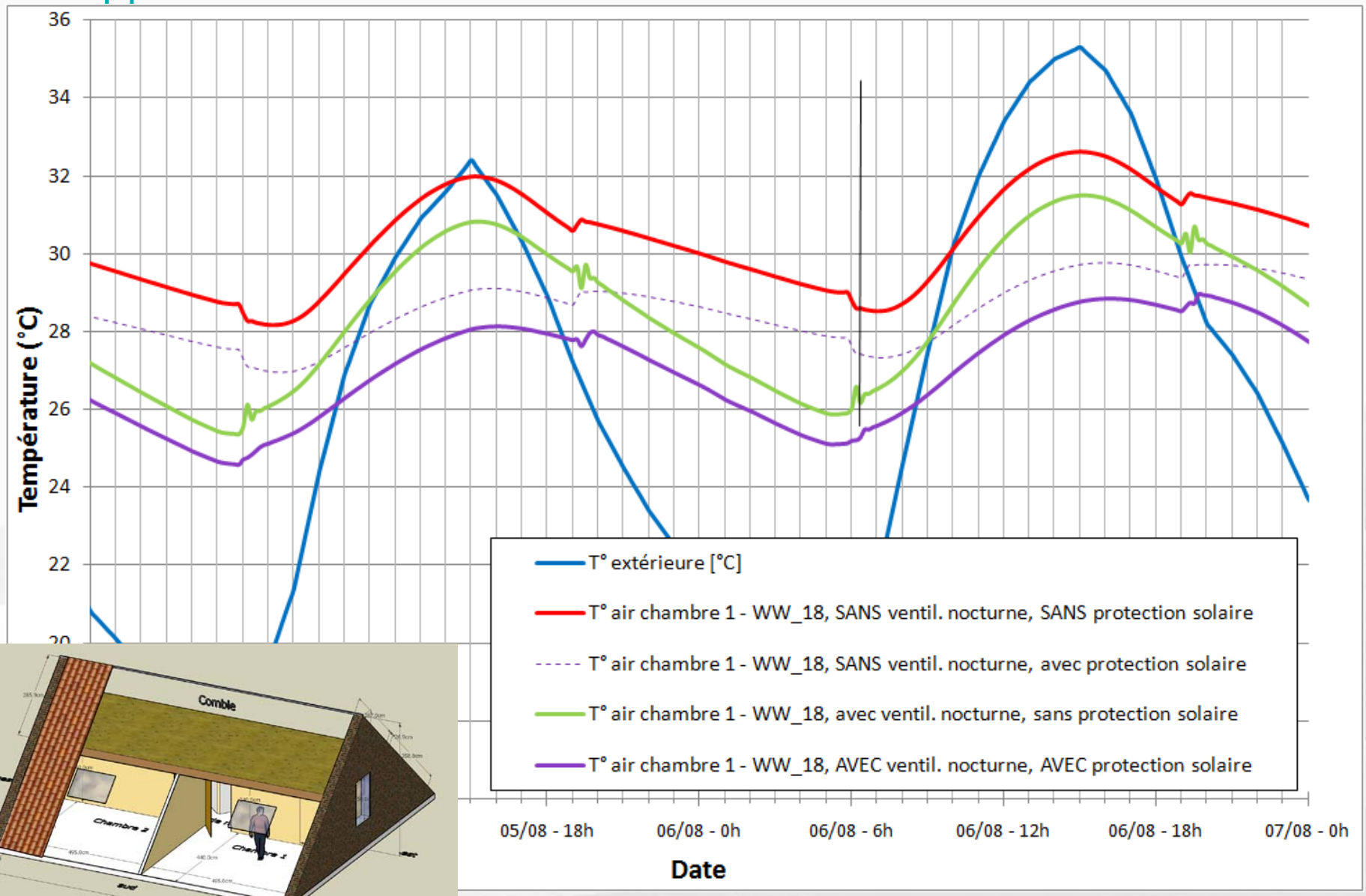
- Pour fonctionner, il faut :
  - Une masse thermique <u>suffisante</u> et accessible
  - Un taux de ventilation élevé (n = 5…8…12 h^{-1})
  - De grandes ouvertures - disposition des ouvertures
  - Ventiler lorsque la température extérieure est inférieure à la température intérieure

Points d'attention

- Sécurité incendie
- Technique parfois incompatible avec certains systèmes d'alarme
- Sécurité à l'effraction
- Pénétration de l'eau de pluie
- Pénétration des insectes
- Ventiler uniquement lorsque la température extérieure est inférieure à la température intérieure
- Régulation du système de chauffage
- Risque de température trop basse le matin

