

Jean-Baptiste COMPIN, Imaée
Webinaire 19/05/2020

confort d'été et

systemes



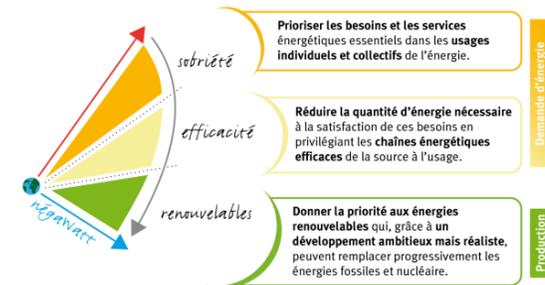
Le confort d'été et systèmes soutenablebles

**Une vision aujourd'hui
sur un gros problème de demain**



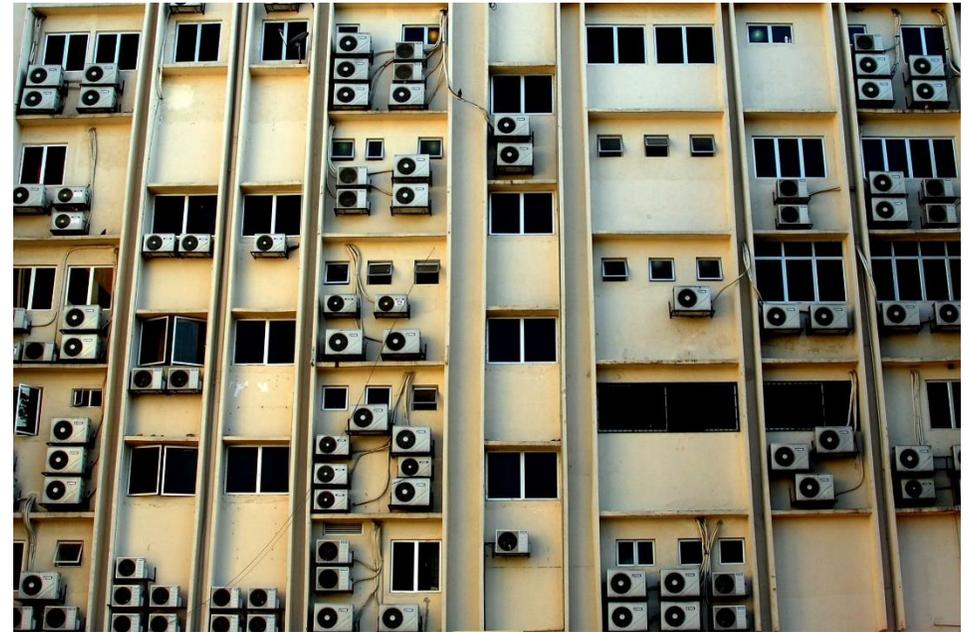
IMAAE – qui sommes nous / philosophie

- Société créée en 2005 sous le nom GEST'ENERGIE
- GEST'ENERGIE devient IMAAE en 2015
- 2 agences (SELESTAT et MULHOUSE)
- 14 collaborateurs
- Bureau d'étude spécialisé en thermique / fluides / environnement
- Intégration de la démarche Negawatt dans tous nos projets
- Une vraie politique interne environnementale :
 - Locaux basse consommation
 - Politique de déplacement train et vélo, utilisation minimaliste de la voiture, autopartage
 - Formation continue des salariés aux domaines de pointes en termes d'écologie et d'environnement
 - Démarche ISO 26000
- Le projet est celui du client, nous sommes là pour l'accompagner, le conseiller, trouver des compromis



© Association négaWatt - www.negawatt.org

Le thème du jour : le confort d'été, les solutions techniques adaptées



→ Si vous êtes venus pour entendre parler clim, désolé vous allez être déçus

*Les visuels et exemples sont issus de nos projets et de catalogues produits sites web fabricants.
D'autres exemples et références matériel sont tout aussi performantes et à conseiller.
Ce support n'a pas pour vocation à être exhaustif et n'est pas un outil commercial*

Contexte - confort

Qu'est ce que le confort :

Selon Larousse : Ensemble des commodités et des agréments qui produisent le bien-être matériel

C'est principalement être à l'abri des contraintes climatiques.

→ Le confort serait donc lié à une dépendance matérielle...pas très frugal?



Contexte - adaptation

Depuis le début de l'humanité on s'est efforcé d'imaginer des **habitats adaptés aux conditions climatiques**...Sauf depuis un peu plus de 50 ans.... Et donc il faut **compenser nos erreurs avec de la technologie**....Et donc de l'impact carbone



Désert tunisien > 40°C... pas de clim



Mexique > 35°C... pas de clim

Contexte - adaptation

La disparité des constructions traditionnelles en France, est notamment liée au **climat...** sauf depuis 50 ans :



Contexte - adaptation

Un constat, plus on a été moderne (matériaux, techniques), plus on a construit la même chose partout !

Ici ce n'est pas l'architecture que nous commentons, mais son éventuelle inadéquation au caractère spécifique du lieu



Lille



Mulhouse

Contexte - adaptation

Et aujourd'hui, en grande majorité, rien ne ressemble plus à un permis de construire qu'un autre permis de construire
Exemple de projets neufs aux 4 coins de la France.... Quelle **adaptation bioclimatique**???



Rennes



Mulhouse



Toulouse



Marseille

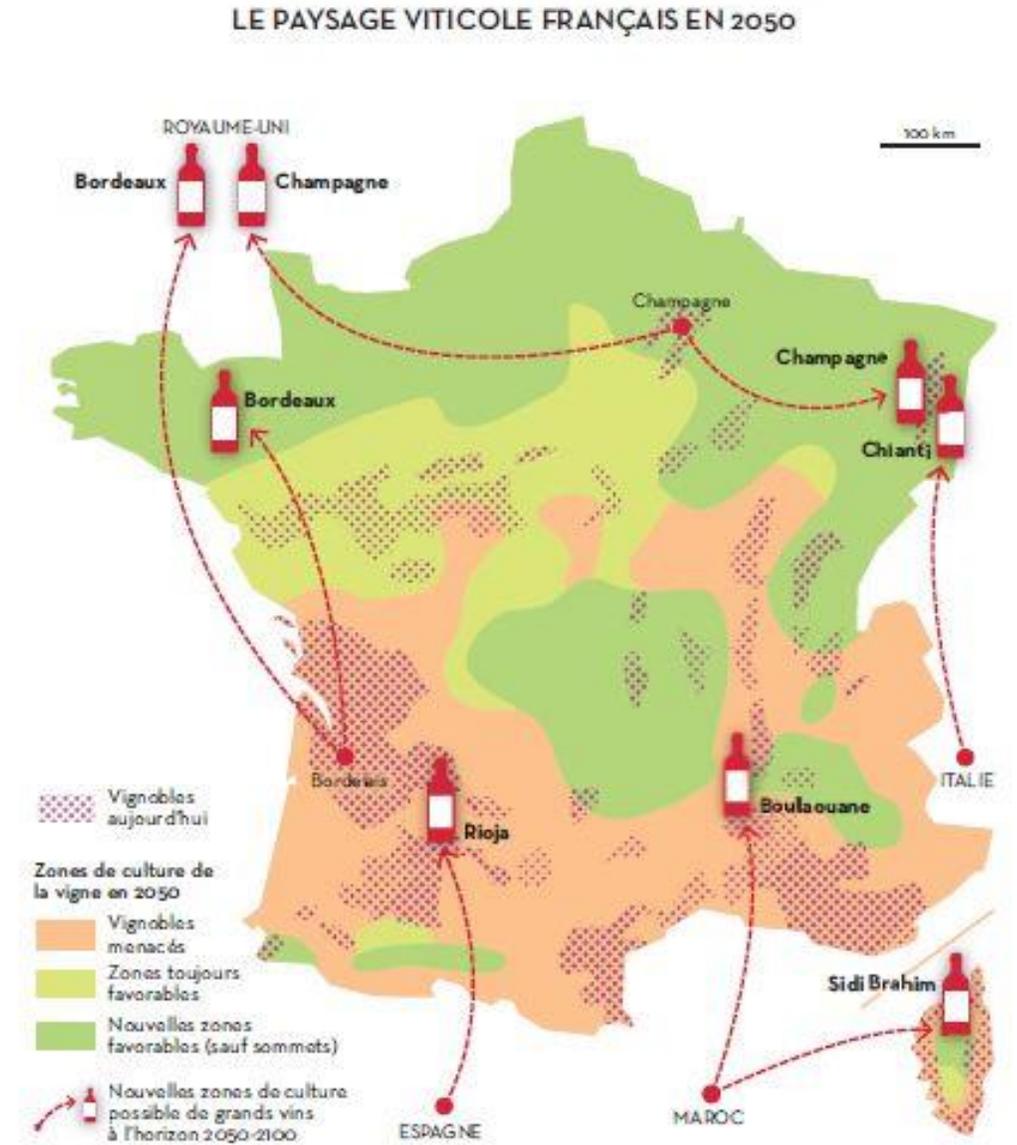
Contexte - climat

Rappel des prévisions météoFrance en Alsace pour 2050 :

- Des canicules 4 à 5 fois plus nombreuses
- Des niveaux de température supérieurs à 50°C

Rappel du contexte d'une canicule :

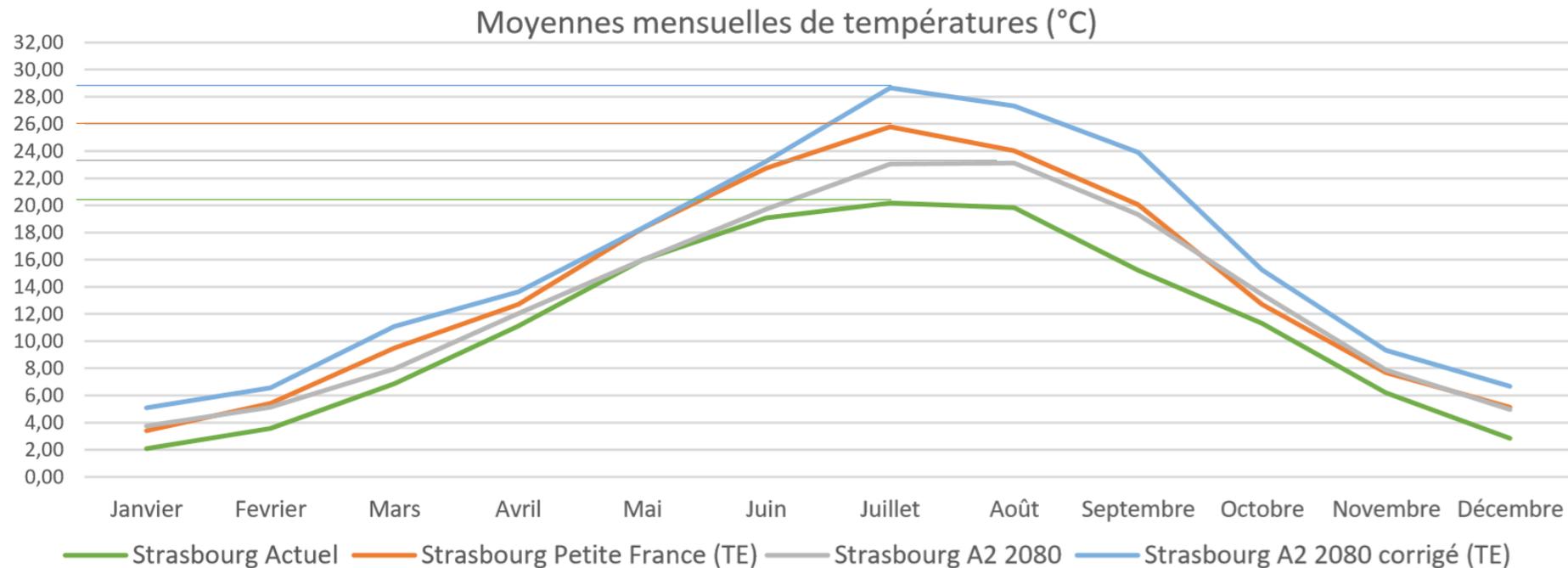
- Évènement supérieur à 3 jours
- Niveau d'humidité élevé (accroit l'inconfort)
- Absence de vent
- Température diurnes élevées
- Température nocturnes qui baissent peu



Source : Sciences et Avenir, juillet 2015 ; données Conservation internationale/PNAS/INRA.

