



Confort d'été à l'échelle du bâtiment : comment le préserver Retours d'expériences et simulations

Camille Bouchon

solaresbauen SARL
1 Boulevard de Nancy
67000 Strasbourg
Tel.: 0388309774
www.solares-bauen.fr

Présentation solares bauen

Camille Bouchon

Gérant et fondateur du bureau d'études thermique et fluides Solares Bauen SARL de Strasbourg depuis 2005.

Domaines d'activités :

- Maîtrise d'œuvre chauffage-ventilation, sanitaire
- Etudes thermiques
- Suivi énergétique et de maintenance



3 PRINCIPES POUR SE PROTEGER DE LA CHALEUR

1

Protection solaire



Protection solaire

2

INERTIE

3

VENTILATION

3 PRINCIPES POUR SE PROTEGER DE LA CHALEUR

1

Protection solaire



Protection solaire

2

INERTIE



3

VENTILATION

3 PRINCIPES POUR SE PROTEGER DE LA CHALEUR

1

Protection solaire



Protection solaire

2

INERTIE



3

VENTILATION



Le confort d'été

Température intérieure recommandée pour les calculs énergétiques selon la norme NF EN 15251

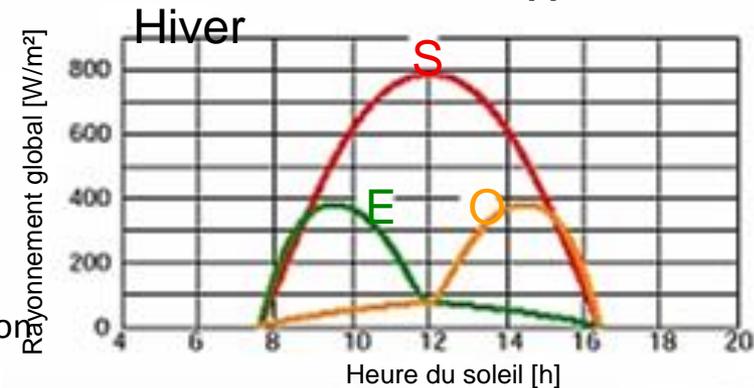
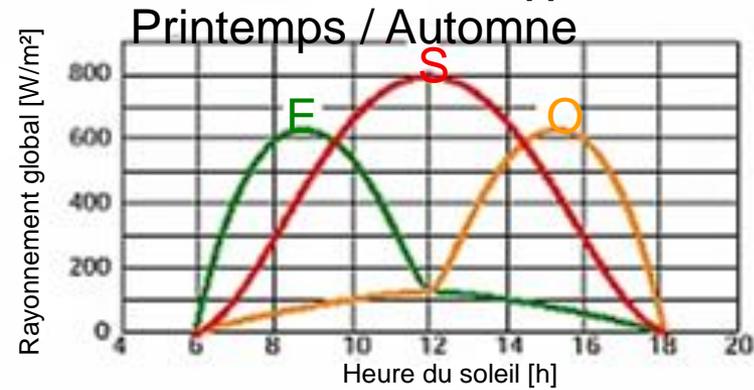
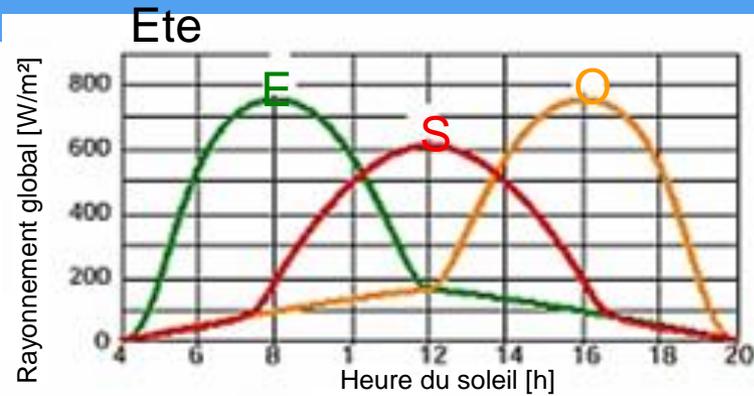
Type de bâtiment ou d'espace	Catégorie	Plage de température pour le chauffage, °C Vêtue ~ 1,0 clo	Plage de température pour le rafraîchissement, °C Vêtue ~ 0,5 clo
Bâtiments d'habitation, pièces de séjour (chambres, séjours, etc.) Activité sédentaire ~1,2 met	I	21,0 – 25,0	23,5 – 25,5
	II	20,0 – 25,0	23,0 – 26,0
	III	18,0 – 25,0	22,0 – 27,0
Bâtiments d'habitations, autres locaux (cuisines, rangements, etc.) Station debout, marche ~1,5 met	I	18,0 – 25,0	
	II	16,0 – 25,0	
	III	14,0 – 25,0	
Bureaux et locaux à activité similaire (bureaux individuels ou paysagés, salles de réunion, auditoriums, cafétérias, restaurants, salles de classe) Activité sédentaire ~1,2 met	I	21,0 – 23,0	23,5 – 25,5
	II	20,0 – 24,0	23,0 – 26,0
	III	19,0 – 25,0	22,0 – 27,0
Écoles maternelles Station debout, marche ~1,4 met	I	19,0 – 21,0	22,5 – 24,5
	II	17,5 – 22,5	21,5 – 25,5
	III	16,5 – 23,5	21,0 – 26,0
Grands magasins Station debout, marche ~1,6 met	I	17,5 – 20,5	22,0 – 24,0
	II	16,0 – 22,0	21,0 – 25,0
	III	15,0 – 23,0	20,0 – 26,0

Limiter les apports internes

	Puissance sensible par unité [W]
Ordinateur portable	20 à 40 W
Ordinateur de bureau	80 à 200 W
Ecran 19 " LCD	30 W
Ecran 22 " LCD	40 W
1 Adulte	80 W
Eclairage	7 à 12 W/m ²

Réduction de chaleur par l'enveloppe

Influence de l'orientation



Optimiser les surfaces vitrées



Surface importante du mur rideau sans protection solaire orienté sud. ©AQC

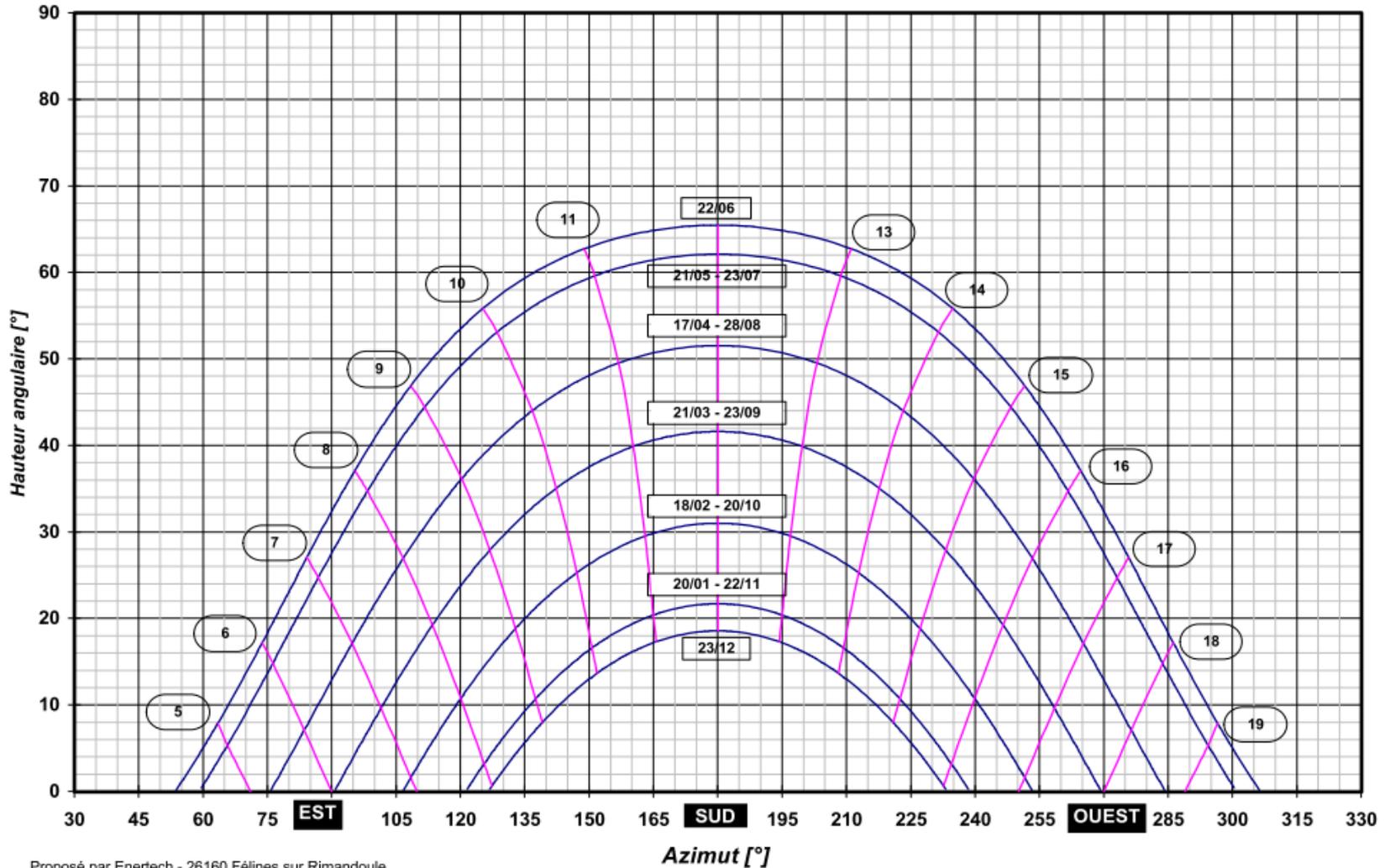


Exposition importante aux rayons solaires à cause de la grande surface vitrée orientée sud et sans protection solaire. Cette exposition est à l'origine des surchauffes en mi-saison et en été. ©AQC