Ventilation intensive nocturne

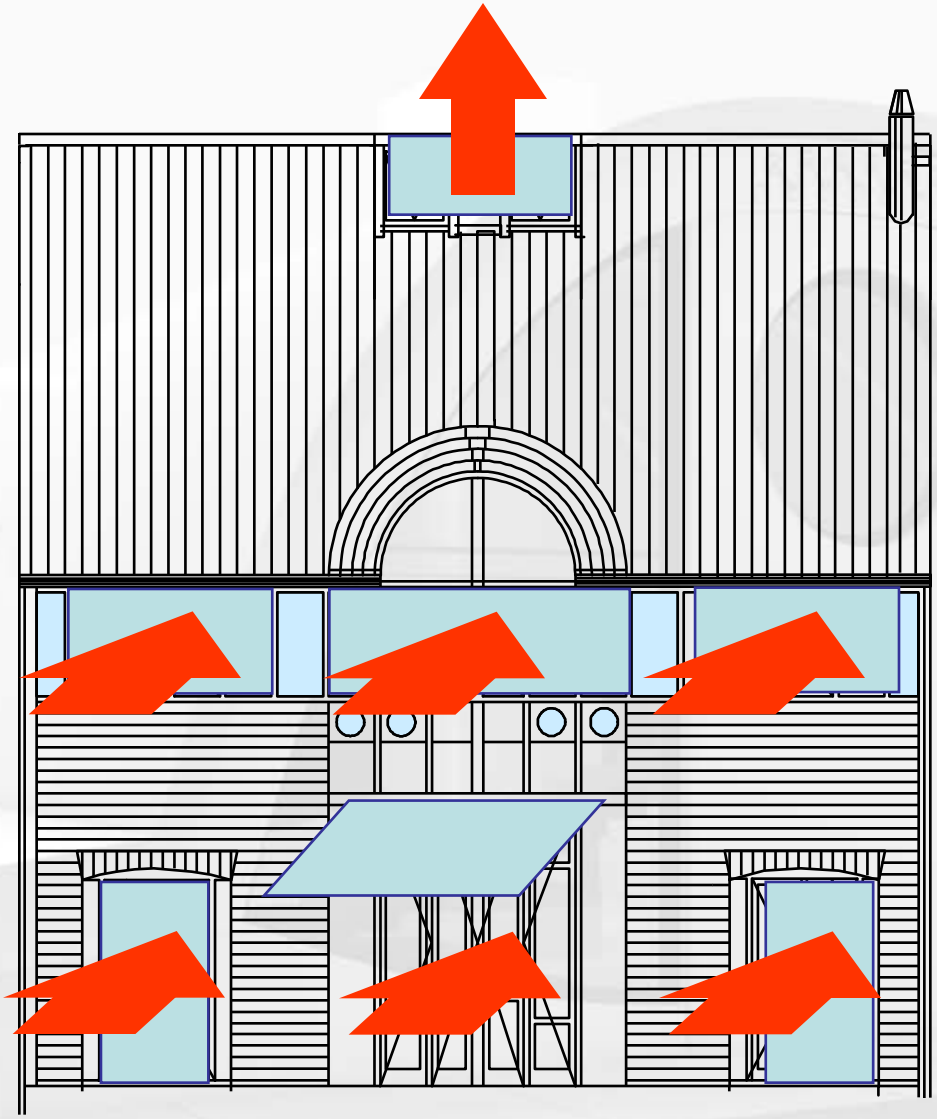
Application sur le cas d'étude



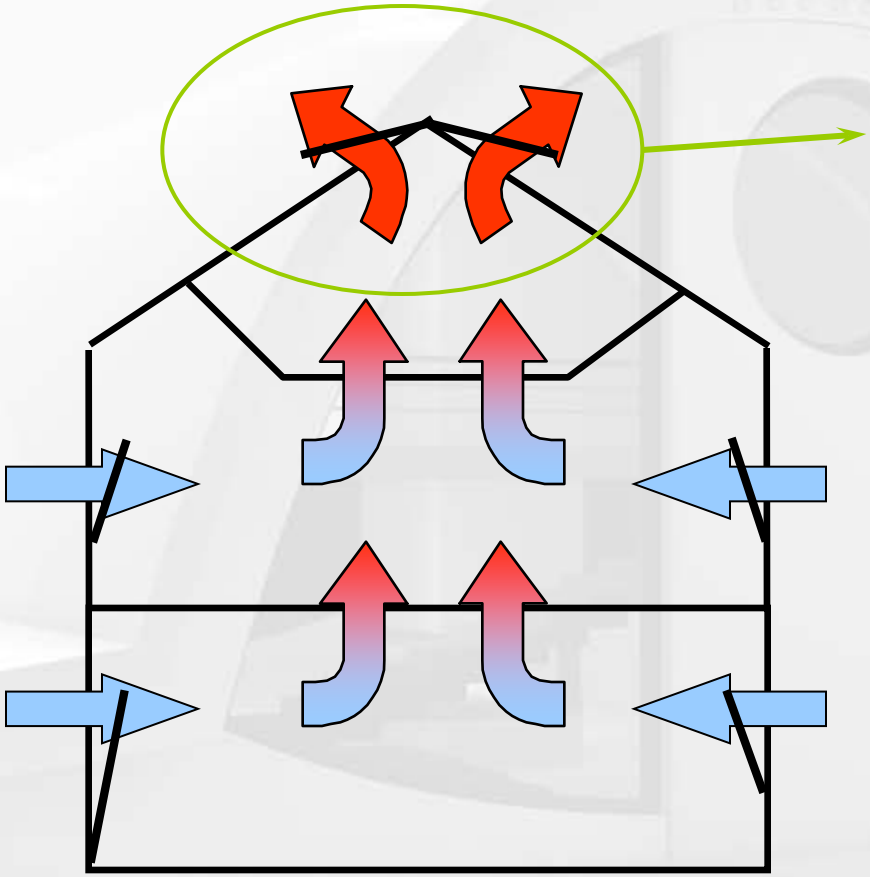
Exemple de réalisation

Exemple de la maison PLEIADE

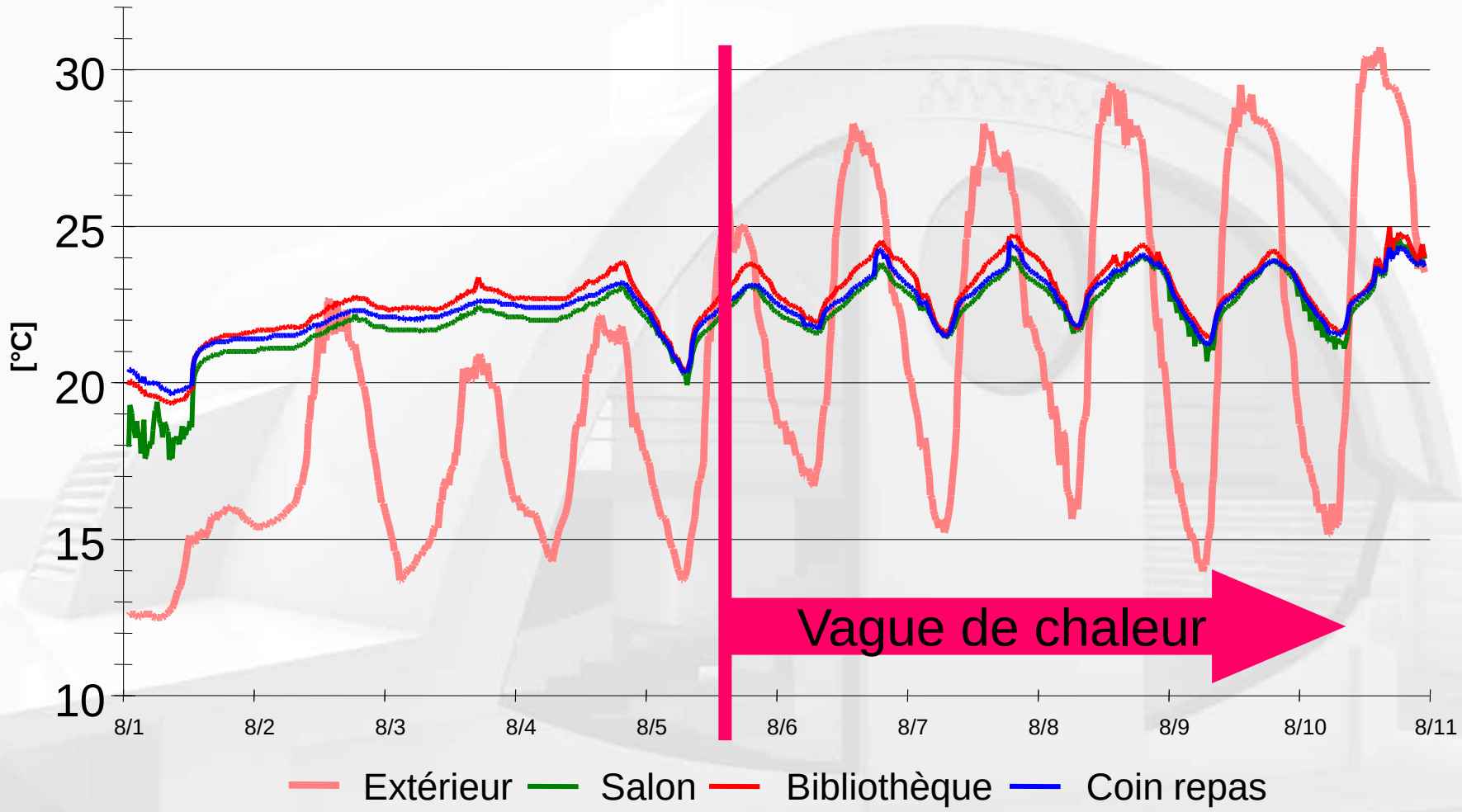
Prévention de la surchauffe



La ventilation de nuit dans PLEIADE

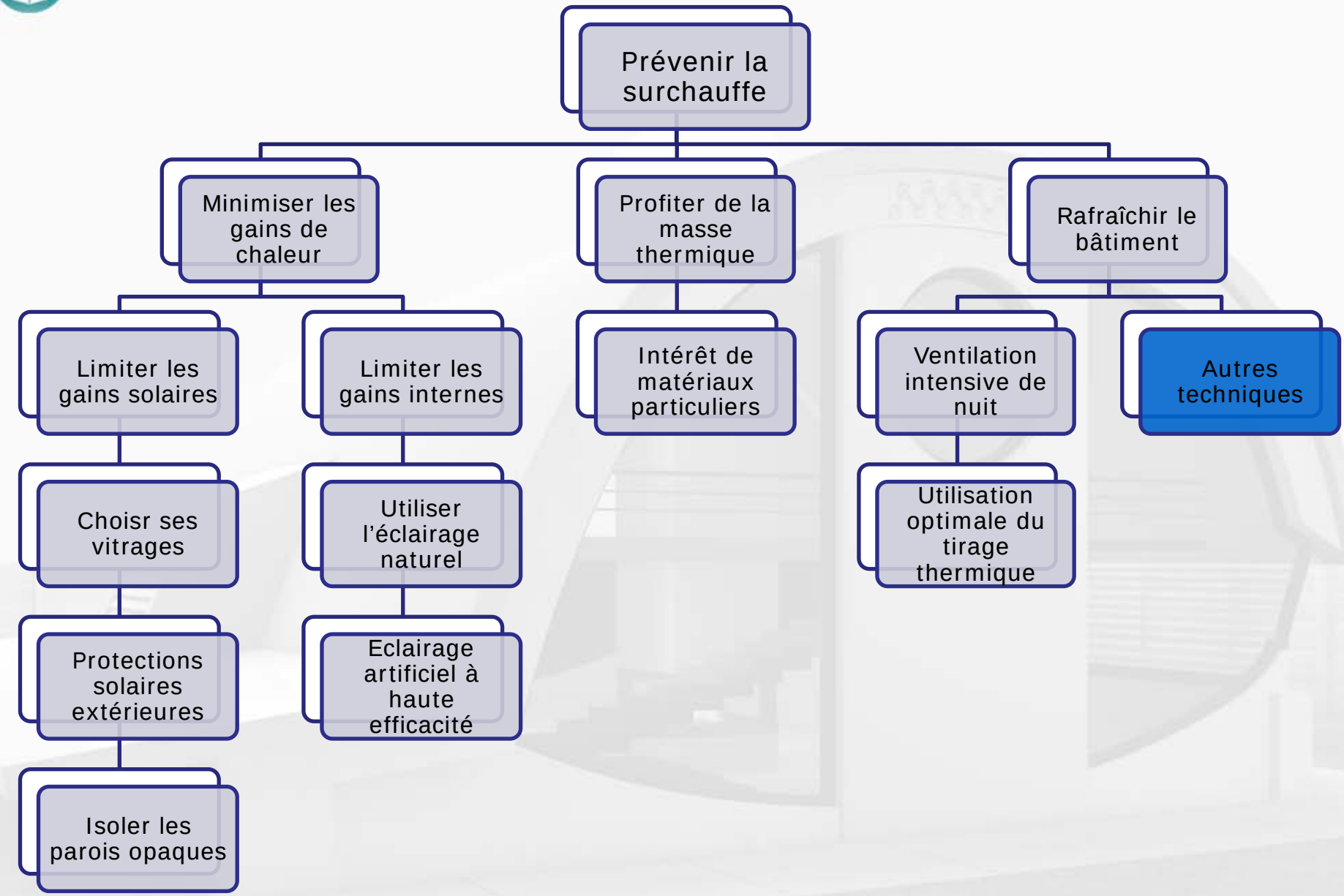