Contexte - climat

Une idée des températures moyennes à Strasbourg pour 2080. Les fichiers (TE) sont issues d'une étude réalisée par Terranergie. La courbe bleue « A2 2080 corrigée » est celle qui est la plus plausible vue l'évolution actuelle des choses → + 8°C en été!!!



Strasbourg actuel (source : Météonorm, station météo de l'aéroport d'Entzheim)

Strasbourg Petite France (source : Terranergie, station météo située à la Petite France, relevés des années 2014 à 2017)

Strasbourg A2 2080 (source : Météonorm, scénario futur calculé à partir des données de la station météo de l'aéroport d'Entzheim)

Strasbourg A2 2080 corrigé (source : Terranergie, correctif du scénario futur appliqué au fichier Strasbourg Petite France)

Contexte – les 6 paramètres du confort

Un petit retour à nos années de collège en cours de biologie :

Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de **36,7°C**. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.

À partir de 41°C il y a dégradation cellulaire

à partir de 44°C une brûlure du second degré apparaît lors d'une exposition supérieure ou égale à 6 h le seuil de douleur est situé entre 47,5°C et 48,5°C selon les individus. Ceci signifie donc qu'une personne peut se brûler au deuxième degré avant même d'avoir ressenti la douleur ;

→ Si on ne fait rien pour améliorer le climat dans nos villes, on va cuire!

Stade de cuisson de la viande	bleue	saignante	à point	bien cuite
boeuf	37 - 39°C	50 - 52°C	53 - 58°C	+58°C
porc				75 - 80°C
poulet				80 - 85°C
veau	57°C	60°C	68°C	+75°C
agneau	57°C	60°C	65°C	+70°C

Contexte – les 6 paramètres du confort

Et on cuit plutôt comment?

Grillé

À l'étouffé

Chaleur tournante

vapeur

en crouste

en papillote



Contexte – les 6 paramètres du confort

1 : L'habillement, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.

On doit revoir intégralement notre vision du code vestimentaire surtout quand il fait chaud!



Contexte – les 6 paramètres du confort

2 : Métabolisme : on doit changer notre façon de nous alimenter si on ne veut pas transpirer !



NON, NON, NON, NON?
NON, NON, NON, NON
NON, NON! NON, NON
NON, NON, NON? NON
NON, NON, NON, NON!
ET NON!



Contexte – les 6 paramètres du confort

3 : La température ambiante de l'air T_a – on commence par l'air à l'extérieur



Un même contexte mais d'un coté c'est de la **survie**, de l'autre coté de la **vie**.

La différence : l'**eau** et les **végétaux**

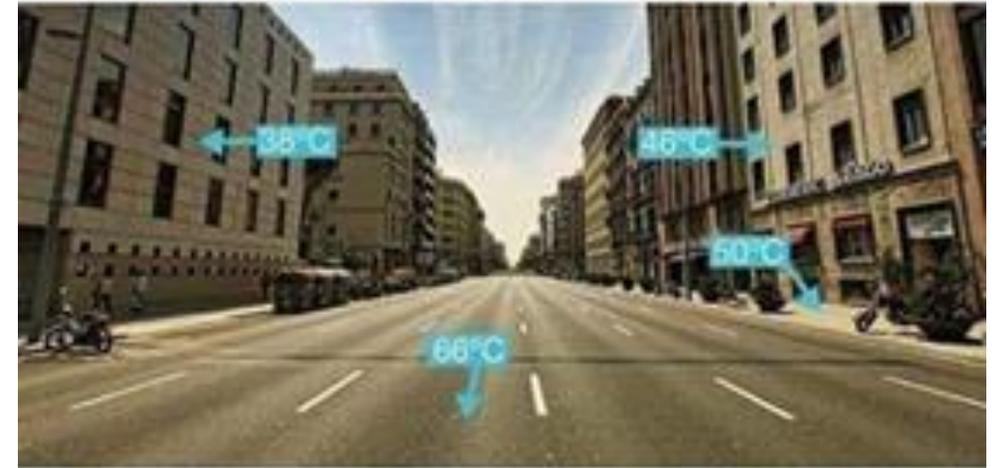
Contexte – les 6 paramètres du confort

3 : La température ambiante de l'air Ta

- Il faut impérativement **replanter** massivement les villes
- Il faut limiter les surfaces qui absorbent et rayonnent (enrobé, béton, pavés...), ou les **protéger** du rayonnement direct (arbres)
- Il faut réintroduire **l'eau en surface** (aujourd'hui on l'évacue le plus vite possible)



Sans les arbres...



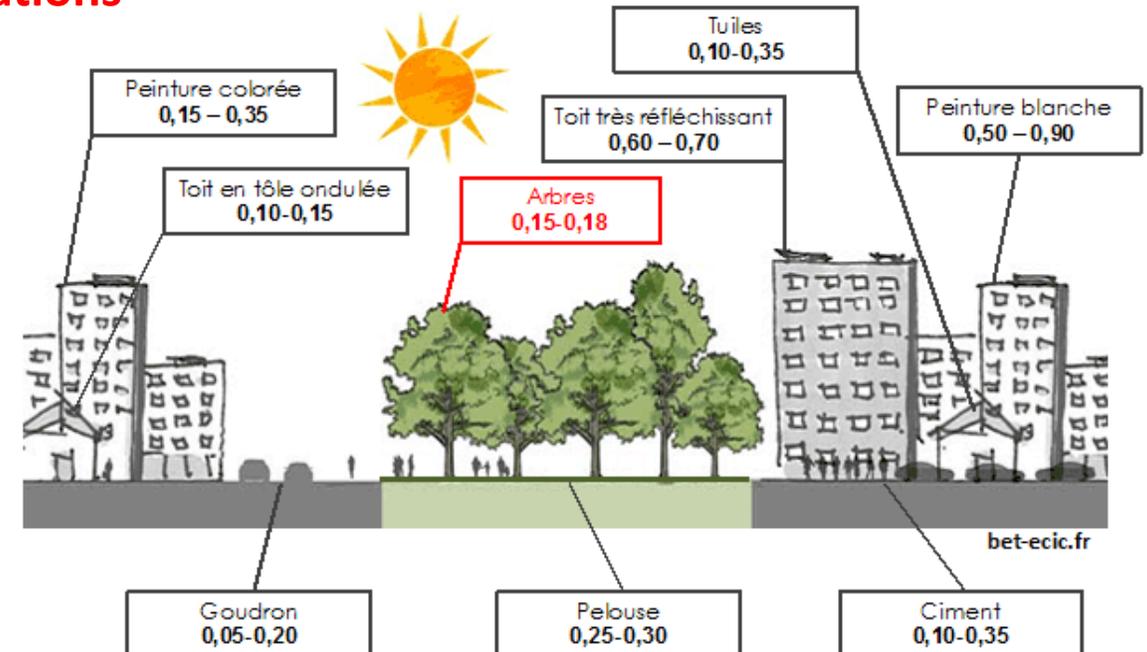
Avec les arbres !



Contexte – les 6 paramètres du confort

3 : La température ambiante de l'air T_a

- Il faut réduire le nombre de **véhicules**
- Il faut réduire tout ce qui est **générateur d'apports** thermiques
- Il faut réduire tout ce qui est **accumulateur** de chaleur
- A Paris **1/3 de l'îlot de chaleur est lié aux climatisations**



Contexte – les 6 paramètres du confort

- D'ici 2050 on doit faire chuter émissions de CO2 de 60%... Donc entre autres **diviser par 3 notre consommation** d'énergie. Dans les transports, une crainte : que la baisse de consommation de carburant se fasse sur les grands trajets et le transport camion et peu sur les véhicules personnels
- Les plans de transition vers le vélo et les transports en commun ont un réel intérêt pour le confort d'été : si on a moins de voiture, on a besoin de moins de routes, et donc en ville on peut imaginer planter les surfaces de route qui ne servent plus!!! Et planter des arbres qui eux n'ont pas besoin d'arrosage contrairement au gazon



Contexte – les 6 paramètres du confort

4 : La température moyenne des parois T_p .

Plusieurs paramètres entrent en jeu :

- La température réelle de la paroi
- L'effusivité du matériau
- Le déphasage de la paroi
- La couleur
- L'inertie du matériau, qui va jouer sur la régularité de la température

Contexte – les 6 paramètres du confort

4 : La température moyenne des parois T_p .

Les éléments qui posent toujours problème en confort d'été donc à éviter :

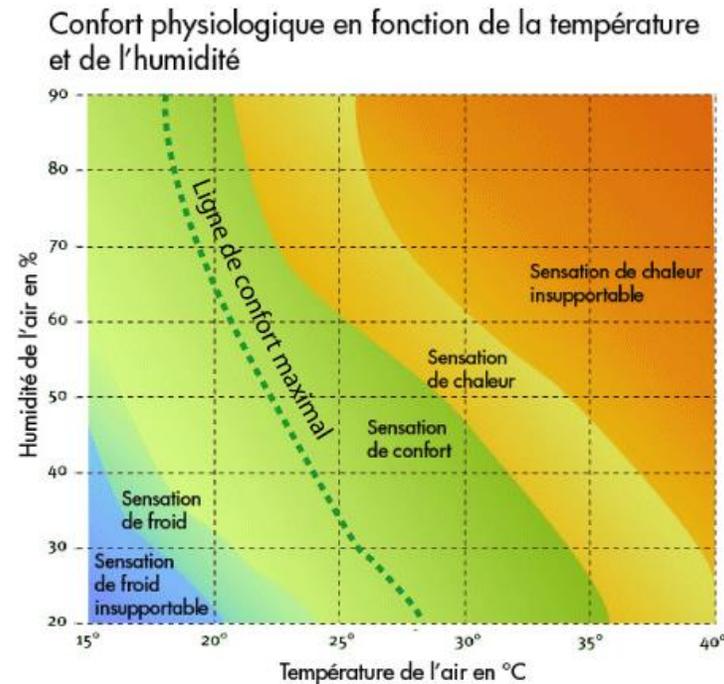
- Les menuiseries extérieures avec éléments de remplissage opaque (tole/PUR/tole), même s'ils sont isolés → préférer des construction « en mur isolé » avec bardage
- Les portes extérieures vitrées orientées Sud et Ouest → prévoir du vitrage à contrôle solaire et des casquettes
- Les ouvrants de désenfumage en façade en lames, même si les lames sont isolées → préférer des éléments vitrés (double ou triple vitrage) avec châssis à rupture de pont thermique
- Les skydoms sans protection solaire extérieure → protection impérative
- Les locaux en dernier étage sous toiture bac acier ventilé et isolant sur le faux plafond → principe constructif à éviter (y compris pour des questions de thermique d'hiver)

Contexte – les 6 paramètres du confort

5 : L'humidité relative de l'air (HR), qui est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air et la quantité maximale d'eau contenue à la même température.