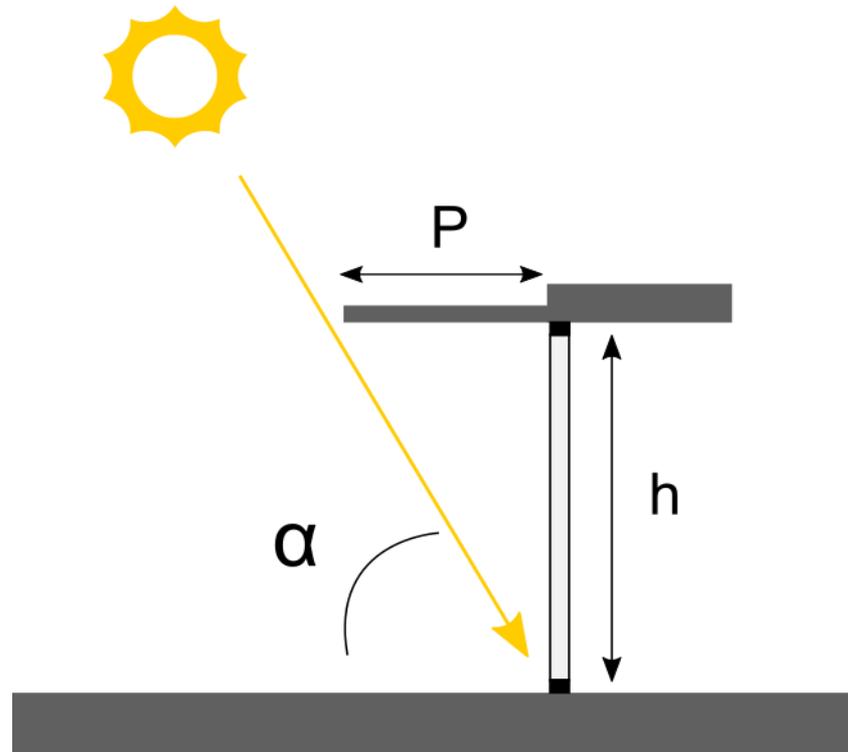
Protection solaire fixe

TRAJECTOIRES DU SOLEIL
(Latitude = 48 °N)



Protection solaire fixe

- Solidité
- Efficace seulement au sud
- Nécessite un calcul



$$P = h \times \tan(90 - \alpha)$$

A = Hauteur Angulaire

Protection solaire fixe

- Solidité
- Efficace seulement au sud
- Nécessite un calcul



La protection fixe ne marche pas pour toutes les saisons et toutes les heures

@gstudio



Protections solaires sous-dimensionnées. ©AQC



Brise-soleil coulissants sous-dimensionnés. ©AQC



Protection solaire correctement dimensionnée. ©AQC

Protection solaire par la végétation



Protection solaire végétale prévue en conception mais jamais plantée pour des raisons financières. ©AQC



Bon développement de la protection végétale grimpante sur la façade. ©AQC



Bon développement de la protection végétale grimpante sur la pergola. ©AQC



Végétation efficace partiellement car difficulté d'avoir une homogénéité de la protection solaire
@solaresbauen

Protection solaire mobile

Type	Couleur	Facteur solaire g total avec vitrage clair
Stores extérieurs	claire	0,13-0,20
Stores extérieurs	foncée	0,20-0,30
Stores intérieurs	claire	0,45-0,55
Double vitrage		0,15-0,70

Un store extérieur arrête 3 fois plus d'énergie qu'un store intérieur



Rideaux intérieurs qui n'empêchent pas les surchauffes d'une salle de réunion. ©AQC



Rideaux roulants intérieurs de couleur noire qui n'empêchent pas les surchauffes d'un amphithéâtre exposé est. ©AQC

stores extérieurs



- Structure légère
- Epaisseur faible du caisson
- Pas de modularité de l'éclairément
- Fragilité importante avec la prise au vent
- Pour toutes les orientations

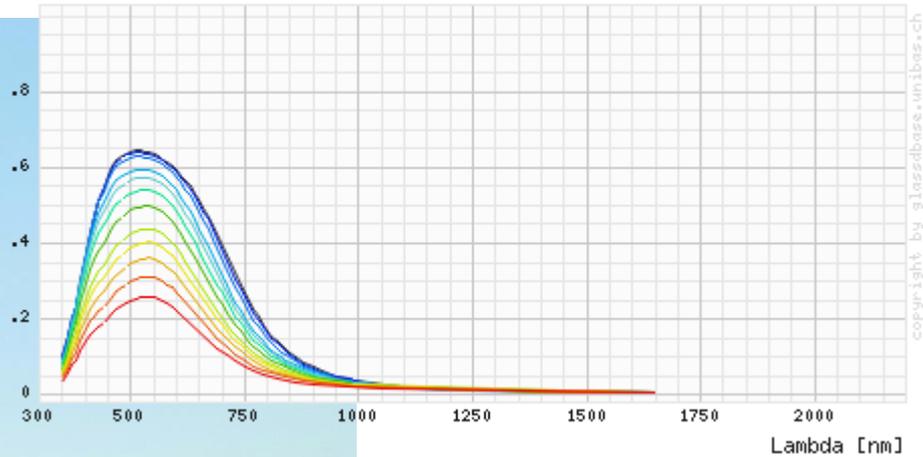
Brises soleils orientables (BSO)



- Solidité plus importante que les stores
- Epaisseur du caisson plus importante
- Modulation de la lumière
- Réglage nécessaire
- Opacité quasiment complète possible

Le confort d'été

Vitrage à contrôle solaire



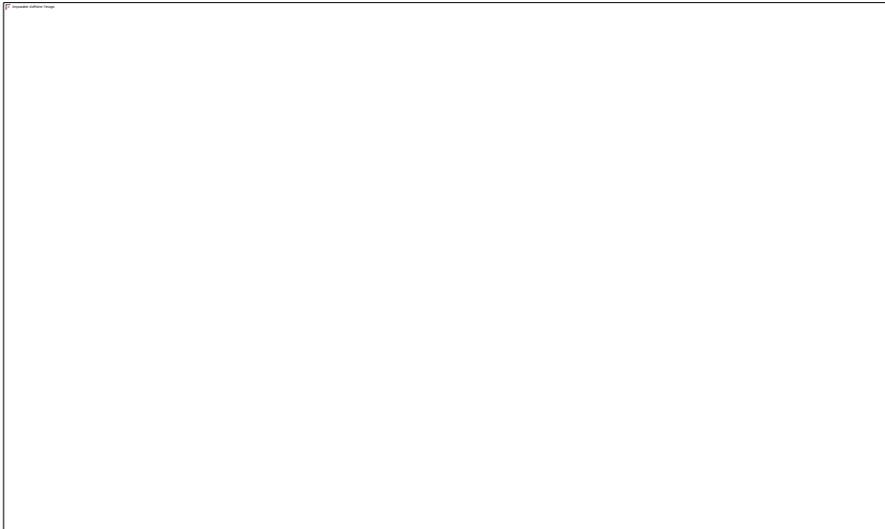
$g=22\%$ TL 41%

Laisse passer 2 fois plus d'énergie qu'un BSO

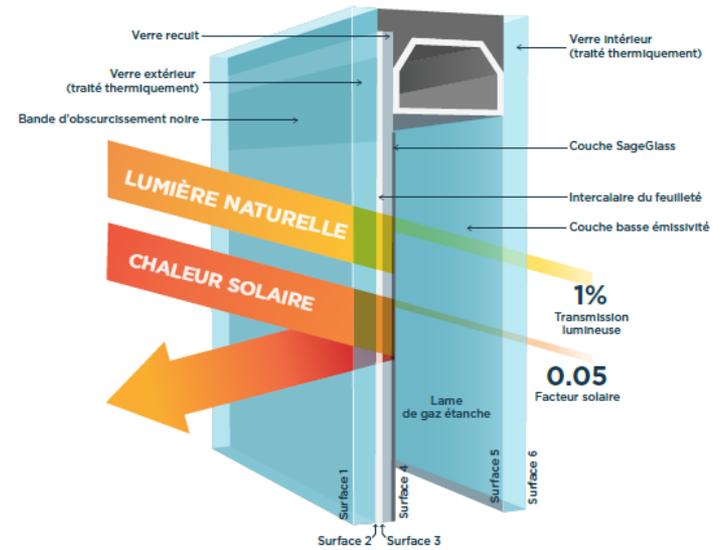
COOL-LITE *	SKN 176 SKN 176 II	SKN 165 SKN 165 II	SKN 154 SKN 154 II	SKN 145
Transmission lumineuse (TL)	70 %	61 %	52 %	41 %
Réflexion lumineuse extérieure (RL _{ext})	13 %	17 %	19 %	19 %
Réflexion lumineuse intérieure (RL _{int})	15 %	18 %	22 %	15 %
Facteur solaire (g)	0,37	0,34	0,28	0,22
Sélectivité	1,89	1,79	1,86	1,89
Coefficient U _g (W/m ² .K)	1,0	1,0	1,0	1,1

* Valeurs données selon les normes EN 673 et EN 410 calculées avec un remplissage de 90 % en gaz argon. Verre de contrôle solaire avec couche placée en face 2 et monté en double vitrage de composition 6-16-4 avec une face PLANICLEAR.

Vitrage Electrochrome

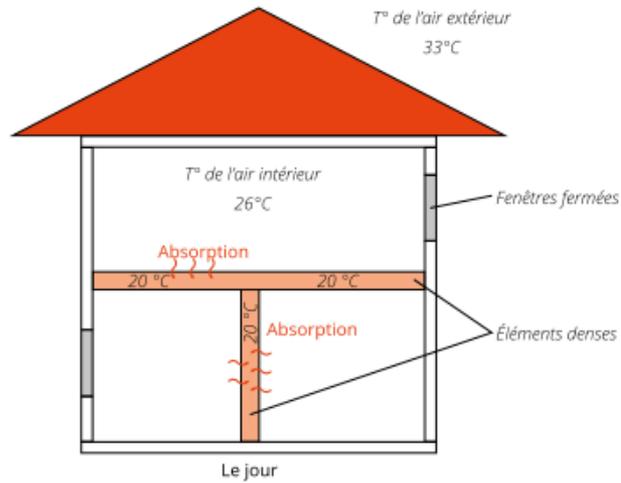


SAGEGLASS - ÉTAT TEINTÉ



EXEMPLE DE CONFIGURATION D'UN DOUBLE VITRAGE ÉLECTROCHROME

Inertie



L'augmentation de la température de l'air intérieur est limitée par la capacité de stockage des matériaux denses dont la température est plus faible. On parle d'inertie d'absorption. ©AQC

Apport d'inertie dans une construction en bois grâce à une cloison en briques de terre crue. ©AQC