Ventilation intensive de nuit



Conclusions – ventilation intensive de nuit

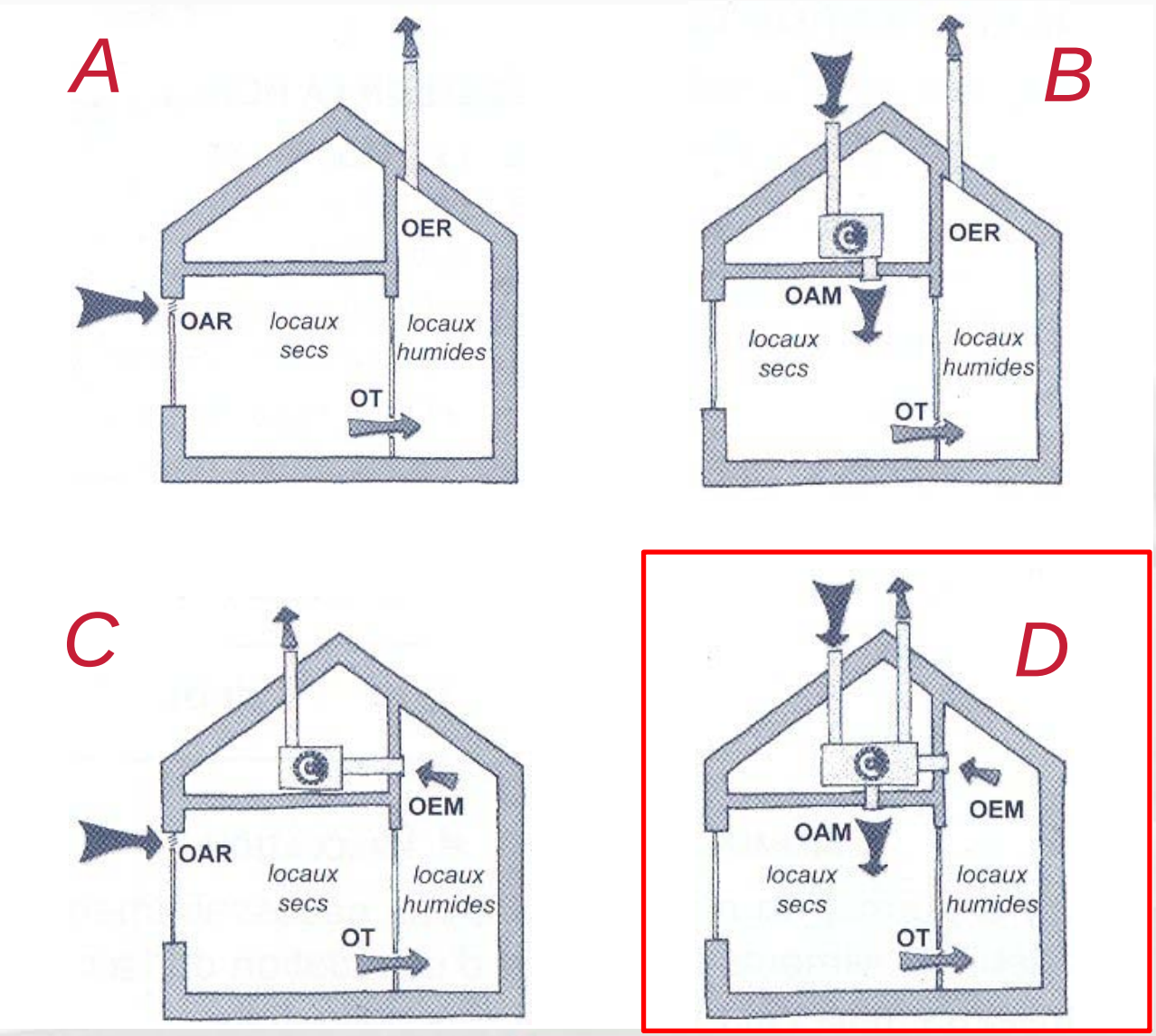
- Les performances de la technique dépendent
  - Des taux de ventilation réalisés
  - De la masse thermique et de son accessibilité
- Une série de points d'attention doivent être gardés à l'esprit
- La technique peut s'appliquer tant en rénovation que pour des bâtiments neufs
- Dans tous les cas la ventilation intensive de nuit permet d'améliorer la situation
- Cette technique ne permet pas de donner de garanties de confort
- Le niveau de confort réalisé dans un bâtiment dépend également de nombreux autres paramètres


Prévenir la surchauffe
Minimiser les gains de chaleur
Profiter de la masse thermique
Rafraîchir le bâtiment
Limiter les gains solaires
Limiter les gains internes
Intérêt de matériaux particuliers
Ventilation intensive de nuit
Autres techniques
Choisr ses vitrages
Utiliser l'éclairage naturel
Utilisation optimale du tirage thermique
Protections solaires extérieures
Eclairage artificiel à haute efficacité
Isoler les parois opaques