Plus il fait humide, plus la chaleur est désagréable.

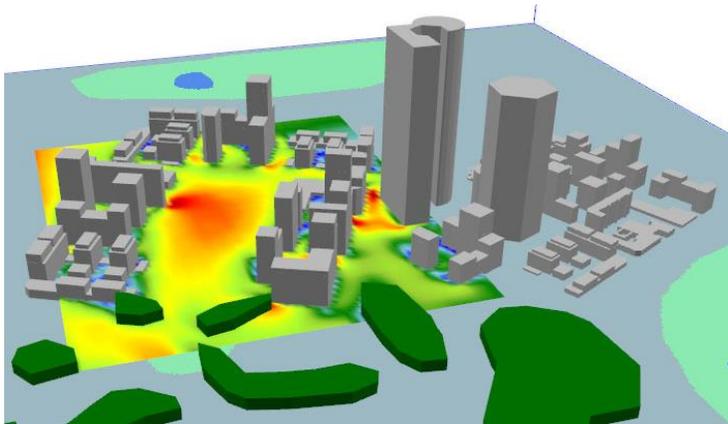
On supporte jusqu'à 45°C dans un hammam, contre 110°C dans un sauna



Contexte – les 6 paramètres du confort

6 : La vitesse de l'air, qui influence les échanges de chaleur par convection.

Problématique en plaine d'Alsace : en période de canicule il n'y a pas de vent. Et comme il n'y a pas de relief important proche générant un effet de thermique, il n'y a pas de mouvement d'air

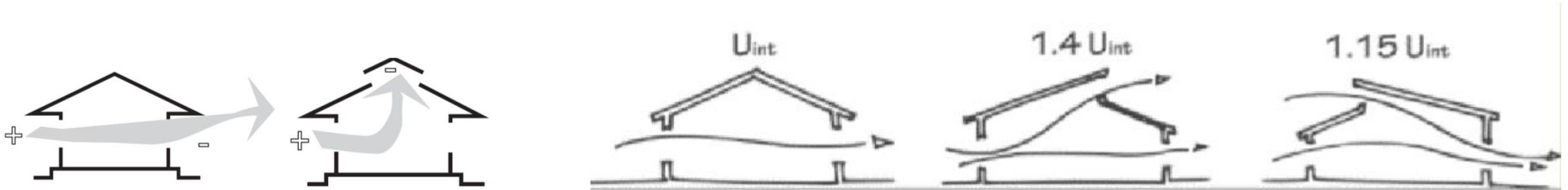


Contexte – les 6 paramètres du confort

6 : La vitesse de l'air, qui influence les échanges de chaleur par convection. Dans un bâtiment fermé, les vitesses de l'air ne dépassent généralement pas 0,2 m/s (0,7 km/h).

Tout élément de conception architecturale permettant de créer un mouvement d'air est favorable au confort d'été, on peut notamment parler de :

- Locaux traversants
- Effet cheminée (locaux sur plusieurs niveaux, effets de toiture)
- → ces concepts n'ont de vrai effet que la nuit lorsqu'il fait plus frais dehors. Le jour on cherche à se protéger de la chaleur extérieure donc on évite d'ouvrir



Contexte – contraintes extrêmes

La grosse difficulté dans nos Régions du Grand-Est : le climat continental :

- Températures froides en hiver (température de base -15°C), ce qui implique d'être très isolé
- Température très chaudes en été sans vent ($> 35^{\circ}\text{C}$), ce qui implique une réflexion spécifique au confort d'été forte
- → **delta hiver été de 50°C** ! nos bâtiments doivent être des caméléons pour s'adapter

A Marseille le delta été/hiver est plus proche de 35°C , la réflexion est donc plus simple

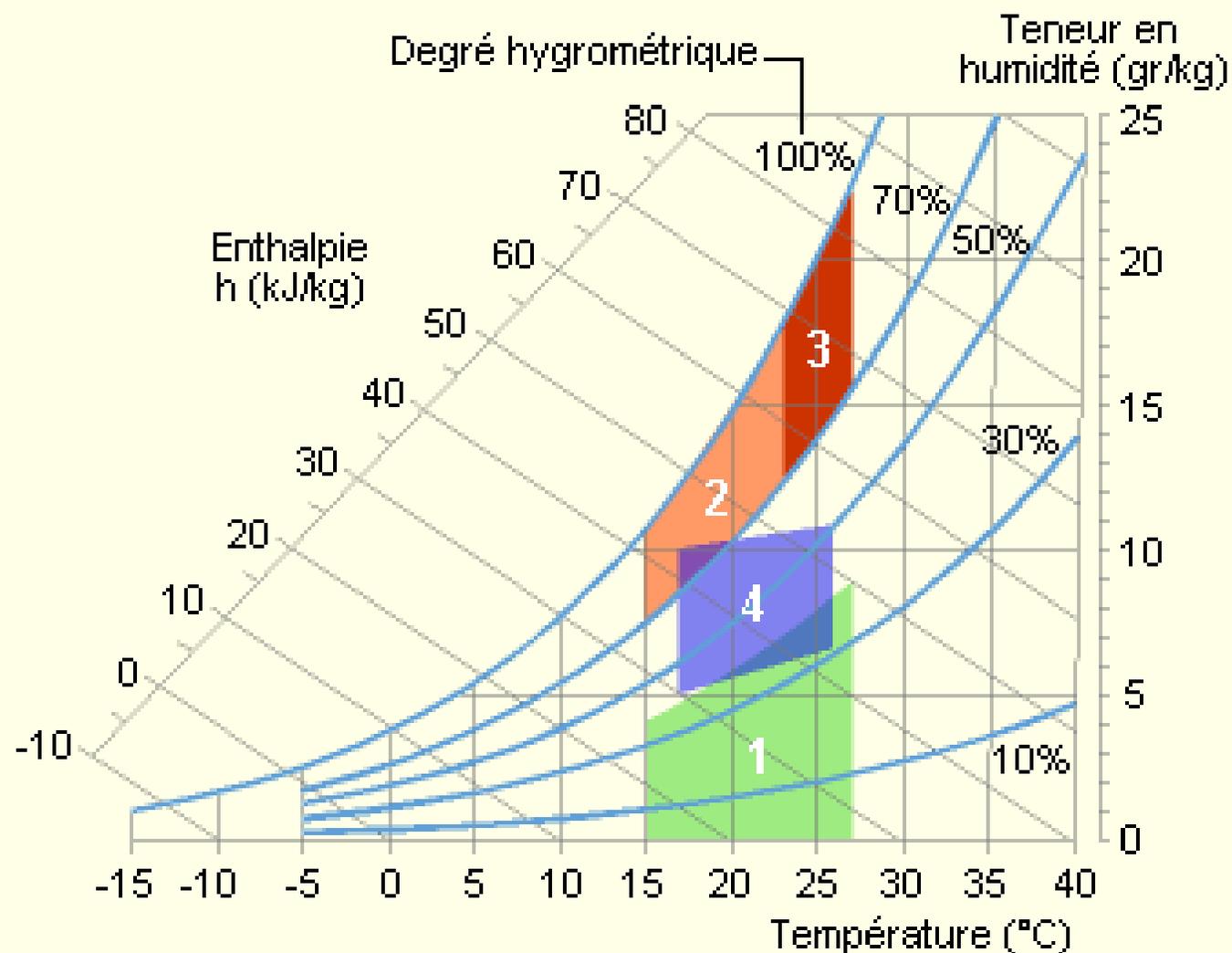
A Brest le delta été/hiver est de 20°C (2°C hiver et 23°C été)



Contexte – la limite du confort

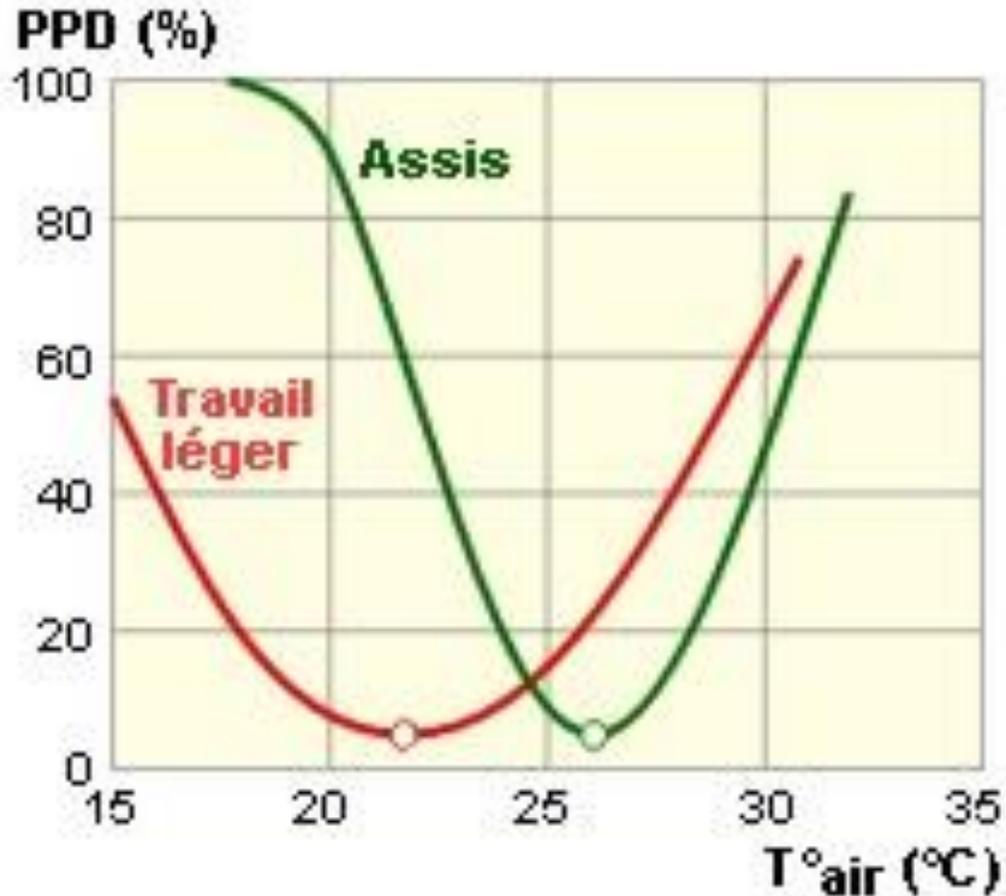
La zone de confort

Dans les ouvrages de thermicien, le confort n'existe pas au dessus de 26 à 27°C!??