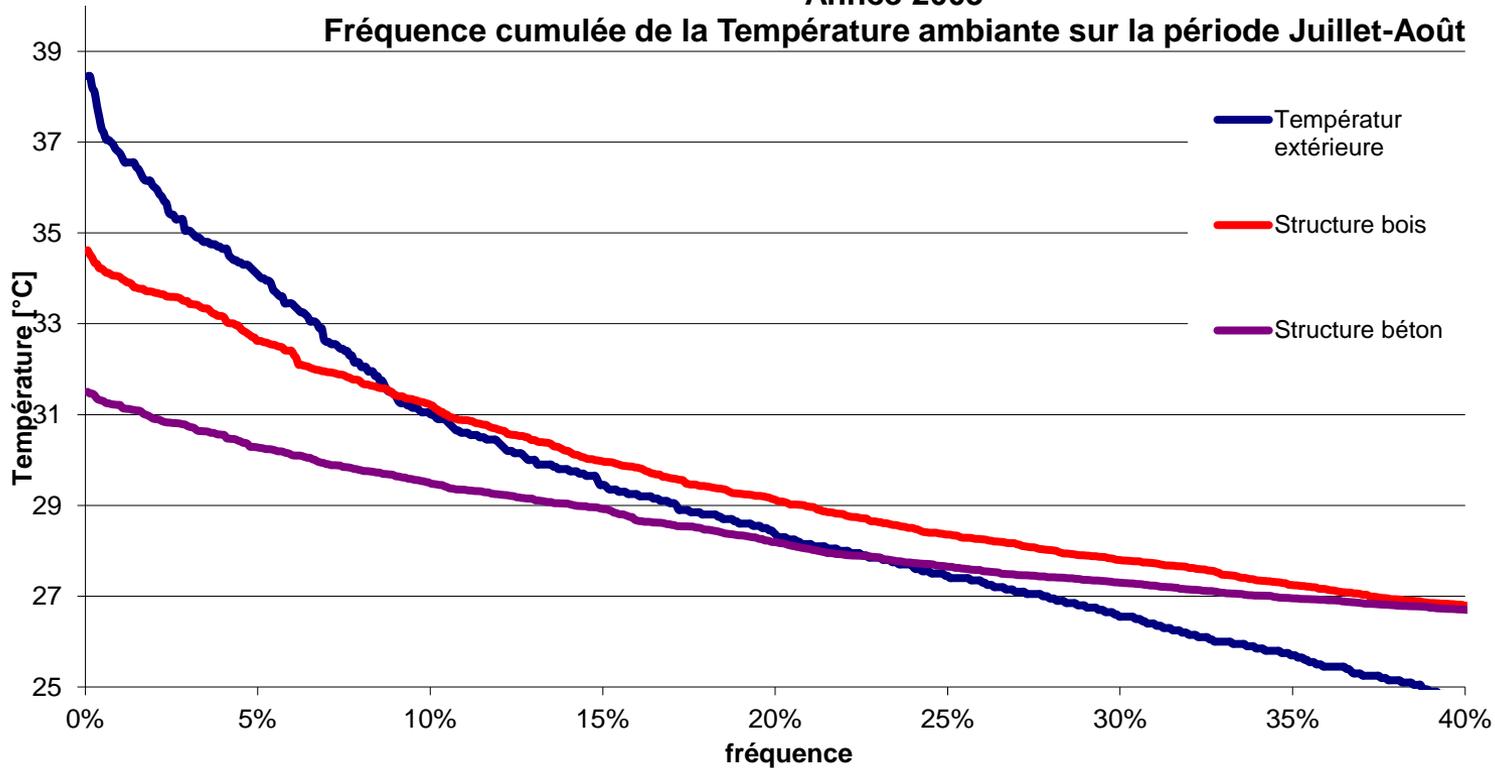
-Les 10 premiers cm de matériaux lourds sont les plus efficaces

-L'inertie de la dalle est la plus efficace

Inertie

Confort d'été Logement à Strasbourg 3ème étage Sud Année 2003

Fréquence cumulée de la Température ambiante sur la période Juillet-Août

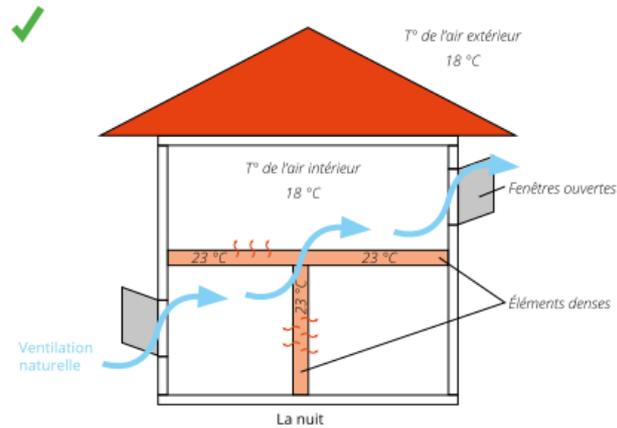


L'ajout d'inertie permet toujours de diminuer les pointes de température, de 2°C à 4°C sur la Tmax

Ventilation Naturelle



Ventilation à travers une verrière
@solaresbauen



Durant la nuit, grâce à la ventilation naturelle traversante, les calories stockées dans les éléments denses durant la journée sont libérées sous réserve d'une différence de température suffisante entre l'air intérieur et l'air extérieur. ©AQC



Ventilation à travers une grille
@Duco

Exemple Ecole Lixenbuhl Illkirch



- Appel à projet Climaxion
- Extension et restructuration au standard Passivhaus
- Architecte : Atelier D-Form et Matthieu Husser
- Bureau d'études : Solares bauen



Exemple Ecole Lixenbuhl Illkirch

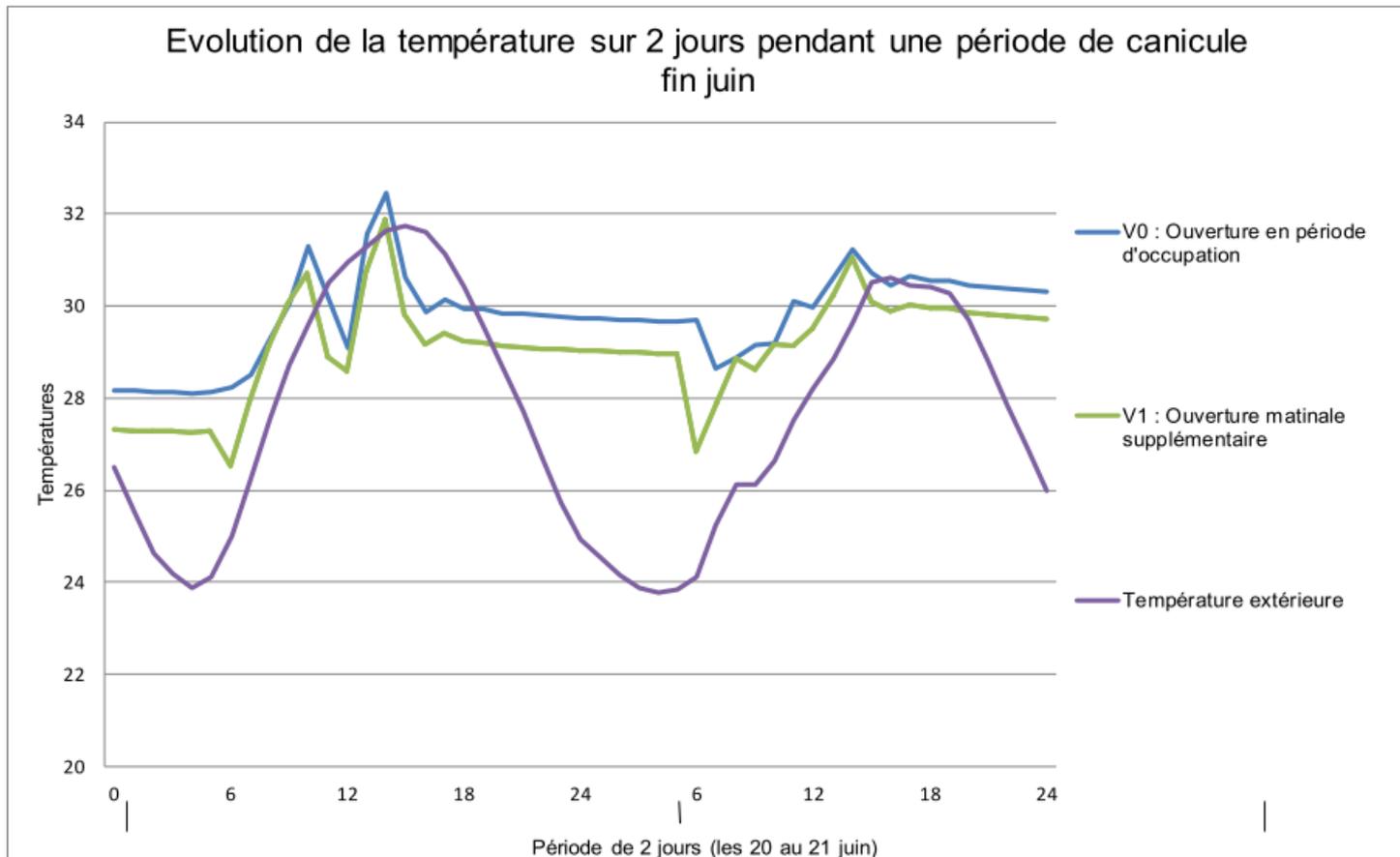
Sans ventilation naturelle

	Année caniculaire		Année normale	
	Nb H >28°C	Nb H >26°C	Nb H >28°C	Nb H >26°C
Salle de classe R+1 exposée Sud	63	171	7	54
Salle de jeu	30	32	0	20
Périscolaire et restauration	32	88	6	31