Recourir aux possibilités offertes par la ventilation contrôlée

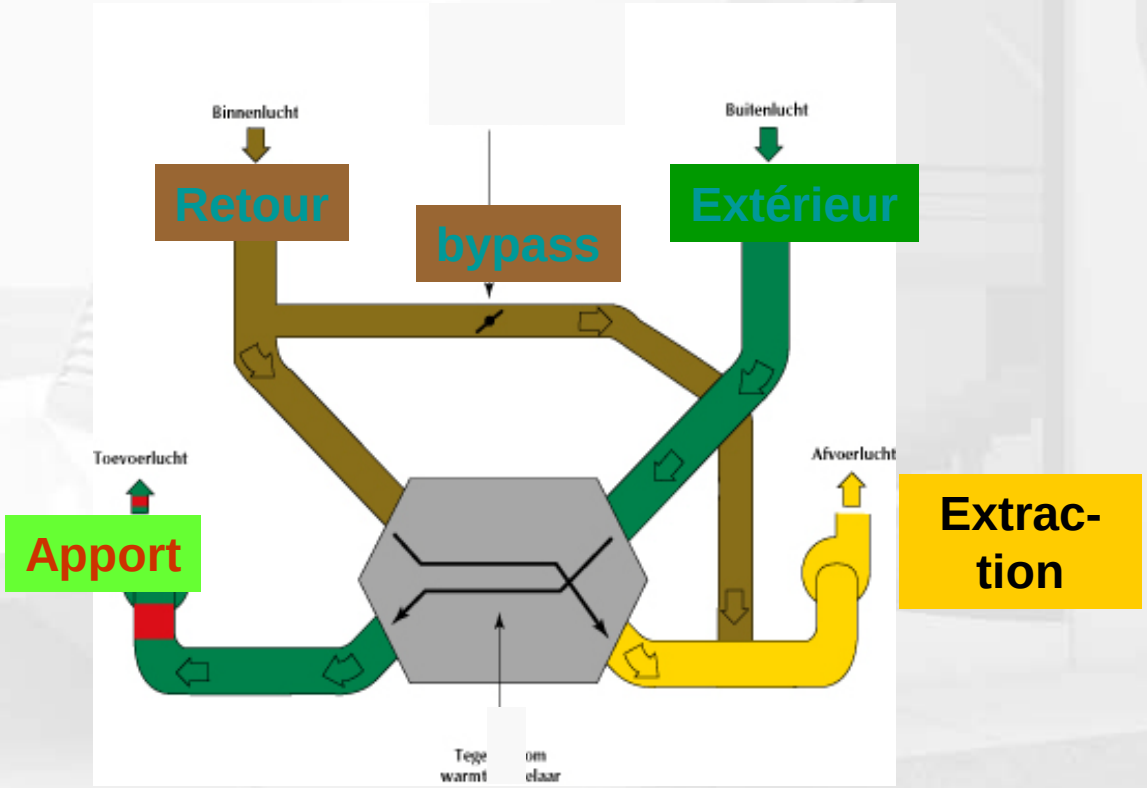
Au sujet des taux de ventilation :
-Ventilation contrôlée : taux de ventilation < 1 h^{-1}

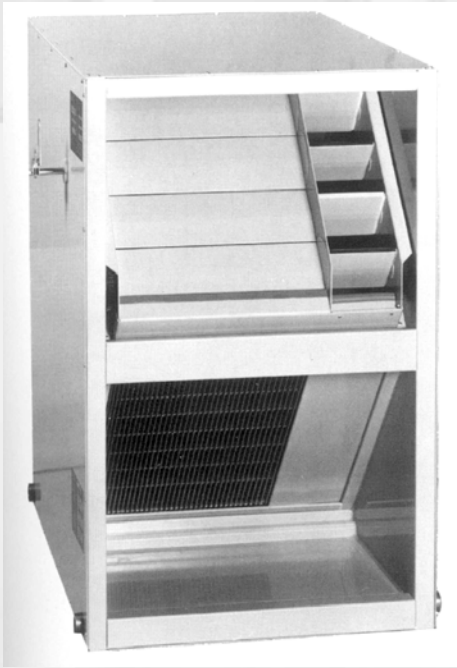
- Pour une ventilation intensive efficace: taux de ventilation de 5…8h^{-1} ...



Utilisation de la ventilation mécanique (système D) By-pass de l'échangeur de chaleur

- By-pass complet ou partiel de l'échangeur de chaleur
  - Fonction de la fabrication
  - Sur base du rendement ou débit restant