Contexte – les insatisfaits

Le PPD : le Pourcentage Prévisionnel D'insatisfait



On constate trop souvent qu'en hiver les gens chauffent à 24°C et en été les gens climatisent à 24°C
A peine le chauffage coupé on enclenche la clim

Dans le pire des cas le chauffage est à 26°C et la clim à 22°C....si si! On en connait tous qui le font!!!!

Contexte – l'incohérence

- Incohérence entre vie de tous les jours et vacances...



Ce sont les mêmes qui supportent de doré pendant des heures à 40°C au soleil et veulent un bureau climatisé à 24°C!!!



S'adapter avant d'adapter

- Comment les populations se sont adaptées dans les pays chauds?
- Une idée à 0€ pour ne pas avoir à climatiser les lieux de travail : Changements d'horaires de vie, on se lève plus tôt...on arrive à travailler 7h par jour le matin entre 5h et 12h!!!
- Le plus dur....dormir : les bâtiments ont accumulé de la chaleur toute la journée et on atteint le pic de température au moment de se coucher...
 - Le nomadisme dans le logement? Pour ceux qui ont une maison, dormir dans une pièce aménagée simplement au sous sol ou au RDC sera plus confortable qu'une chambre à l'étage ou sous comble
 - on peut éventuellement commencer à réfléchir à un système pour les chambres



S'adapter avant d'adapter

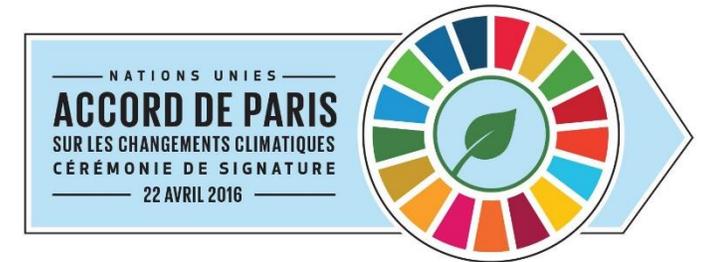
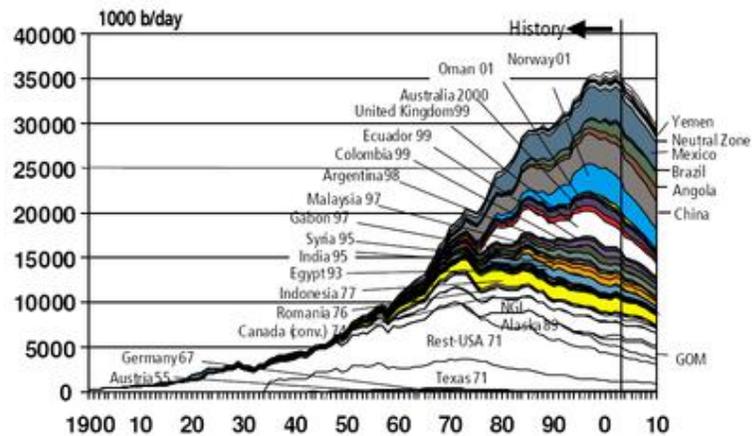
Il faut aussi se faire à l'idée que quand il fait chaud on va moins vite!

Notre rythme de vie et de travail effréné n'est pas adapté aux climats chauds.



L'interdiction de consommer plus

- Pic d'Hubbert / accords de Paris / Grenelle.....
→ **on ne peut pas ajouter de consommation énergétique et d'émission de gaz à effet de serre pour un usage de climatisation dans un contexte où on doit réduire nos consommations.**



Le risque de la climatisation

- Un autre gros problème de la climatisation : quand on climatise un bâtiment à l'aide d'un système équipé d'un groupe frigorifique quel qu'il soit, on chauffe autant dehors que l'on refroidi dedans...donc on est dans un espace de plus en plus chaud → **on aggrave l'effet d'îlot de chaleur**



Un balcon invivable en été



Simulation paramétrique - usage

3. ETUDE PARAMETRIQUE

3.1 Présentation du projet et hypothèses



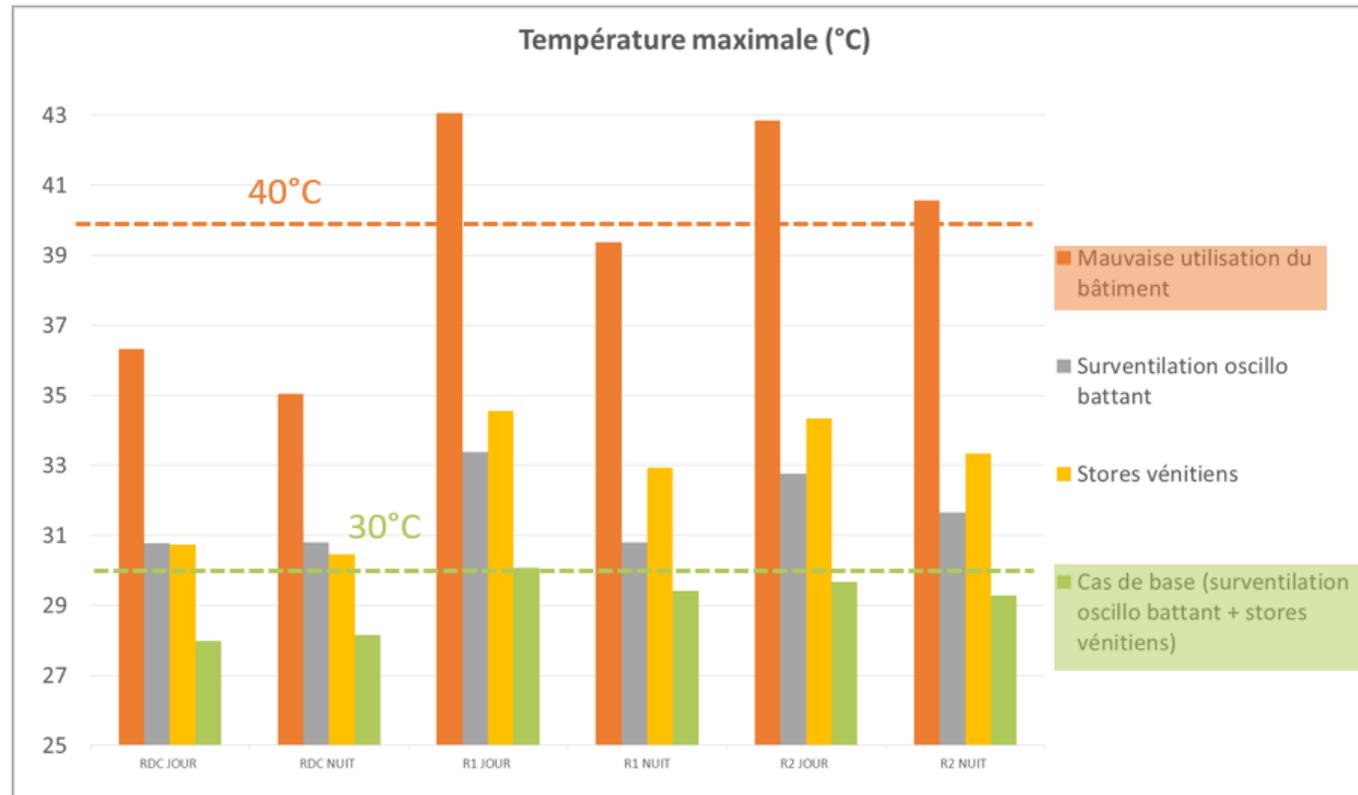
- Immeuble R+2 de 16 logements situé à Pfastatt (68) et conçu par l'agence Factory Architecture
- Orientation E/O
- Accès aux logements par des coursives
- Enveloppe : dalle béton sur terre plein, façades/planchers/refends béton et charpente bois ITE
- Ventilation : VMC simple flux (extraction)
- Protection solaire : stores vénitiens