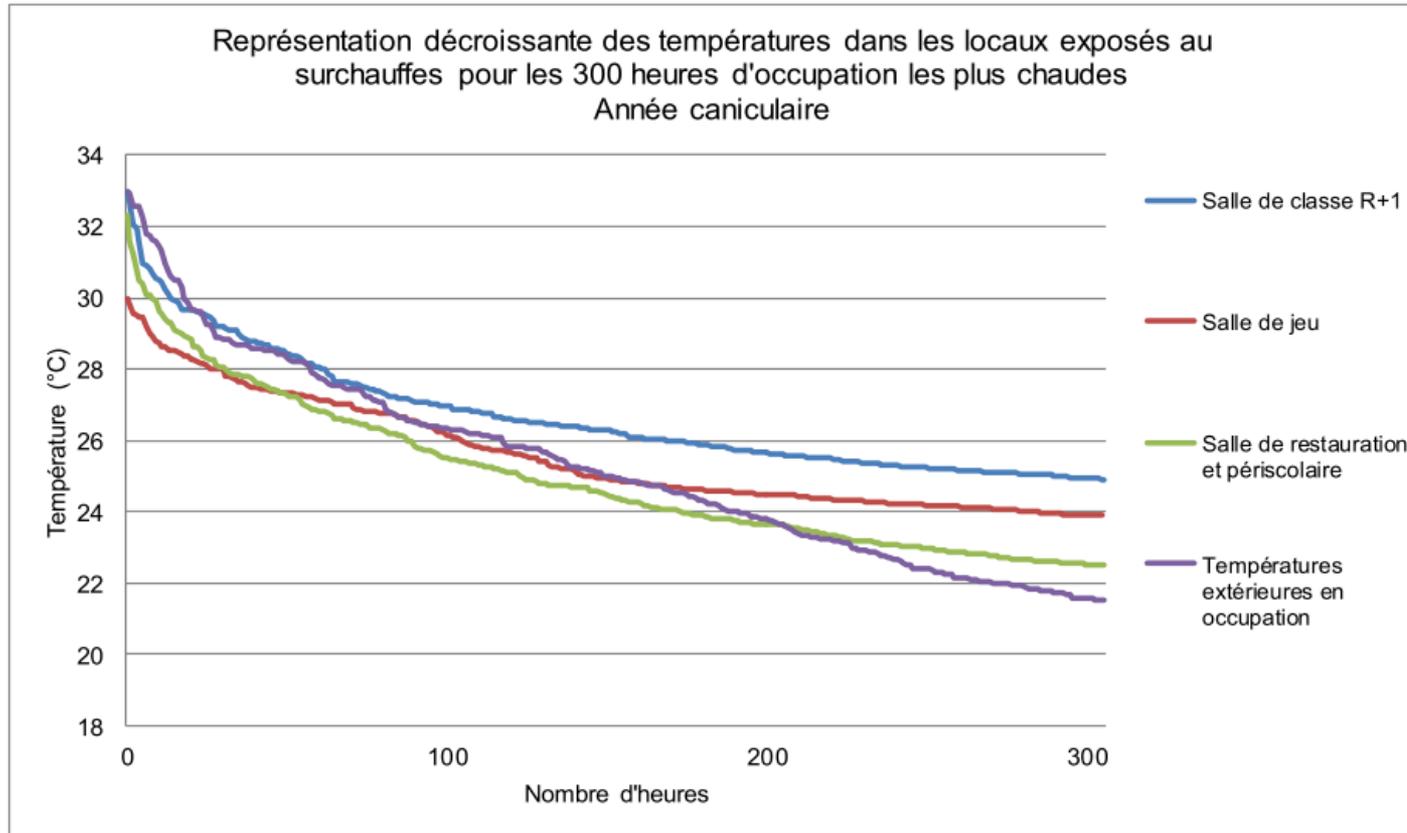
Ouverture des fenêtres de 7h à 8h

	Année caniculaire		Année normale	
	Nb H >28°C	Nb H >26°C	Nb H >28°C	Nb H >26°C
Salle de classe R+1 exposée Sud	43	154	6	44
Salle de jeu	17	94	0	19
Périscolaire et restauration	29	84	4	30