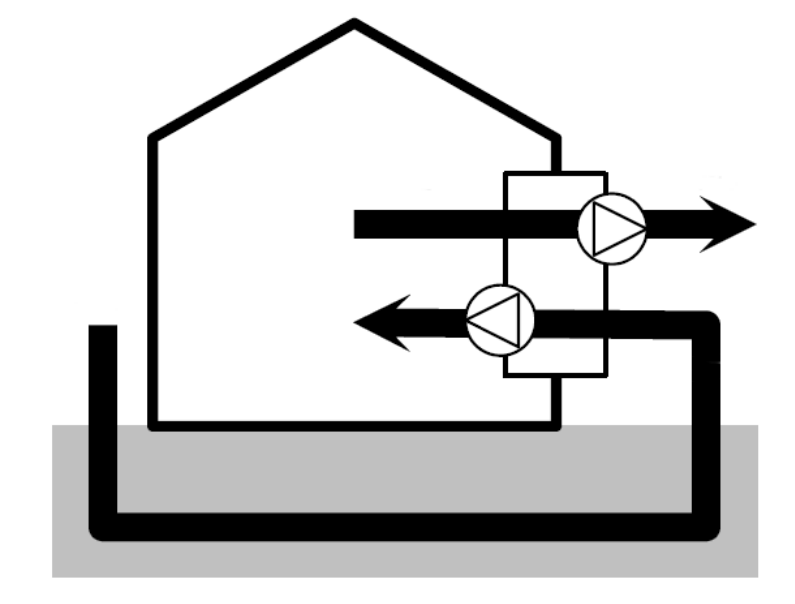




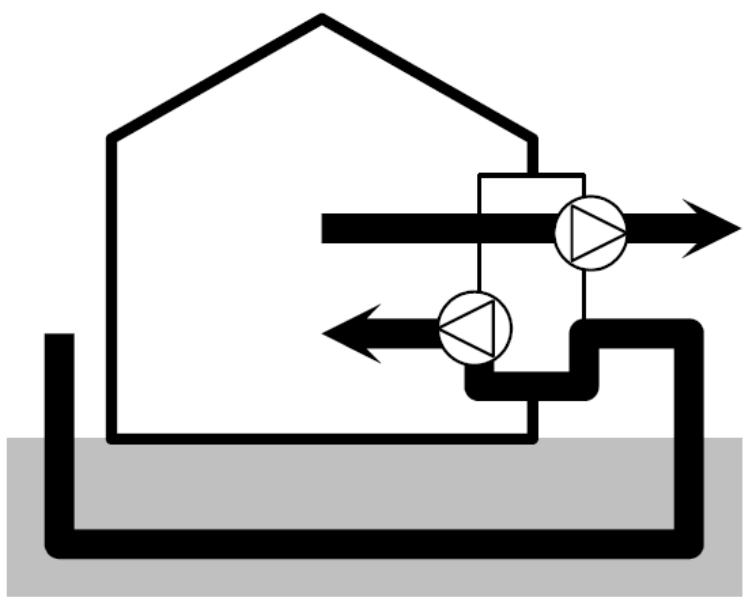
Les puits canadiens

- Echangeur de chaleur air / sol

Préchauffage hivernal

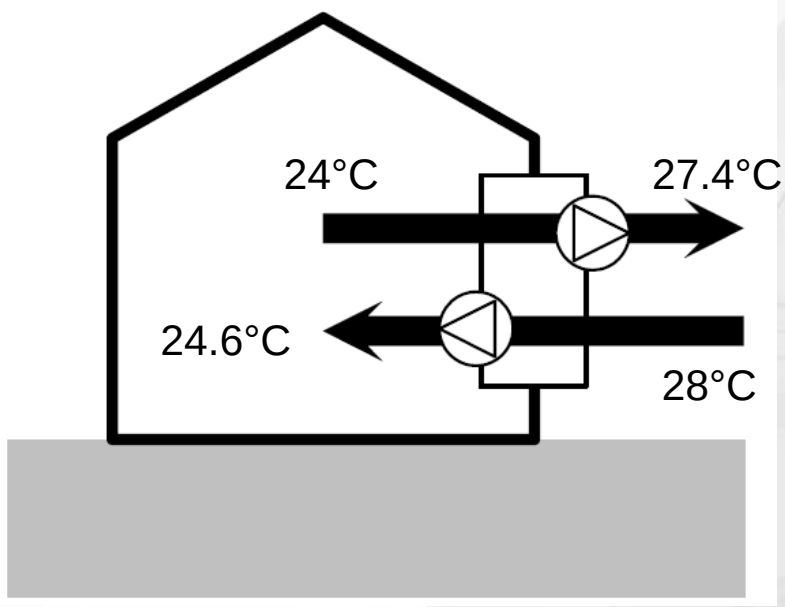


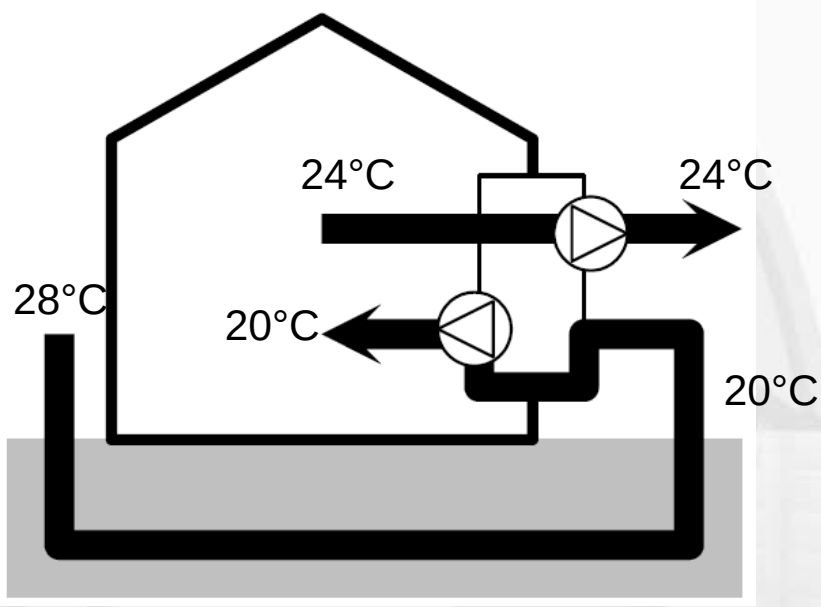
Rafraichissement estival



Rafraichissement estival

- Le puits canadien et le by pass de l'échangeur permettent de profiter d'un rafraichissement de l'air