Simulation paramétrique - usage

3. ETUDE PARAMETRIQUE

3.3 1ere étape : quelques résultats

3.3.1 Cas de base et mauvaise utilisation du bâtiment - résultats

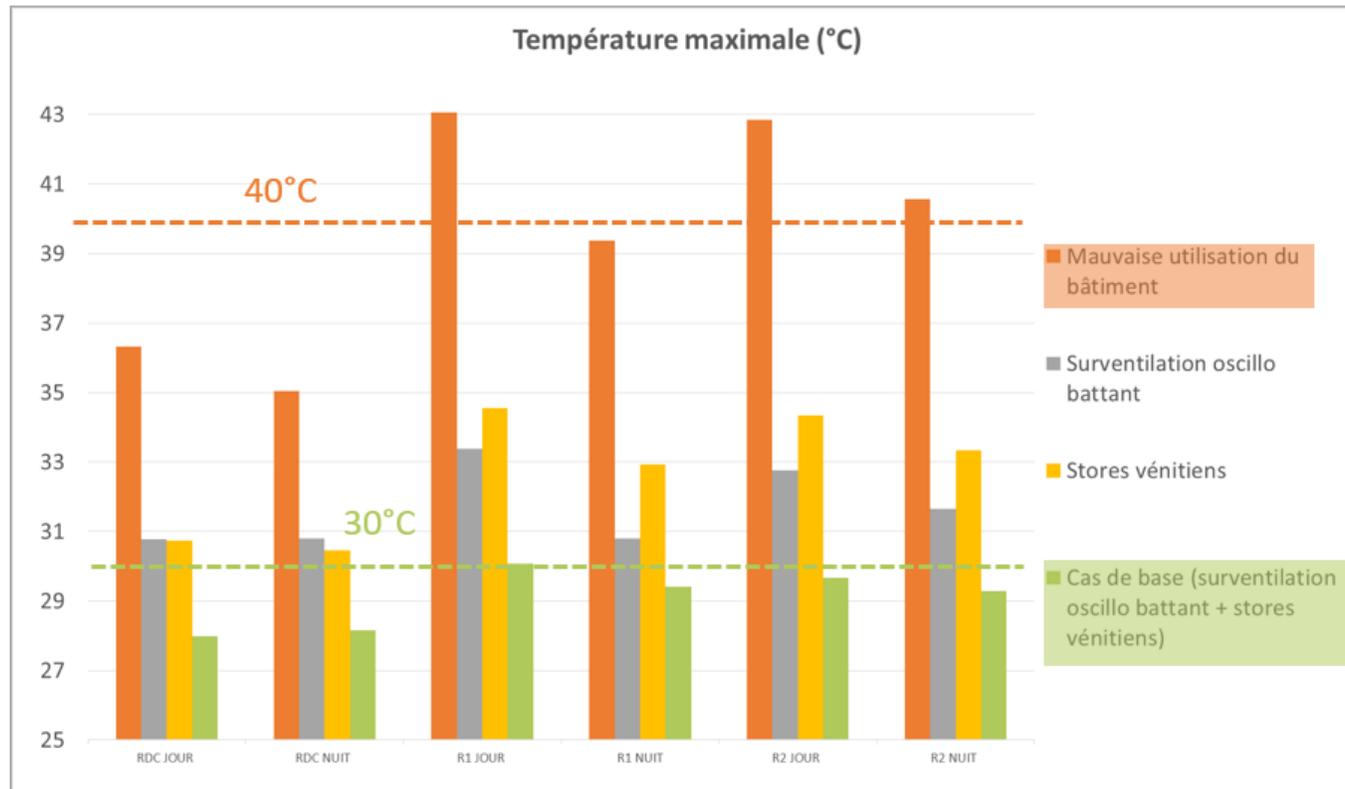


Simulation paramétrique - usage

3. ETUDE PARAMETRIQUE

3.3 1ere étape : quelques résultats

3.3.1 Cas de base et mauvaise utilisation du bâtiment - résultats

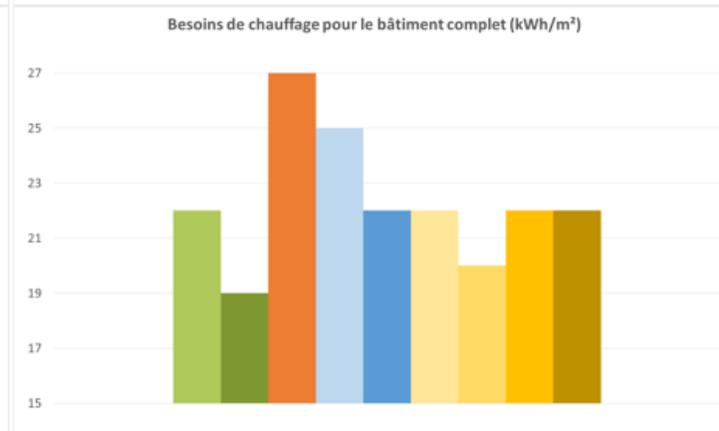
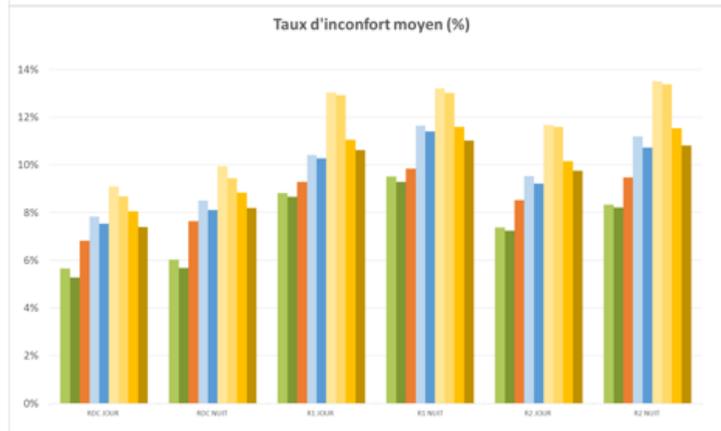
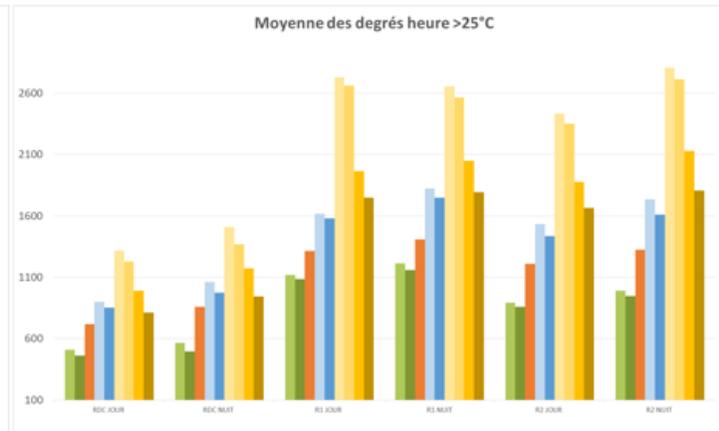
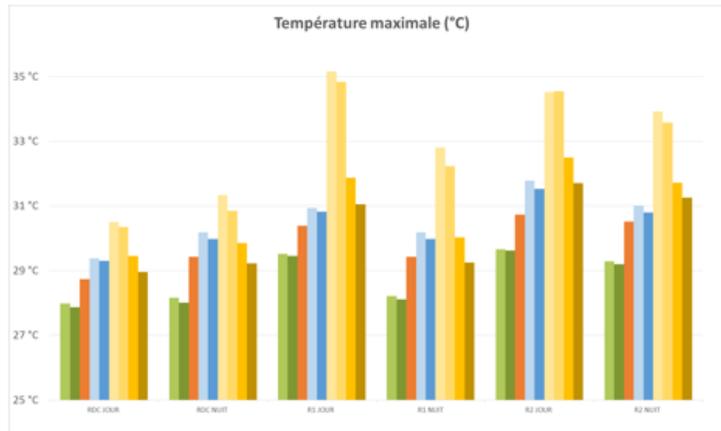


Simulation paramétrique – type de construction

3. ETUDE PARAMETRIQUE

3.3 1ere étape : quelques résultats

3.3.2 Enveloppe – isolation et inertie : résultats



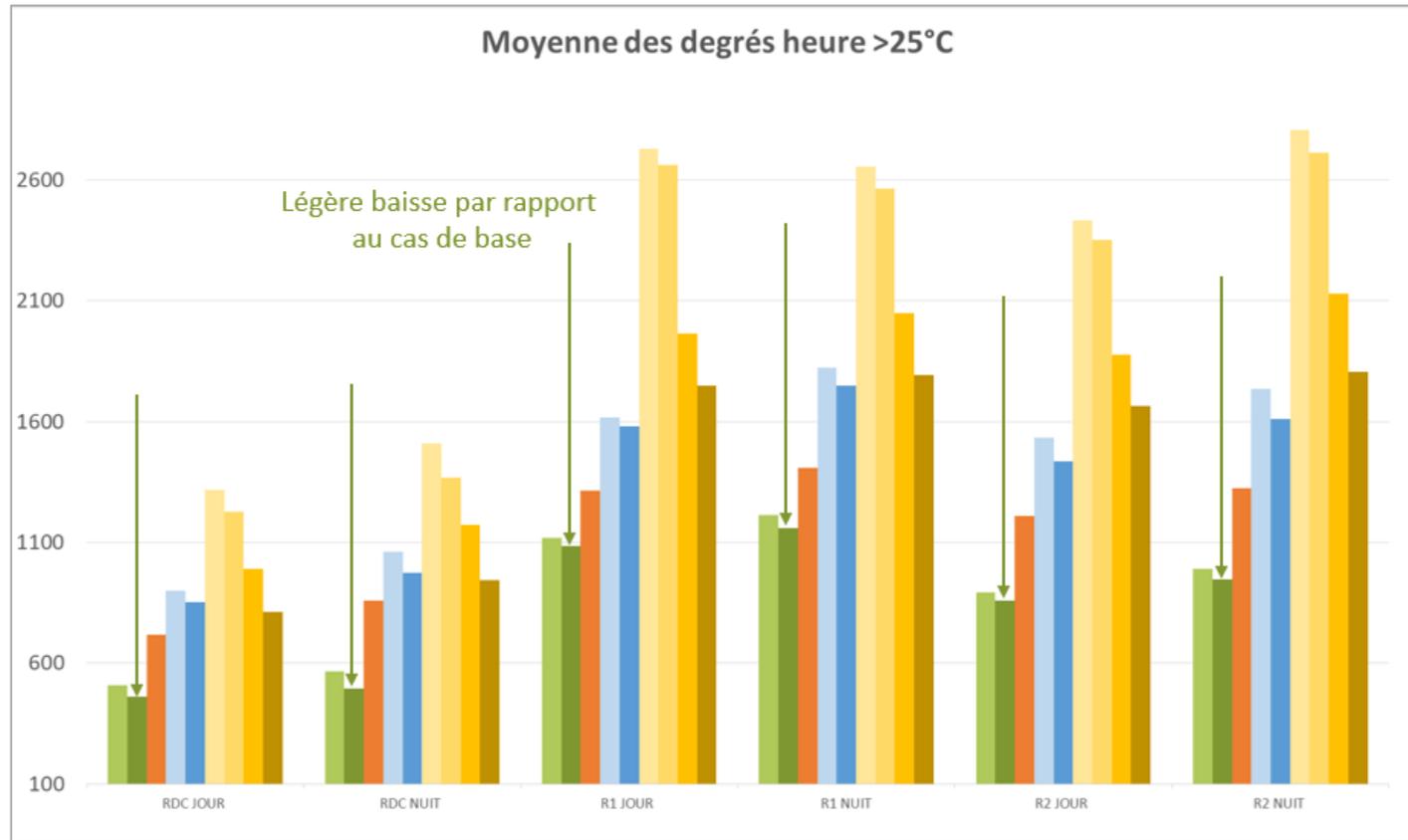
- Cas de base
- Cas de base (isolation renforcée)
- ITI (isolation équivalente)
- Mixte (isolation équivalente)
- Mixte (isolation renforcée)
- Bois (isolation équivalente)
- Bois (isolation renforcée)
- Bois (avec enduit terre crue)
- Bois (avec brique de terre crue)

Simulation paramétrique – type de construction

3. ETUDE PARAMETRIQUE

3.3 1ere étape : quelques résultats

3.3.2 Enveloppe – isolation et inertie : résultats



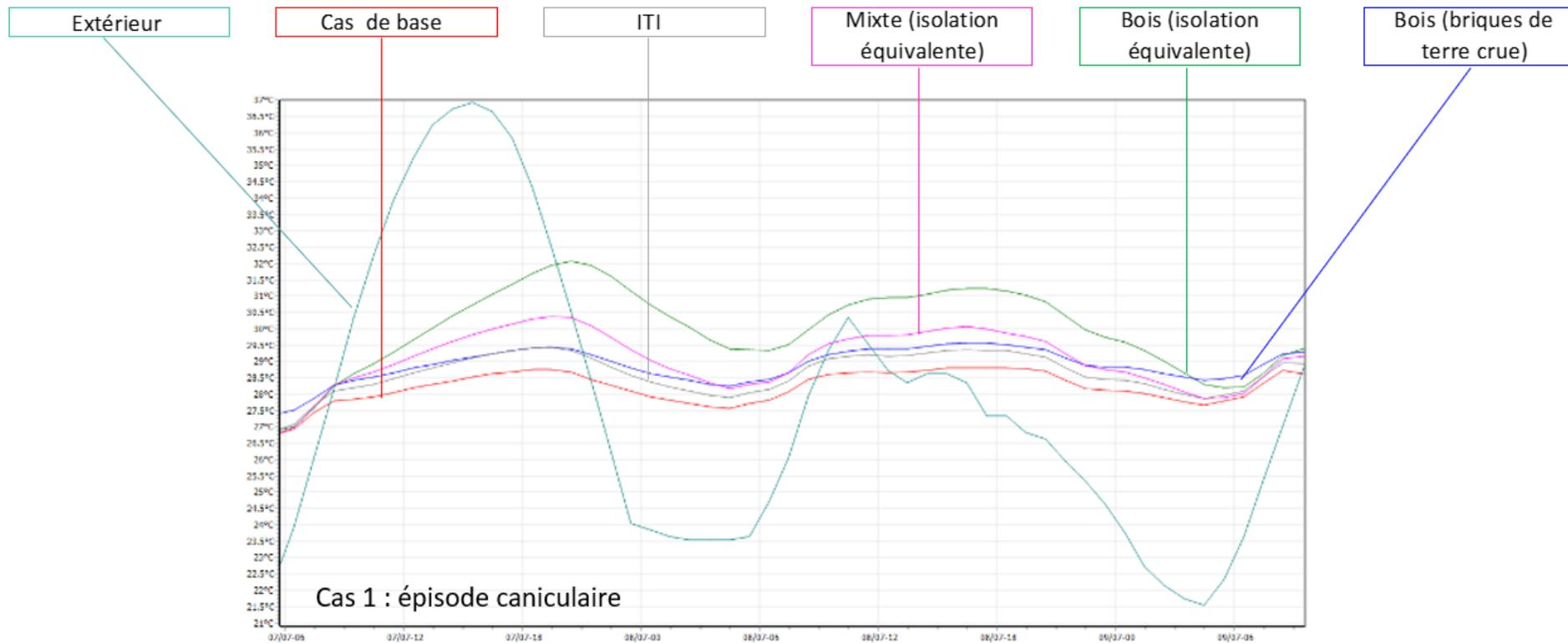
- Cas de base
- Cas de base (isolation renforcée)
- ITI (isolation équivalente)
- Mixte (isolation équivalente)
- Mixte (isolation renforcée)
- Bois (isolation équivalente)
- Bois (isolation renforcée)
- Bois (avec enduit terre crue)
- Bois (avec brique de terre crue)