Exemple Ecole Lixenbuhl Illkirch

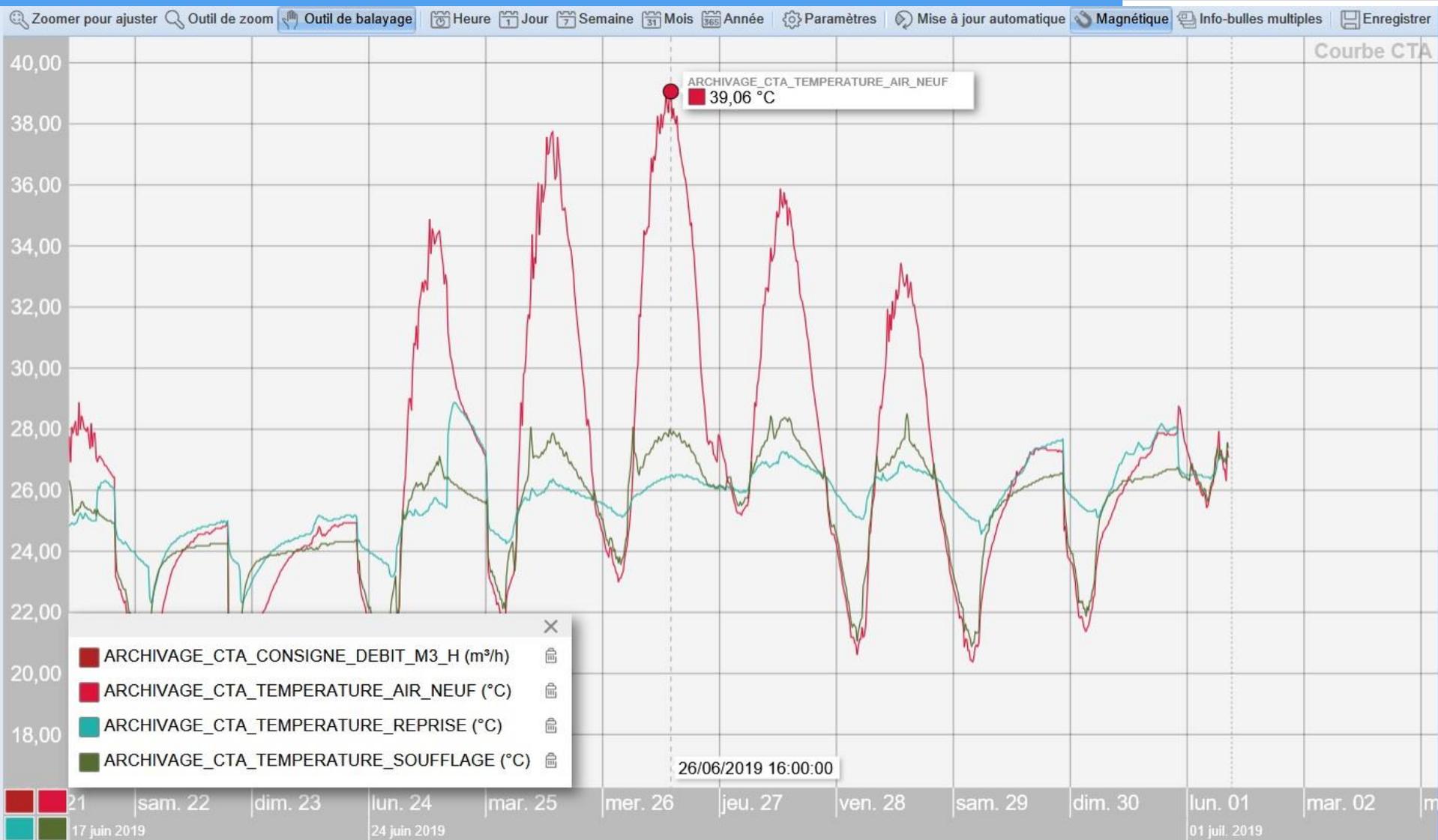


Exemple Ecole Lixenbuhl Illkirch

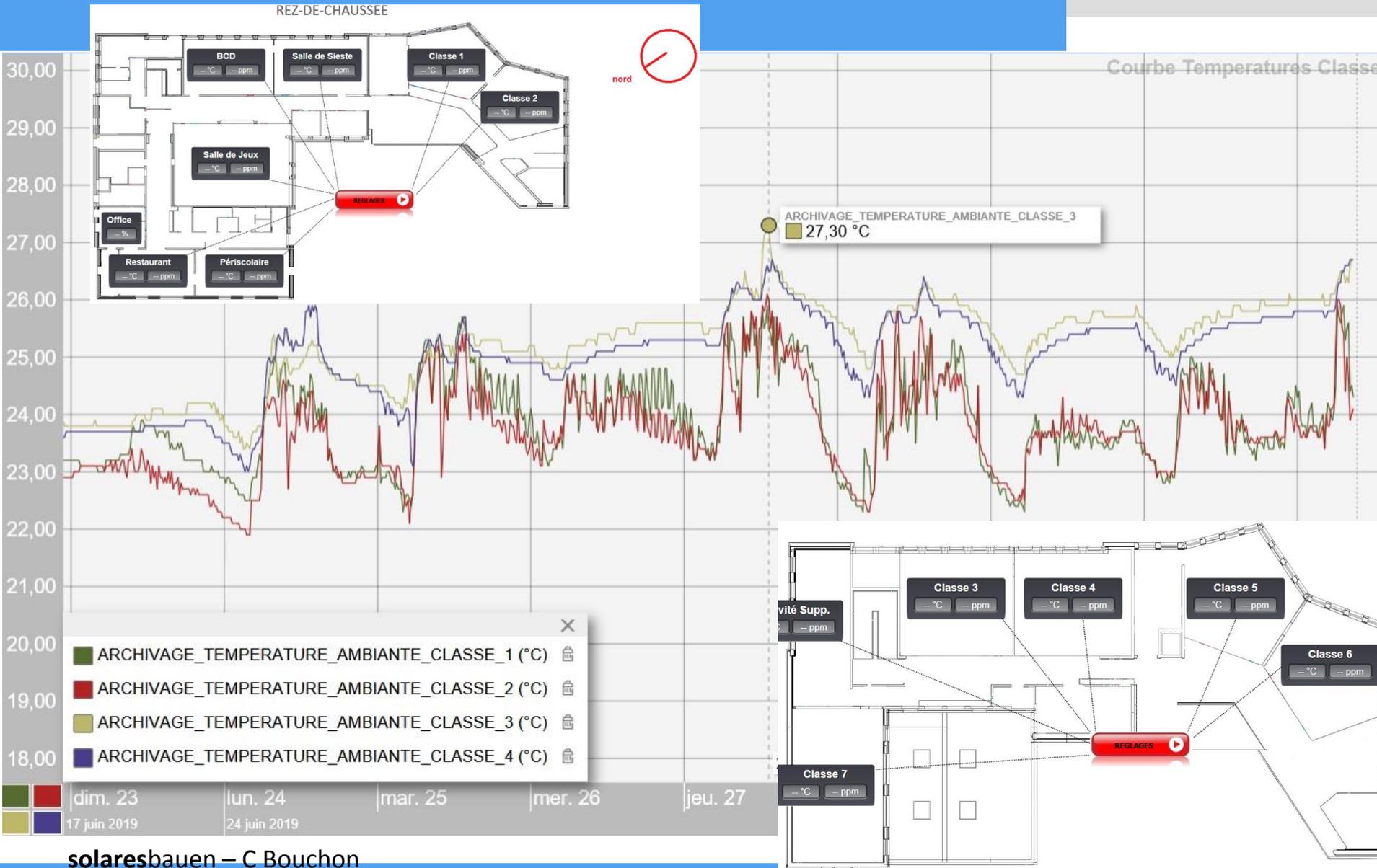


-Simulation 2016

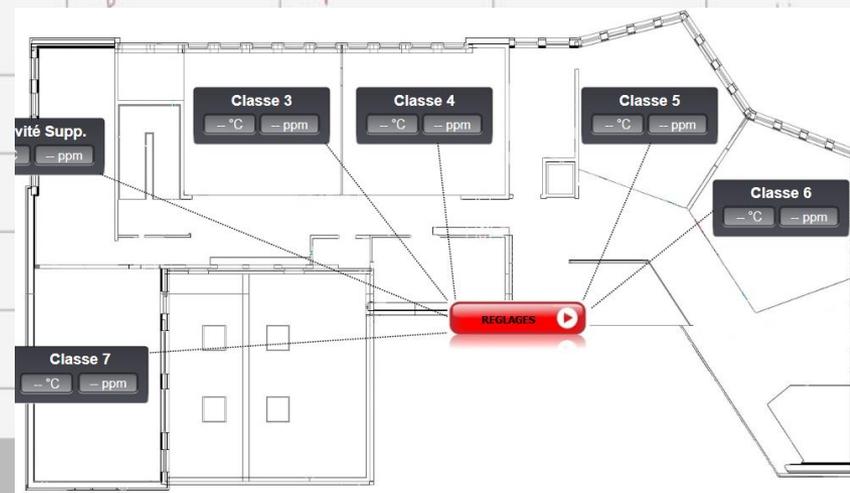
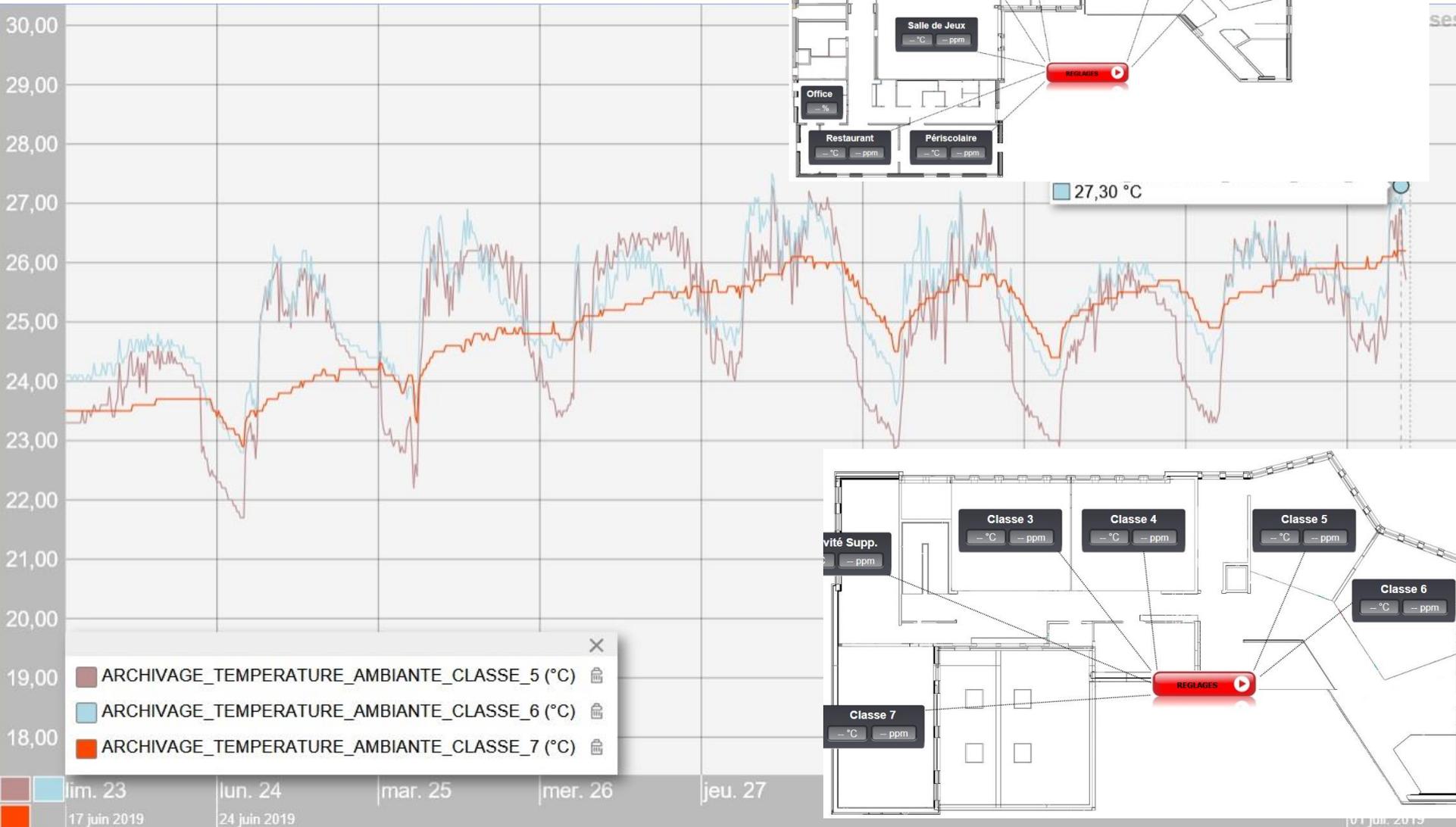
Exemple Ecole Lixenbuhl Illkirch