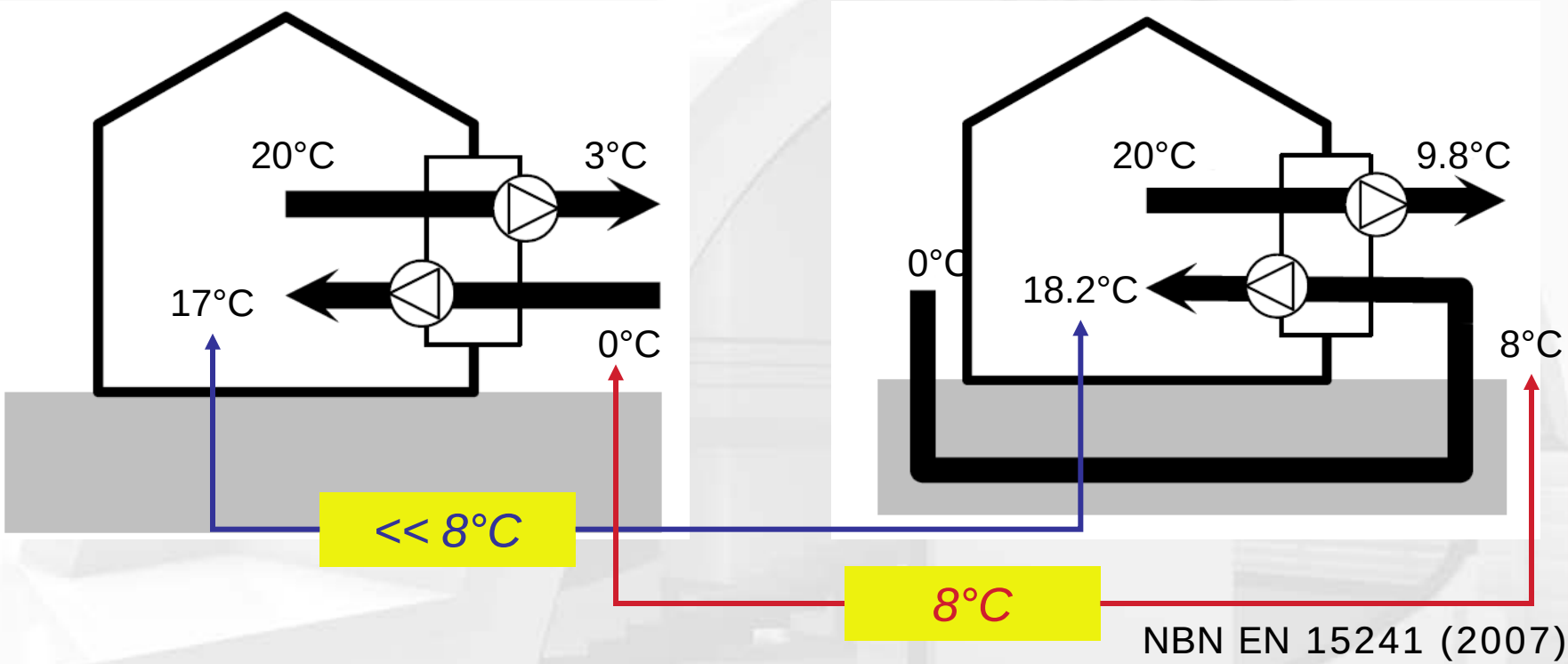




- Puissance limitée par les débits
  - Gain de 10°C = puissance de 1020 W pour 300 m³/h (0.34 * 300 *10)
  - A répartir dans les différents locaux secs

Echangeur de chaleur air / sol – En hiver…

❖ Couplage avec échangeur de chaleur (Ex. 85%)



NBN EN 15241 (2007)

❖ Gain net de l'échangeur air/sol

- Gain potentiel x (1 – $\eta_{\text{échangeur chaleur}}$) (Ex. 15%)

Les puits canadiens

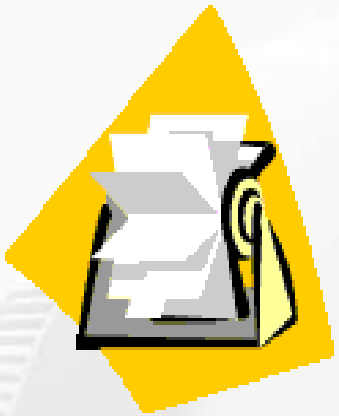
- Avantages
  - Entraîne une légère augmentation de la température de l'air pulsé en hiver
  - Permet de garder l'échangeur hors gel
- Inconvénients
  - Investissement complémentaire
  - Pertes de charges complémentaires
  - Drainage et nettoyage des conduits souterrains
  - Aspect hygiénique des conduits souterrains

Le conditionnement d'air

- Peut-être utilisé pour atteindre des conditions de confort optimales – quasi le seul moyen de les garantir
- Ne devrait être utilisé qu'une fois les mesures passives entreprises

→ Puissances réduites à installer

Merci pour votre attention



Antoine Tilmans

CSTC
Centre Scientifique et Technique de la Construction
Avenue Pierre Holoffe, 21
1342 Limelette
Belgique
www.cstc.be