Simulation paramétrique – type de construction

3. ETUDE PARAMETRIQUE

3.3 1ere étape : quelques résultats

3.3.2 Enveloppe – isolation et inertie : zoom sur la période estivale

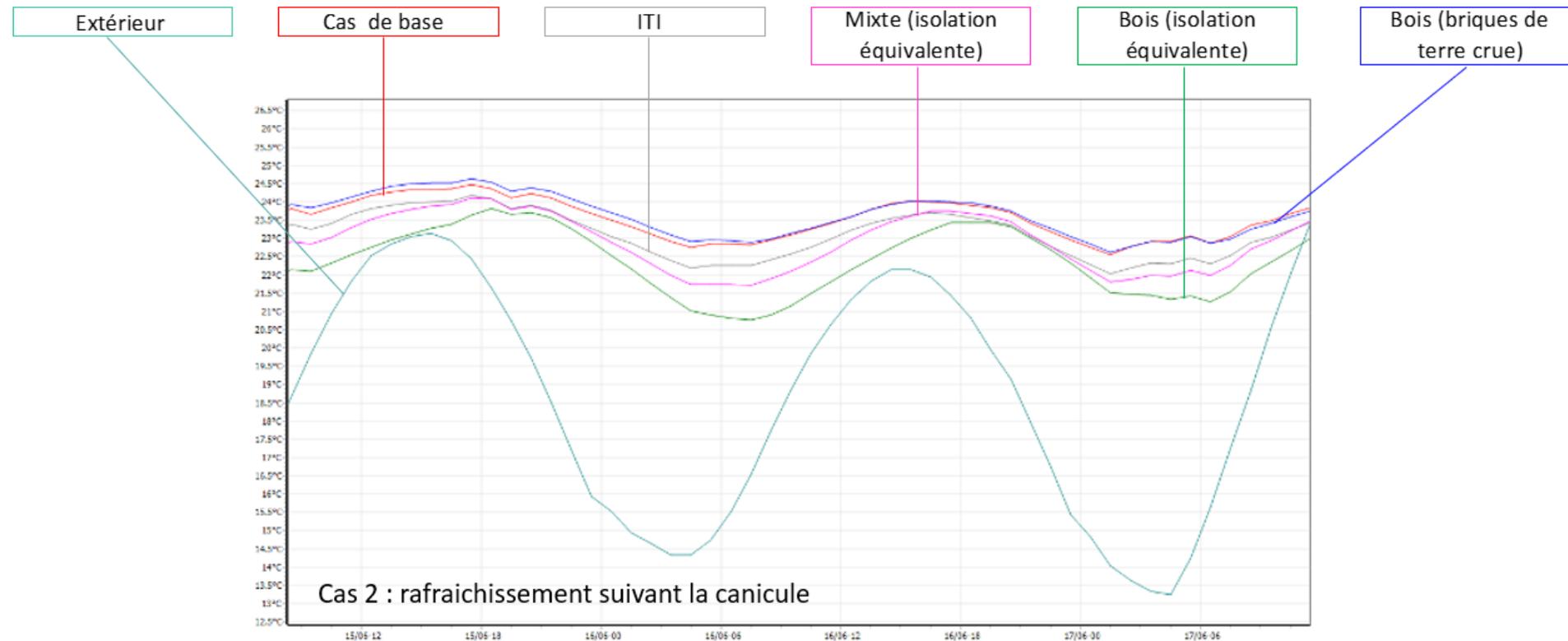


Simulation paramétrique – type de construction

3. ETUDE PARAMETRIQUE

3.3 1ere étape : quelques résultats

3.3.2 Enveloppe – isolation et inertie : zoom sur la période estivale

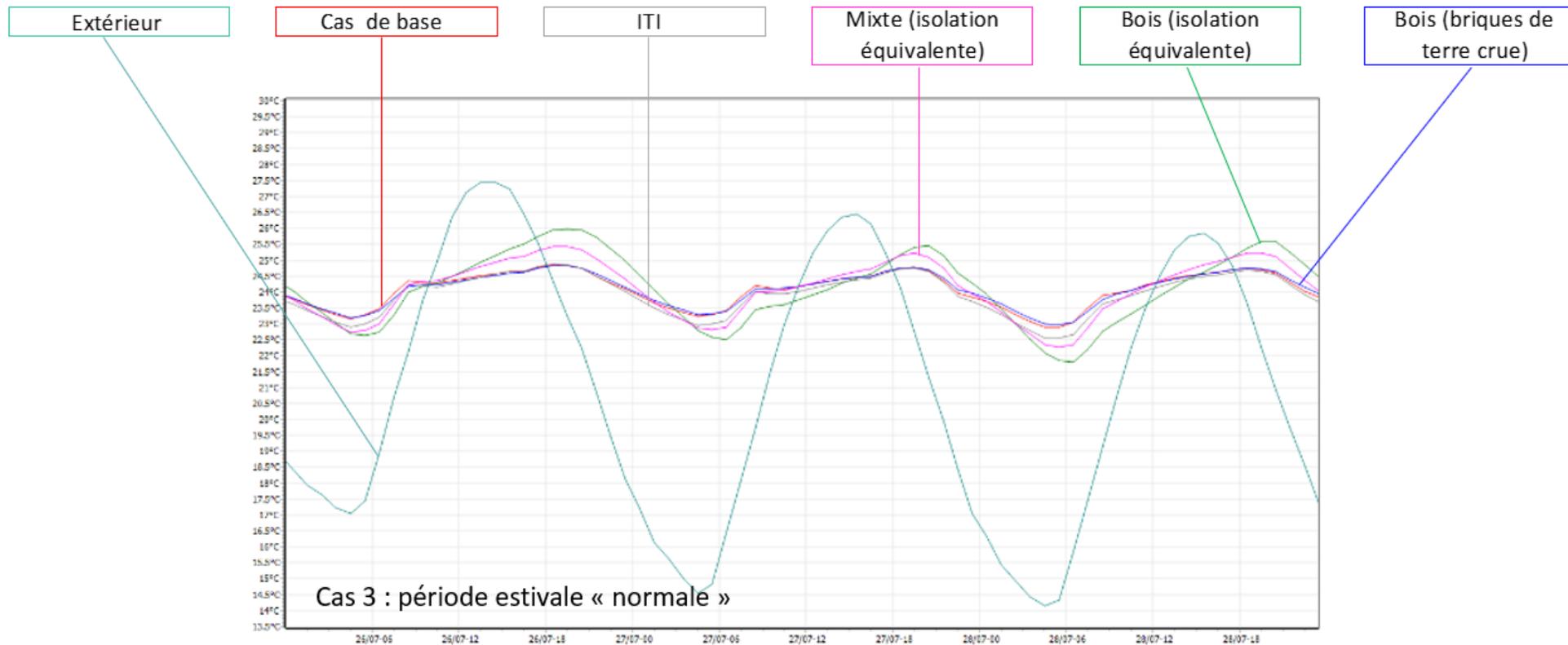


Simulation paramétrique – type de construction

3. ETUDE PARAMETRIQUE

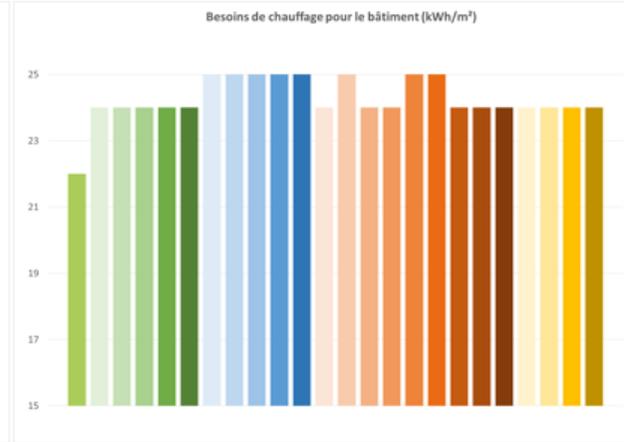
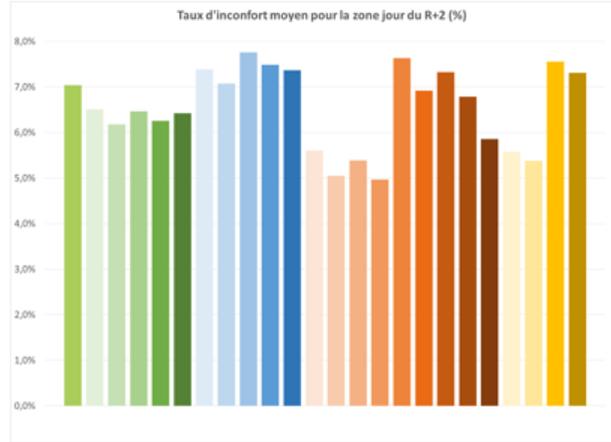
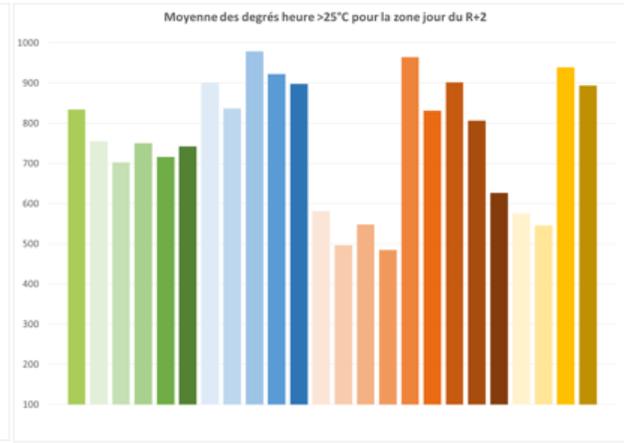
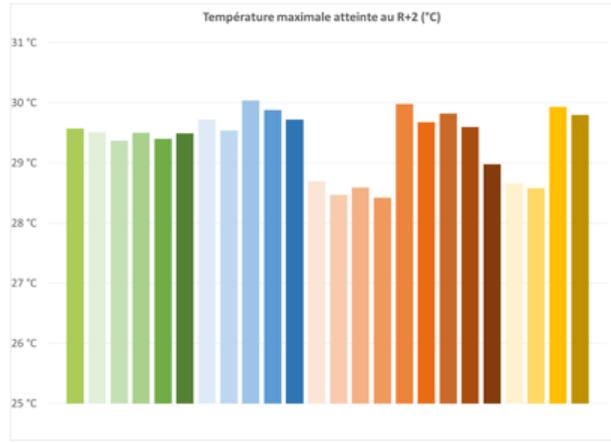
3.3 1ere étape : quelques résultats

3.3.2 Enveloppe – isolation et inertie : zoom sur la période estivale



Simulation paramétrique – type de construction

4. Enveloppe – toiture



Résultats

- Cas de base
- Laine de bois R=7,63
- Laine de bois R=10,13
- Laine de verre R=7,66
- Laine de verre R=10,16
- Botte de paille R=7,28
- Laine de bois R=7,83
- Laine de bois R=10,06
- Laine de verre R=7,86
- Laine de verre R=10,05
- Botte de paille R=7,47
- béton R=7,44
- béton R=7,44 avec revêtement blanc
- béton R=10,17
- béton R=10,17 avec revêtement blanc
- bois R=7,45
- bois R=7,45 avec revêtement blanc
- bois R=10,18
- bois R=10,18 avec revêtement blanc
- bois R=10,18 avec fibres de bois et revêtement blanc
- béton végété R=7,56
- béton végété R=10,29
- bois végété R=7,57
- bois végété R=10,30



Concevoir et vivre

Je n'aborderais aujourd'hui toutes les bases de conception bioclimatique :

- Notions de base de bioclimatisme
- Taille de fenêtres, format des fenêtres
- Protection solaire fixe
- Protection solaire mobile
- ...