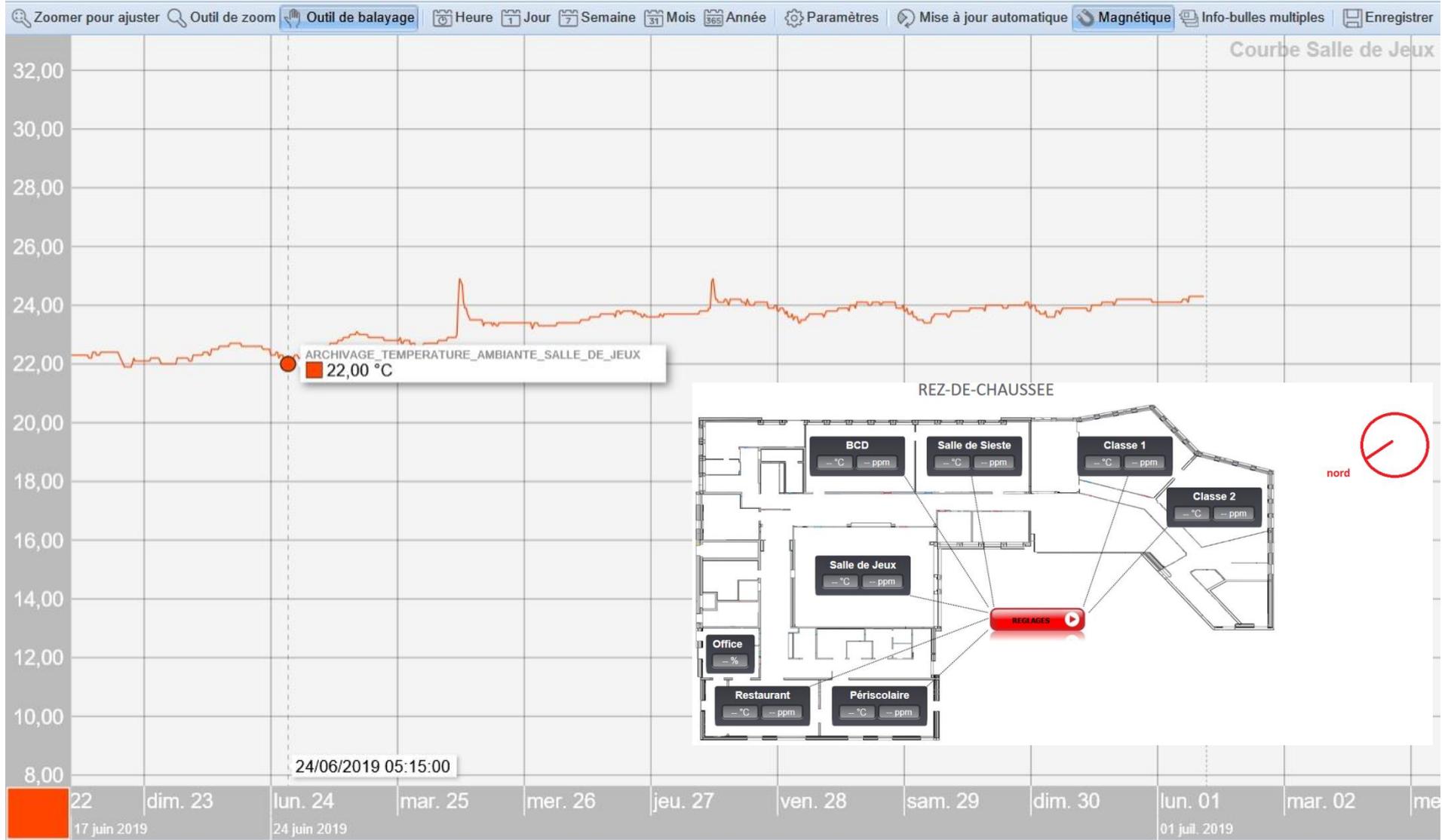
Exemple Ecole Lixenbuhl Illkirch



Exemple Ecole Lixenbuhl

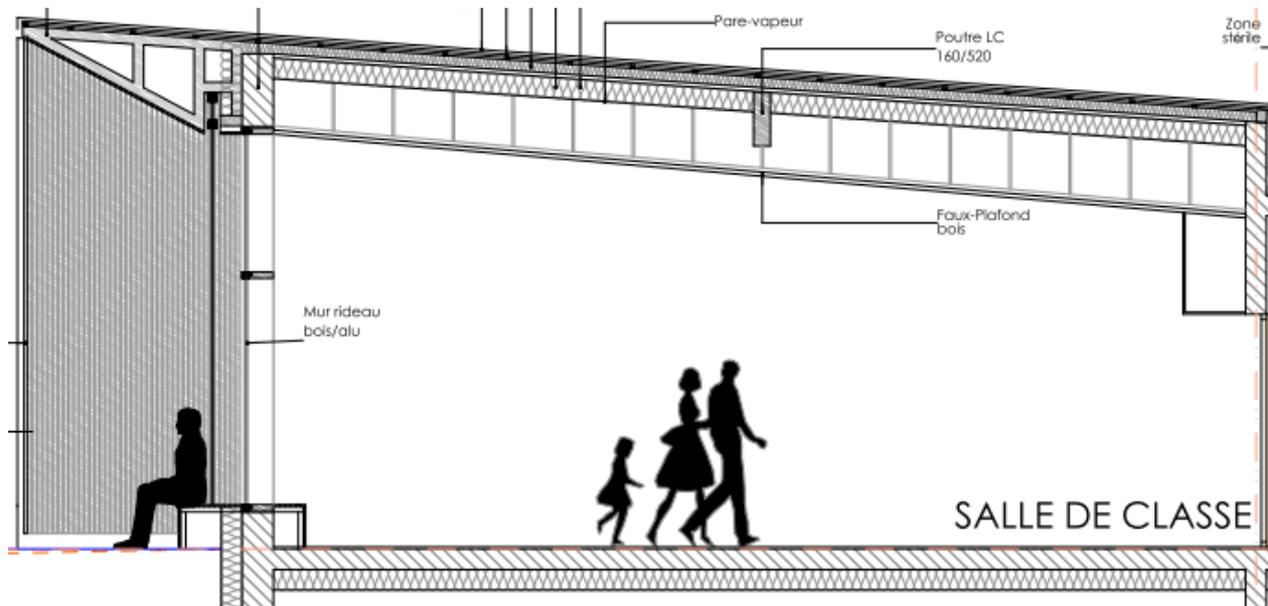


Exemple Ecole Lixenbuhl Strasbourg



Exemple de simulations

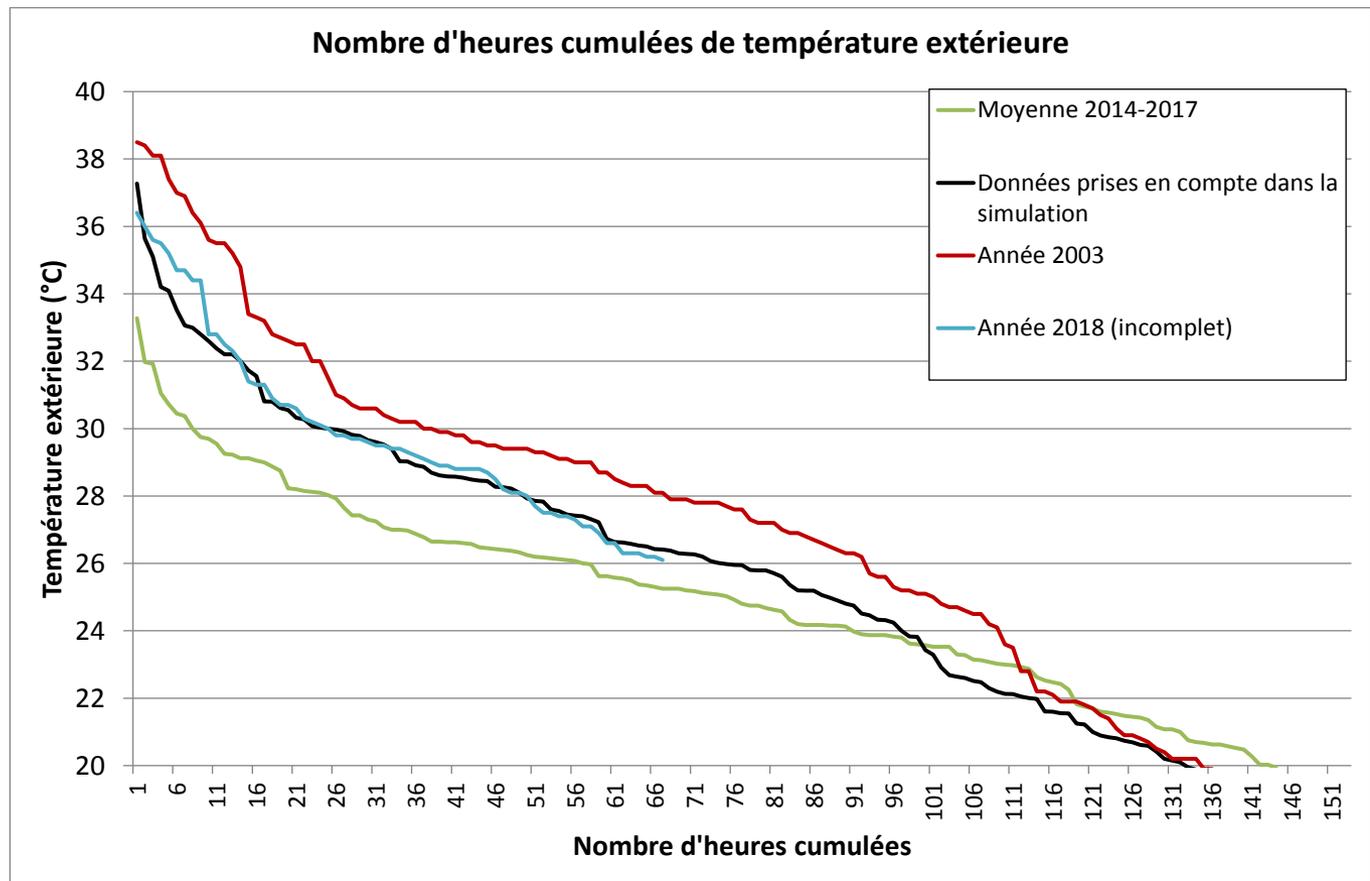
Ecole Sud Alsace étude en septembre 2018



Vitrage plein Sud de 3,6 m de hauteur

Exemple de simulations

Ecole Sud Alsace étude en septembre 2018



Exemple de simulations

Ecole Sud Alsace étude en septembre 2018

	Zone 1 : salle de classe	Zone 2 : bibliothèque	Zone 3 : salle de motricité	Température extérieure
	Température maximale en occupation (°C)			
V0 : Base : BSO	34,7	37,8	37,4	34,2
V1 : BSO+ Mise en place de vitrages à contrôle solaire	33,1	33,8	32,2	
V2 : Mise en place d'une surventilation (débit X2) +BSO+ Mise en place de vitrages à contrôle solaire	32,8	33,2	31,6	
V3 : Mise en place d'une batterie froide +BSO+ Mise en place de vitrages à contrôle solaire	28,2	29,0	28,6	

Résultat avec des températures extérieure proches de 2018

- Recherche d'alternative au refroidissement actif
- Usage de ventilation double-flux en augmentation
 - Le refroidissement adiabatique sur la double-flux peut contribuer à améliorer ce confort

Exemple Aronde Riedisheim



- Architecte : Formats Urbains
- Bureau d'études : Serue
- SHON est de 4096 m²



Exemple Aronde Riedisheim

Nom de la CTA	Débit nominal	Type
CTA grande salle	Soufflage : 21 500 m ³ /h Reprise : 21 500 m ³ /h	Double flux
CTA ventilation générale	Soufflage : 8 400 m ³ /h Reprise : 5 220 m ³ /h (une partie du soufflage sert à compenser l'extraction dédiée de certains locaux (vestiaires, bar, etc..))	Double flux

Schéma de principe ventilation

Aronde Riedisheim

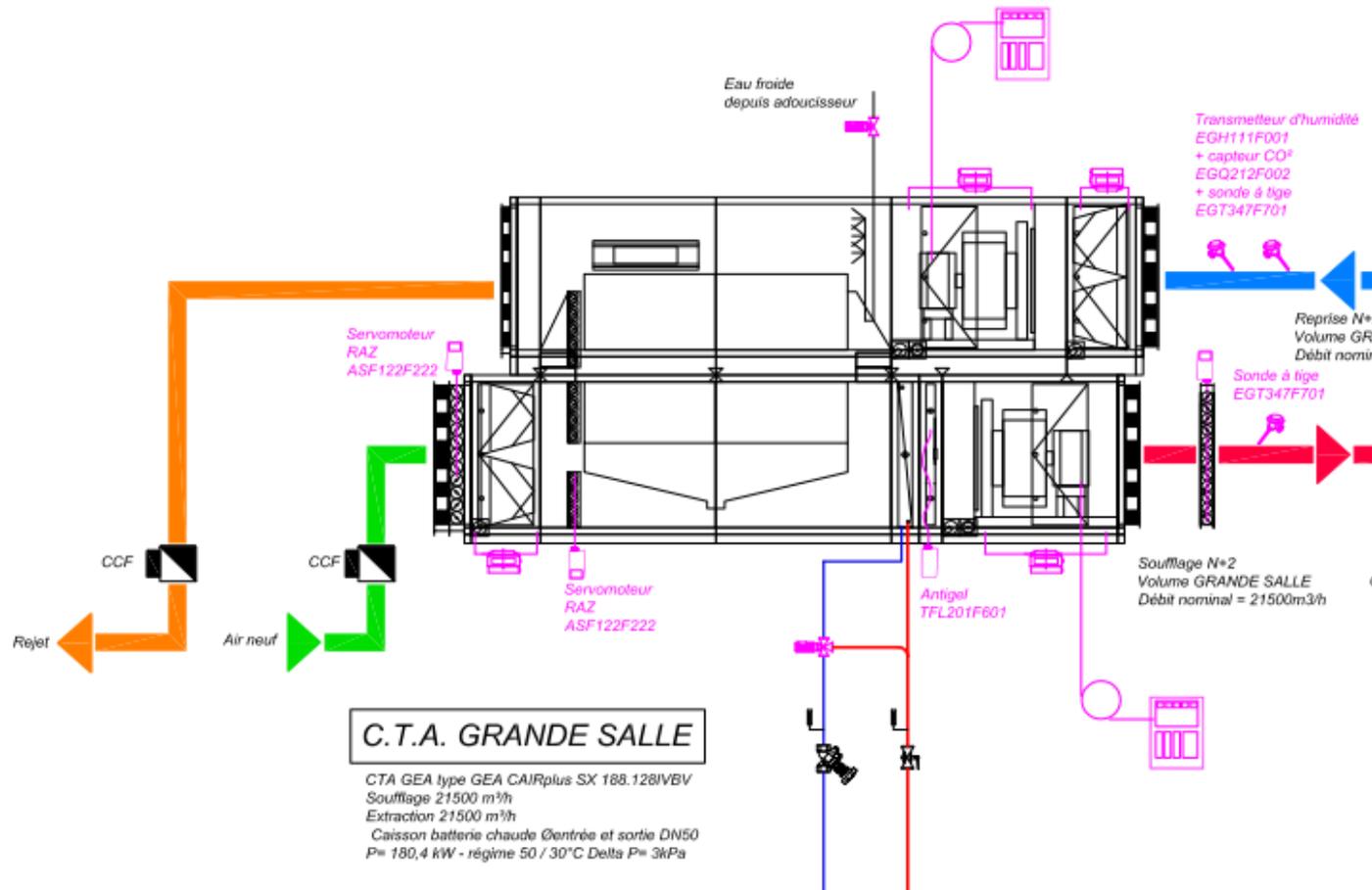


Schéma réalisé par IBEO

Résultats de mesures Syst Adiabatique

		Juillet 2014-Juin 2015	Juillet 2015-Juin 2016
Salle de spectacle	temps de fonctionnement	356	250
	consommation d'eau	18m ³	17m ³
	Gain moyen entre air neuf et soufflage	3,6°C	2,9°C
	Gain maxi	9,8°C	7,1°C
Reste du bâtiment culturel	temps de fonctionnement	820	755
	consommation d'eau	57m ³	38m ³
	Gain moyen entre air neuf et soufflage	4,3°C	3,1°C
	Gain maxi	13°C	10,4°C