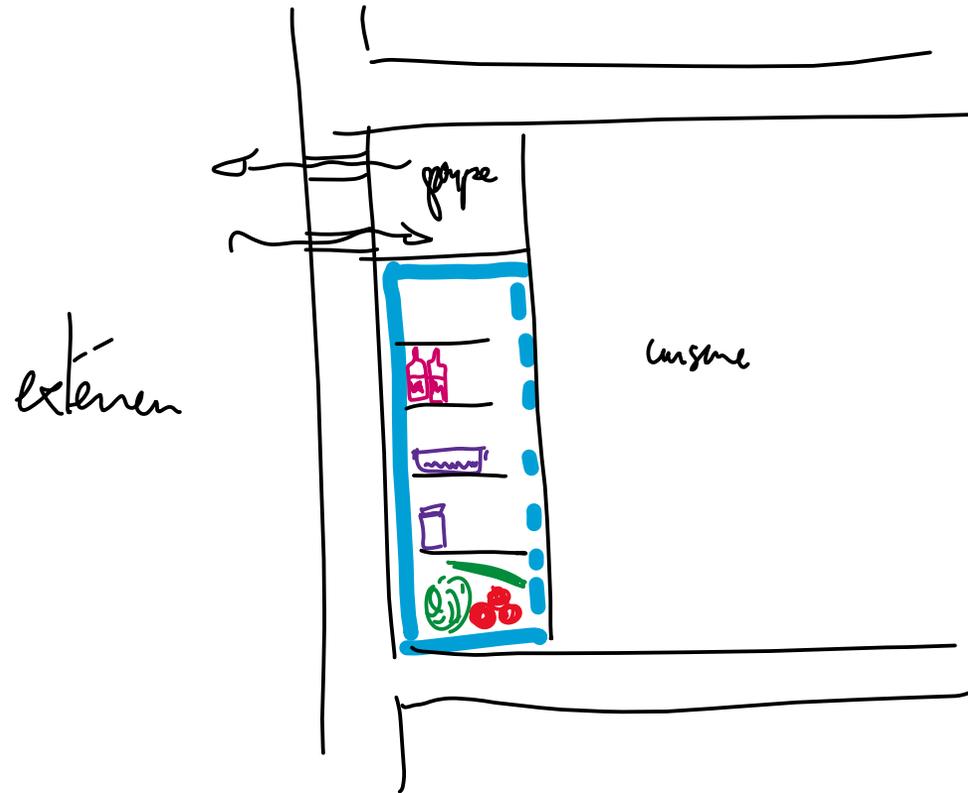
Ni les bases d'utilisation de son logement et des équipements :

- Gestion des veilles des appareils...qui génèrent des apports
- Choix des appareils...qui génèrent des apports
 - Leur taille : un réfrigérateur américain A+++ consomme plus qu'un petit réfrigérateur A+
 - Leur usage :
 - un téléviseur écran plat est un radiateur
 - Un sèche linge en été...ça chauffe !



Des pistes de réflexion – réduire les apports

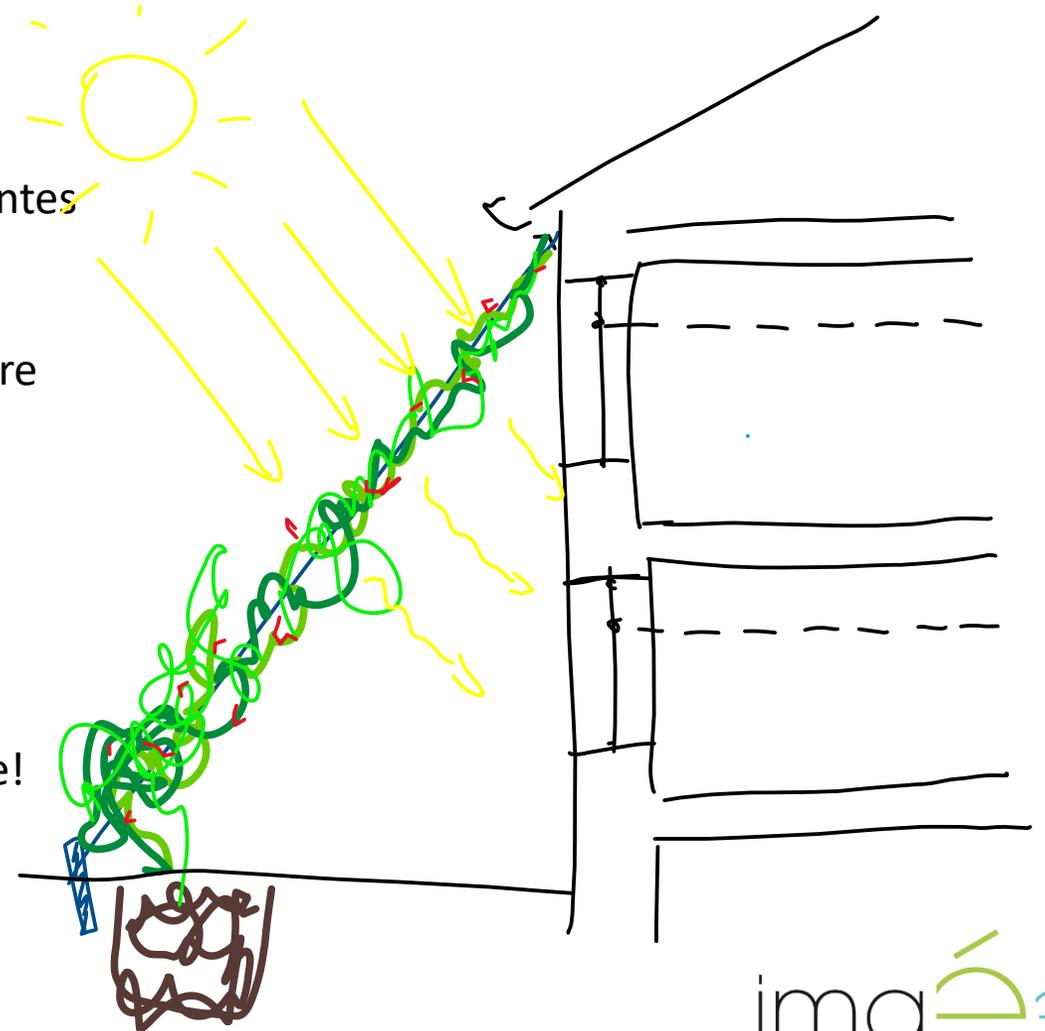
- Pistes de recherche et innovation à développer : Réfrigérateurs avec groupe extérieur – le froid devient un élément du logement et la chaleur dégagée par le groupe va à l'extérieur plutôt qu'à l'intérieur. En hiver sa consommation devient quasi nulle



Des pistes de réflexion - végétaliser

Protéger du soleil...quelques idées en vrac

- La végétation
 - Plantes grimpantes
 - Pots déplaçables avec bambous ou autres plantes grimpantes « faciles »
 - Treilles
 - Façade végétalisée → problématique de cohabitation entre étanchéité/isolation et milieu humide??? Dépendance à l'arrosage??? Favoriser le grimpant
 - La notion de frugalité « une bonne récolte »
 - Fruits : kiwi – passiflore - raisin
 - Fleurs : glycine, clématite
 - Haricots
 - Houblon → chaque entreprise pourrait avoir sa bière!
- Les casquettes
- Les toiles
- Les BSO
- Les autres solutions architecturales



Des solutions techniques - brumiser

- Brumiser en façade et/ou en toiture ?

La solution permet de rafraîchir l'extérieur et éventuellement d'abaisser la température de paroi. Solution proscrite à l'intérieur (saturation en humidité et risque de pathologie).

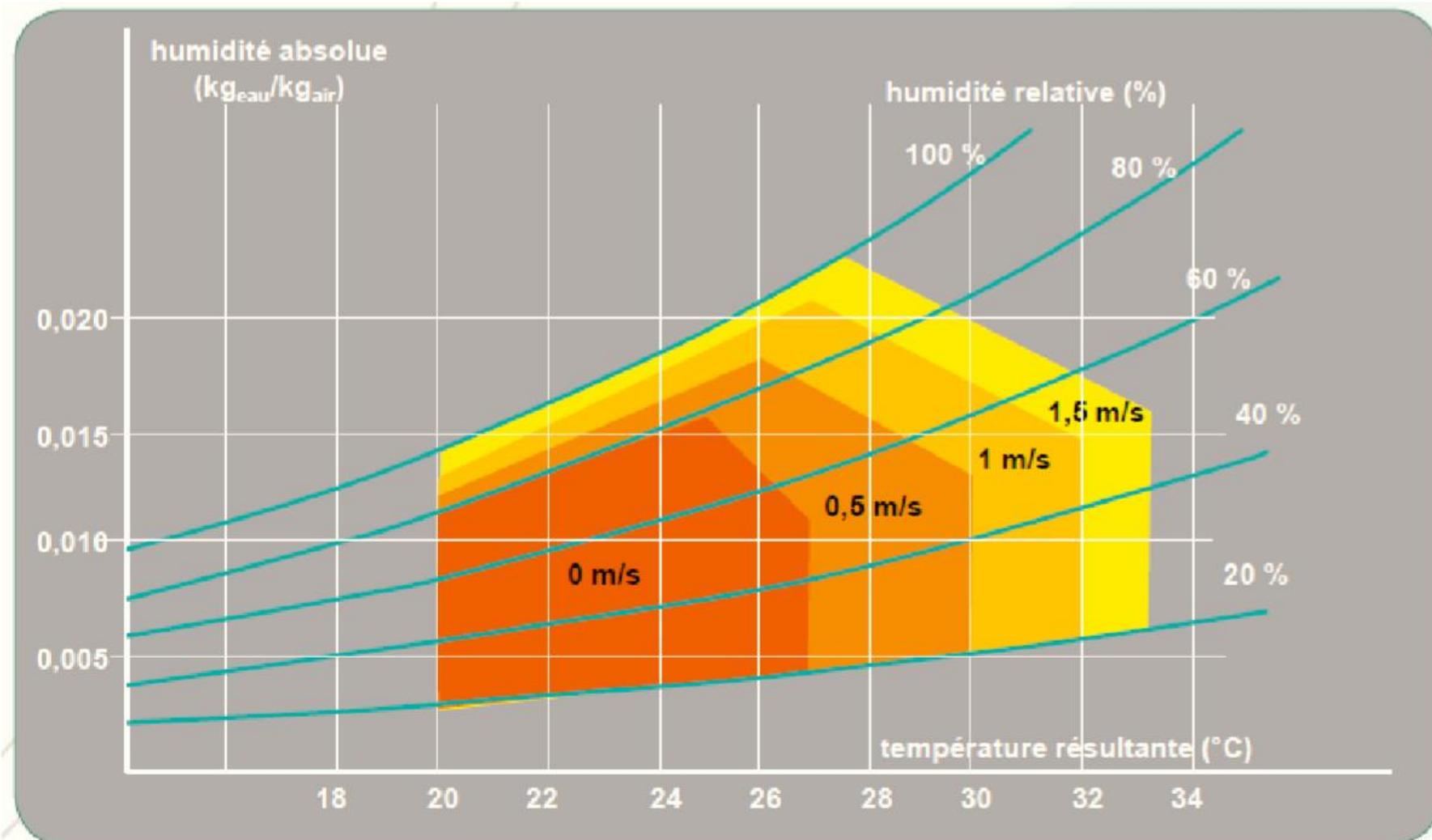
On brumise déjà sur des toitures photovoltaïques pour améliorer leur rendement alors pourquoi ne pas brumiser un toit ou une façade pour le confort??