Juin 2015

Reste du bâtiment air neuf 34,7°C, soufflage 25 °C

Salle de spectacle air neuf 34,7°C, soufflage 21,6°C

Exemple Café Semos, siège de Solares bauen Strasbourg



- Architecte : Richter
- Bureau d'études : Solares bauen



Exemple Café Semos, siège de Solares bauen Strasbourg



- Protections solaires par BSO
 - Protection solaire de la verrière et ouvrant intégré (pas en fonction été 2019)
 - Toutes les fenêtres sont ouvrantes et en oscillo-battant
 - Béton dalle et voile apparent
 - Forte présence de la végétation
 - Pas de refroidissement en fonction pendant l'été 2019, ni de ventilation double-flux
- Température maximum 27,6 °C au R+2 et 26,5 °C au rdC pour 37 °C extérieur le 25/07/19

Exemple de ventilation nocturne

Pollmeier Massivholz, Creuzburg



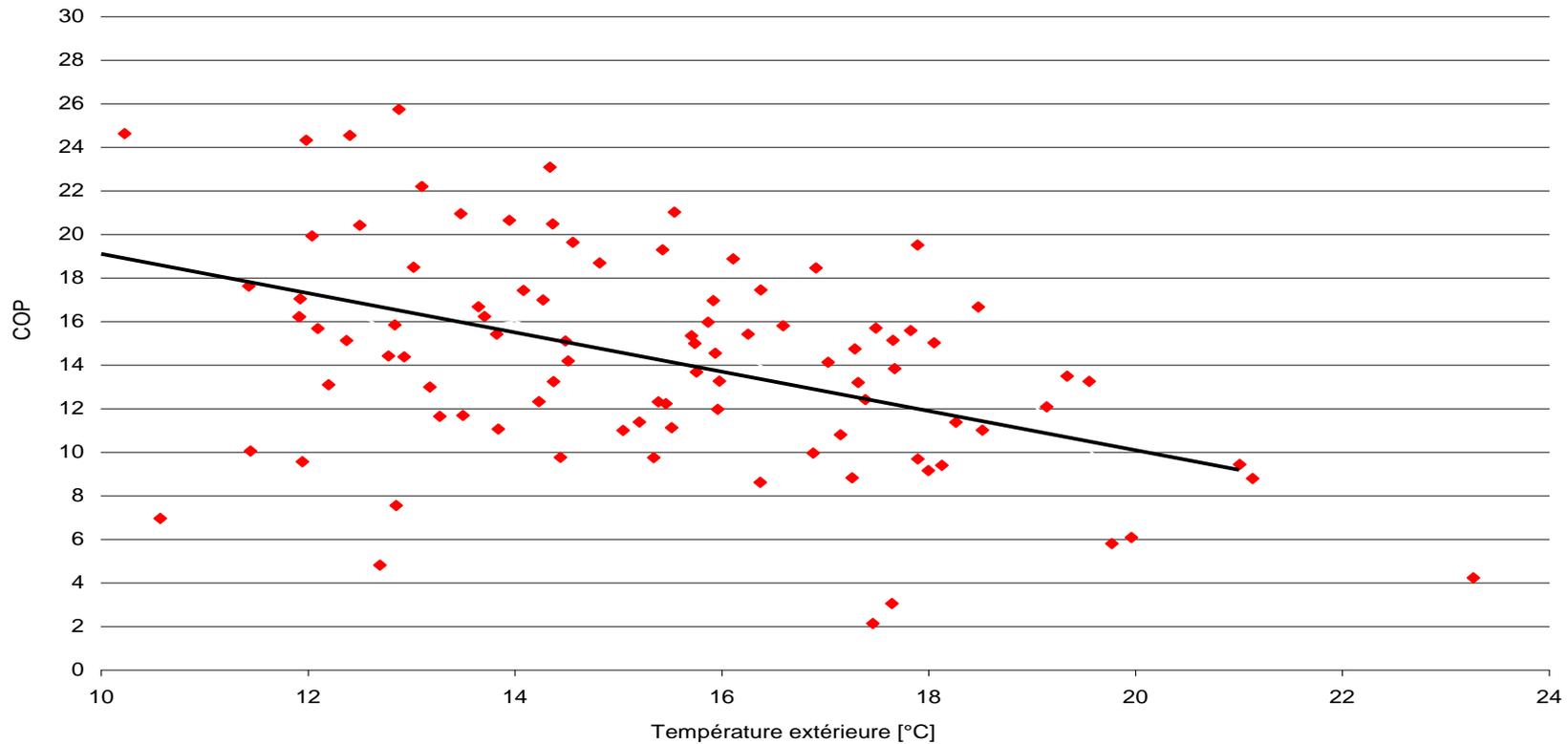
- Besoins en énergie primaire < 100 kWh/m²-an
Ambiance intérieure optimale grâce à l'optimisation de la taille des surfaces vitrées, de la géométrie du bâtiment et de la ventilation
- Utilisation de la lumière naturelle et régulation de la lumière artificielle
- Production de chaleur 100% renouvelable grâce à une chaudière à bois automatique
- Photovoltaïque 7 kWc
- Suivi pendant deux ans dans le cadre du programme "solarbau"

Pollmeier - Fassade et Atrium

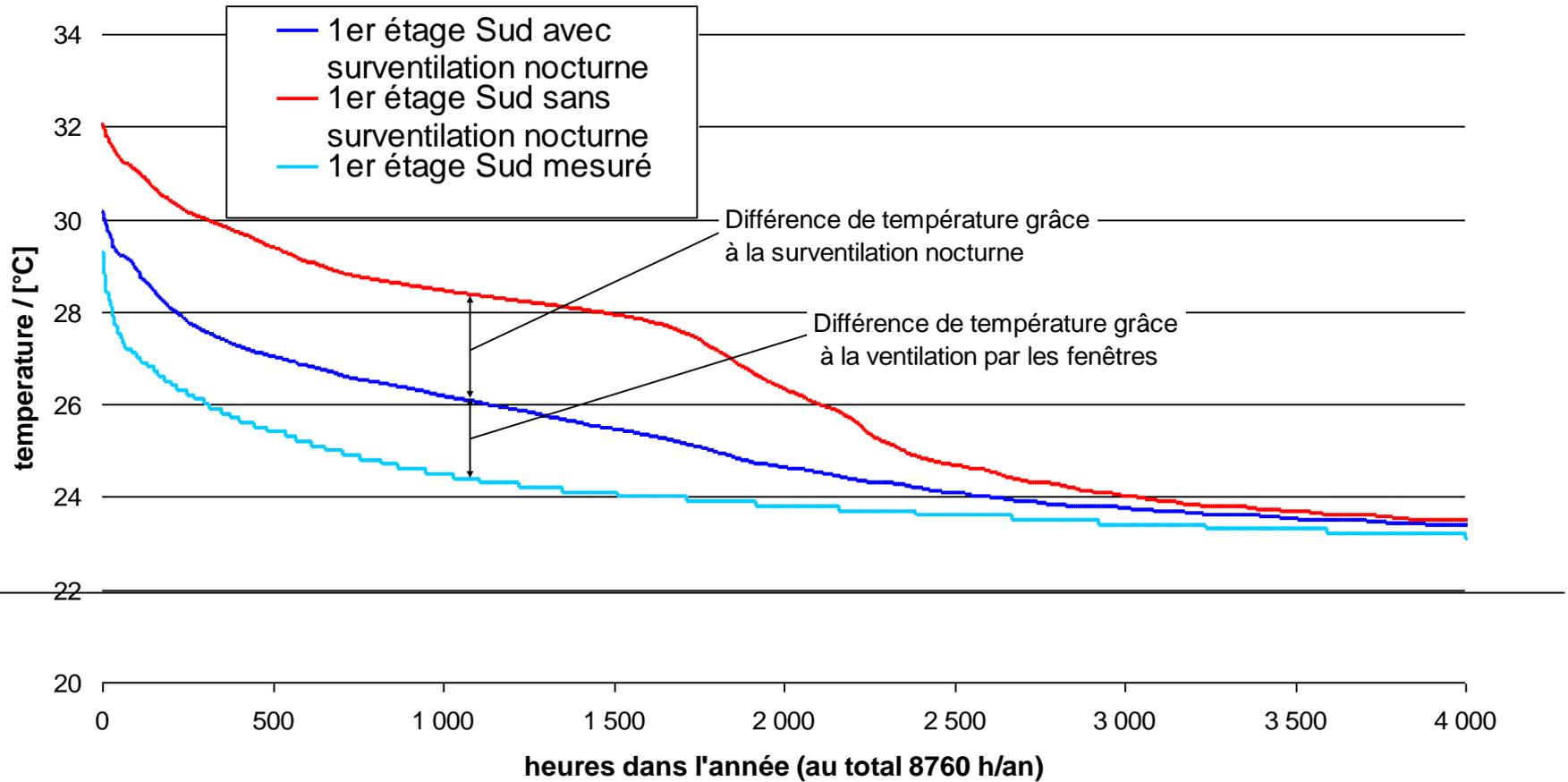


Sur ventilation nocturne

Mesures effectuées sur le projet Pollmeier

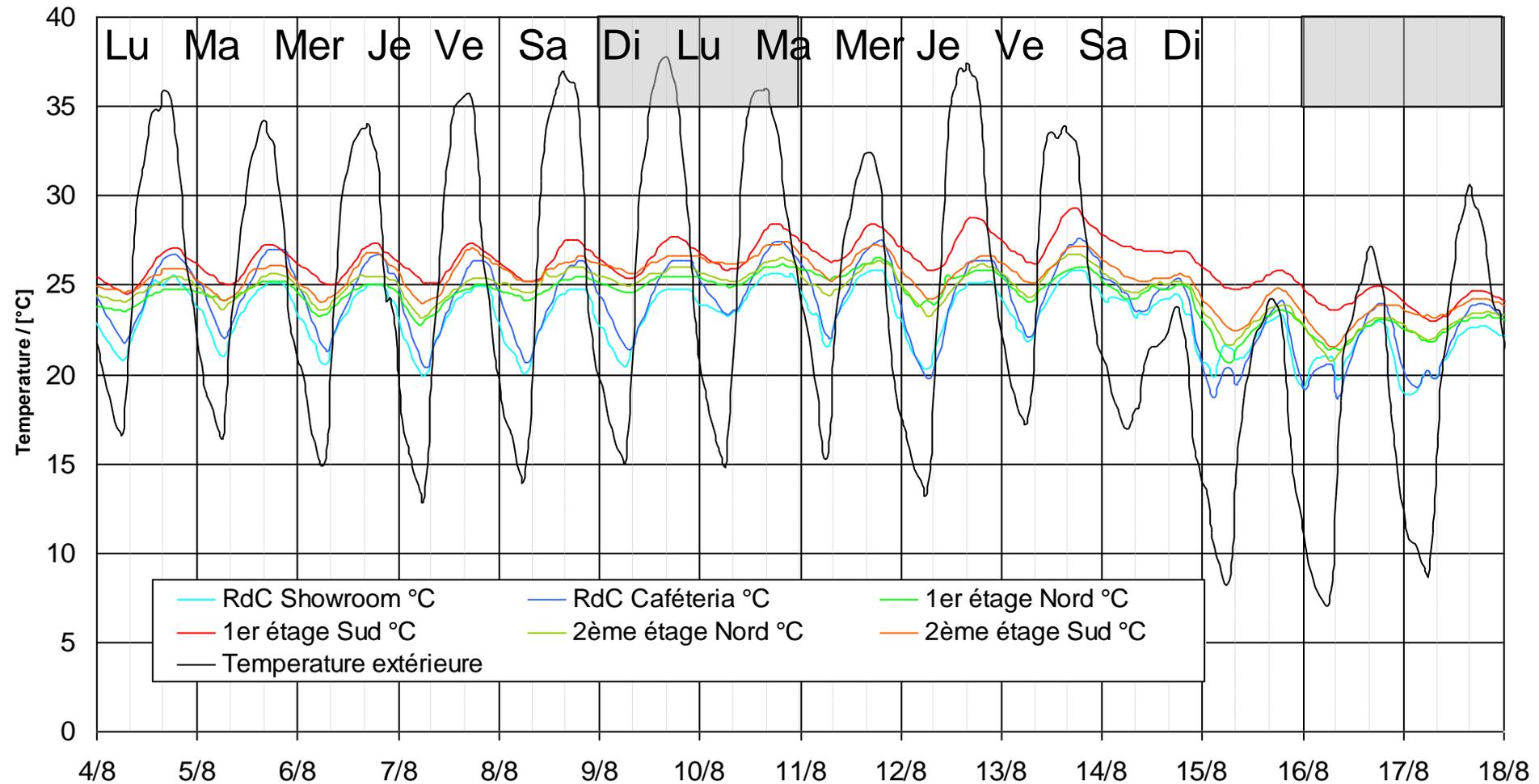


Pollmeier – Sur ventilation nocturne



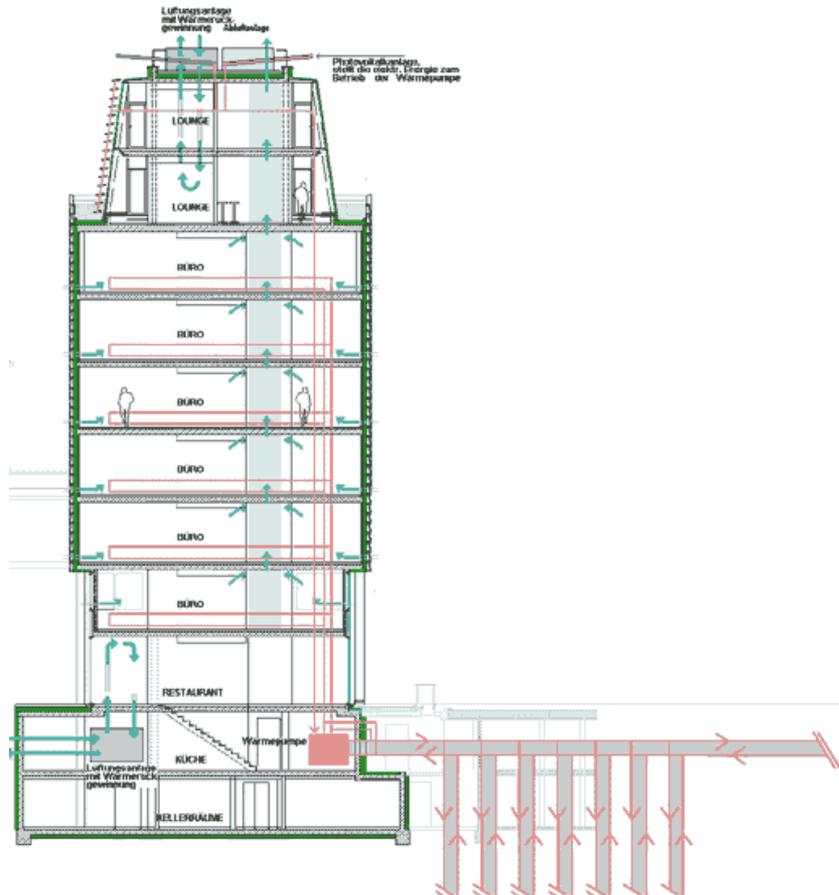
Pollmeier – températures des locaux

En 2003



Exemple de refroidissement sur plancher rafraîchissant

Tour Kraus / Heidelberg



- Utilisation : Bureaux et restaurant surface utile 1.680 m²
- Production de chaleur 100% renouvelable grâce à 16 kWc de photovoltaïque couplés avec une pompe à chaleur géothermique
- Sondes géothermiques pour le chauffage et le refroidissement par l'intermédiaire d'un plancher chauffant
- Refroidissement direct en été par les sondes sans usage de la PAC
- BET fluides et Thermique : Solares Bauen

Tour Kraus / Heidelberg



- **Température maximum
26°C
en été 2003**

Airlor : siège de l'association Air Lorraine à Nancy



Maître d'ouvrage : Association Airlor
Architecte : Klein&Baumann Architectes
BET fluides et Thermique : Solares Bauen

Bâtiment basse énergie sélectionné à l'appel à projet PREBAT.

Bâtiment à ossature bois et isolation renforcée.

Chauffage et rafraîchissement par pompe à chaleur sur sonde géothermique
et plancher chauffant rafraîchissant, ventilation double-Flux, photovoltaïque

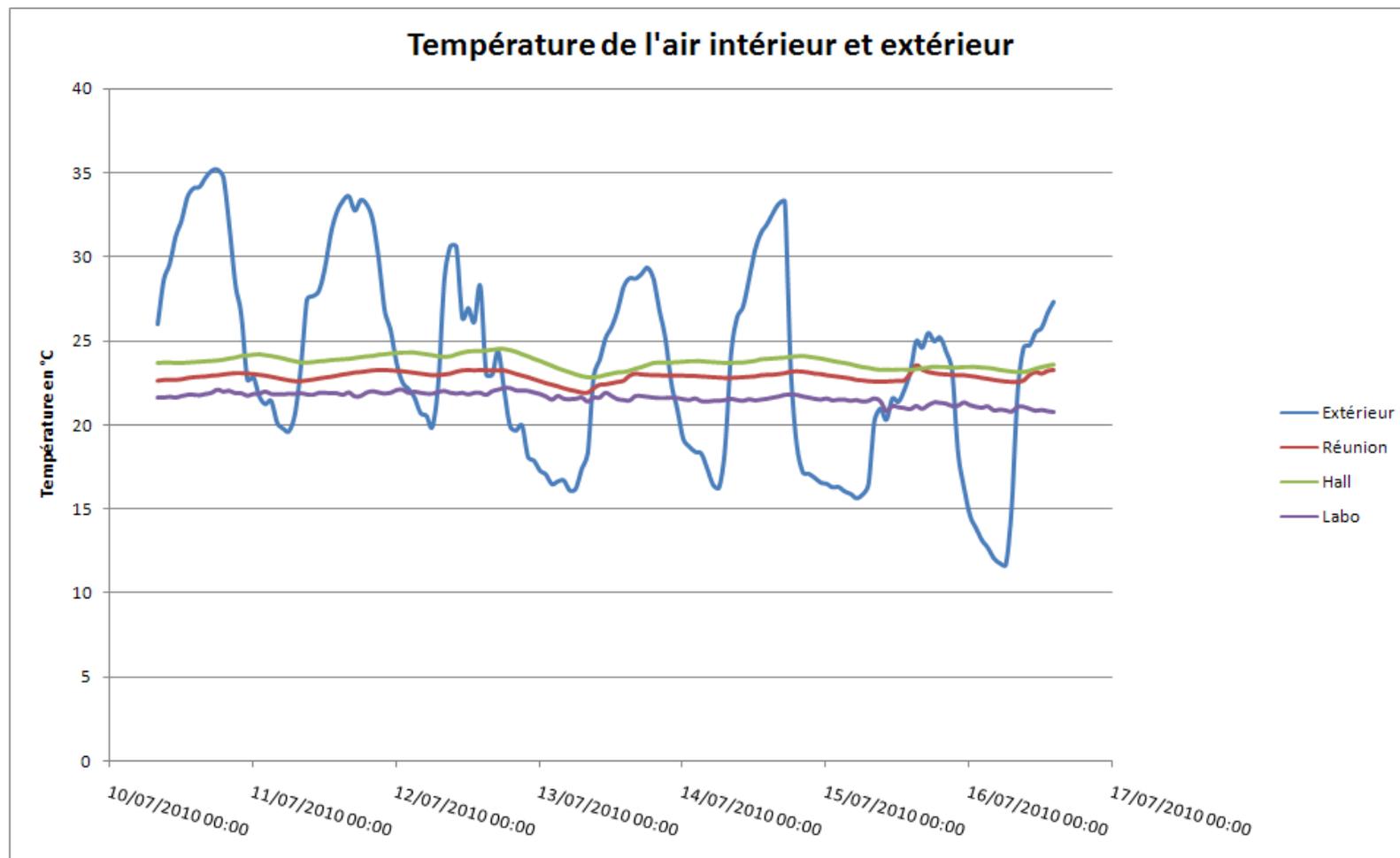
Livraison : Juin 2009

Surface utile : 360 m²

Coût de construction : 870 k€

Airlor : siège de l'association Air Lorraine à Nancy

Bilan



FIN



Merci de votre attention

Camille Bouchon

solares**bauen** SARL

1 Boulevard de Nancy

67000 Strasbourg

Tel.: 0388309774

bouchon@solares-bauen.fr

www.solares-bauen.fr