Grosse consommation d'eau (1,5 l/h pour une terrasse)
→ à coupler à de la récupération d'eau + filtration ?



Des solutions techniques – faire bouger l'air

- Ventiler : étendre la plage de confort en créant un mouvement d'air



Des solutions techniques – brasser l'air

- Ventilator : créer un mouvement d'air

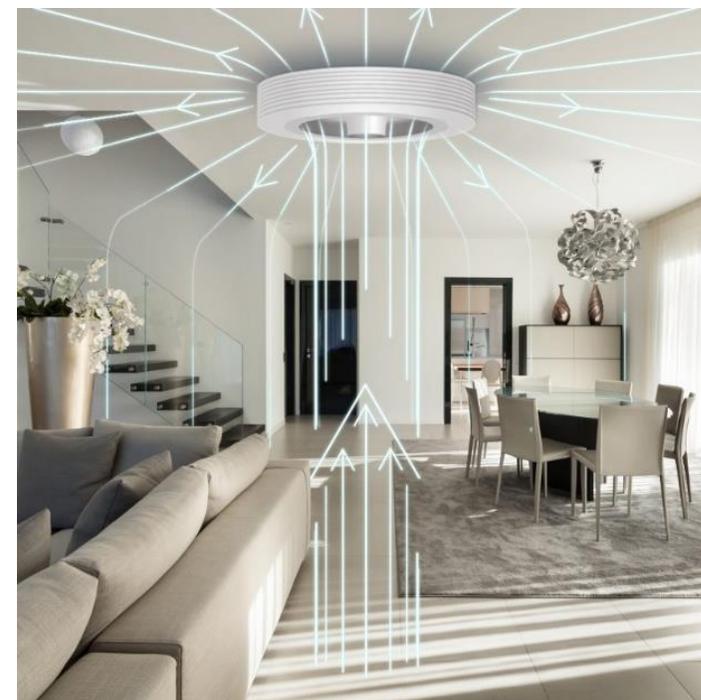
rappel : un soufflage de double flux dans une chambre représente 30 m³/h....



4800 m³/h
40W
85 €



210 m³/h
40W
180 €



6900 m³/h
50W
660 €

exhale FANS
EUROPE

ima^ée
Ingénierie en Maîtrise
de l'Énergie et de l'Environnement

Des solutions techniques – brasser l'air

- Ventiler : créer un mouvement d'air...et dans les gros locaux et grande hauteur???



5700 m³/h
390W

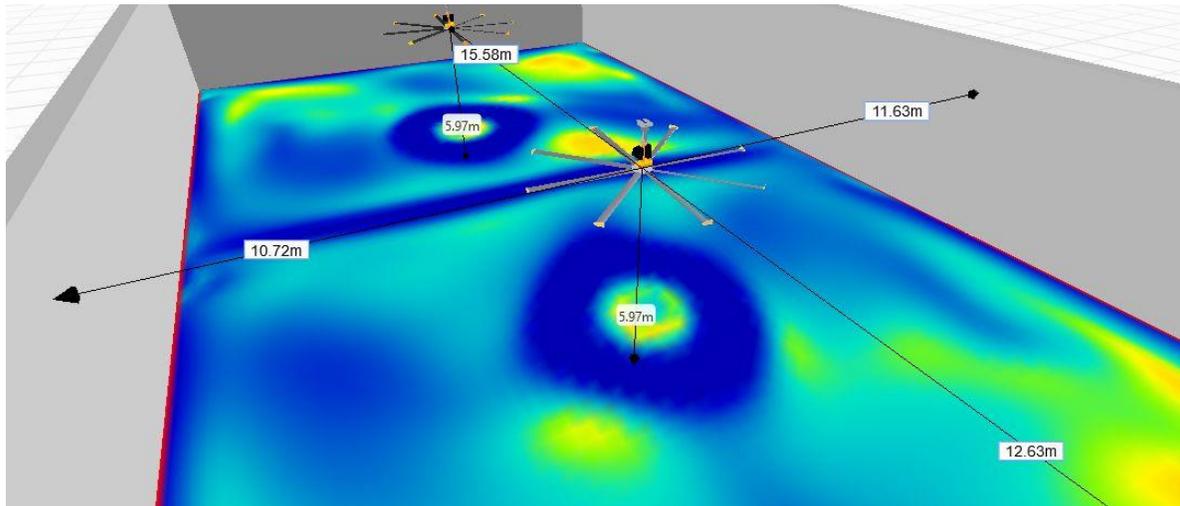
Test fumée du Modèle 45 à 9.20m



Des solutions techniques – brasser l'air

- Ventiler : créer un mouvement d'air...et dans les gros locaux et locaux de grande hauteur???

Le plus gros modèle : diamètre 7,3 m
> 100 000 m³/h
1500W
Environ 10 000 €HT

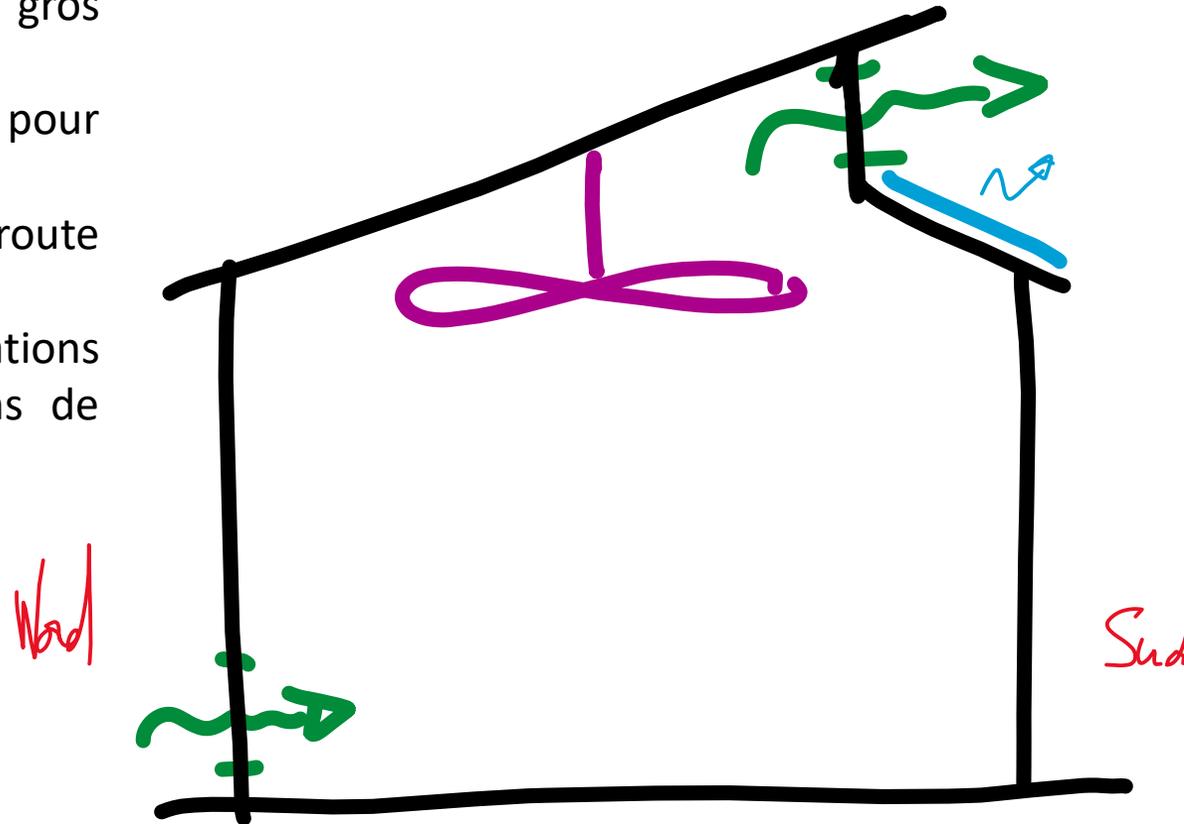


Des solutions techniques – brasser l'air

- Ventiler : créer un mouvement d'air...et dans les gros locaux et locaux de grande hauteur???

Une piste de réflexion : associer les gros brasseurs d'air et la ventilation naturelle :

1. Ouverture des ventilations naturelles pour évacuer la couche chaude supérieure
2. Au bout de quelques minutes mise en route des brasseurs
3. Gestion de la fermeture des ventilations naturelles en fonction des conditions de température



Des solutions techniques – puits canadien

- Ventiler : rafraichir via la ventilation

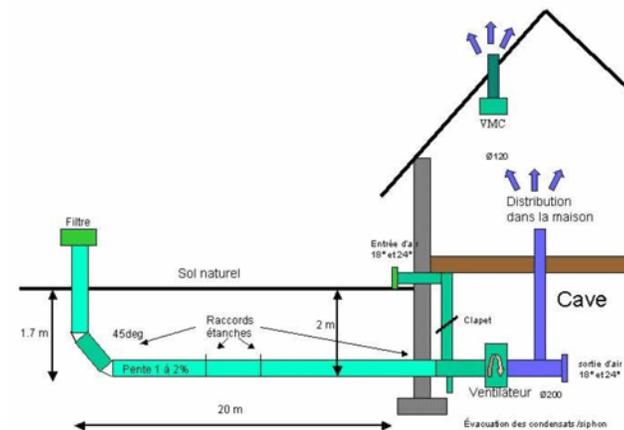
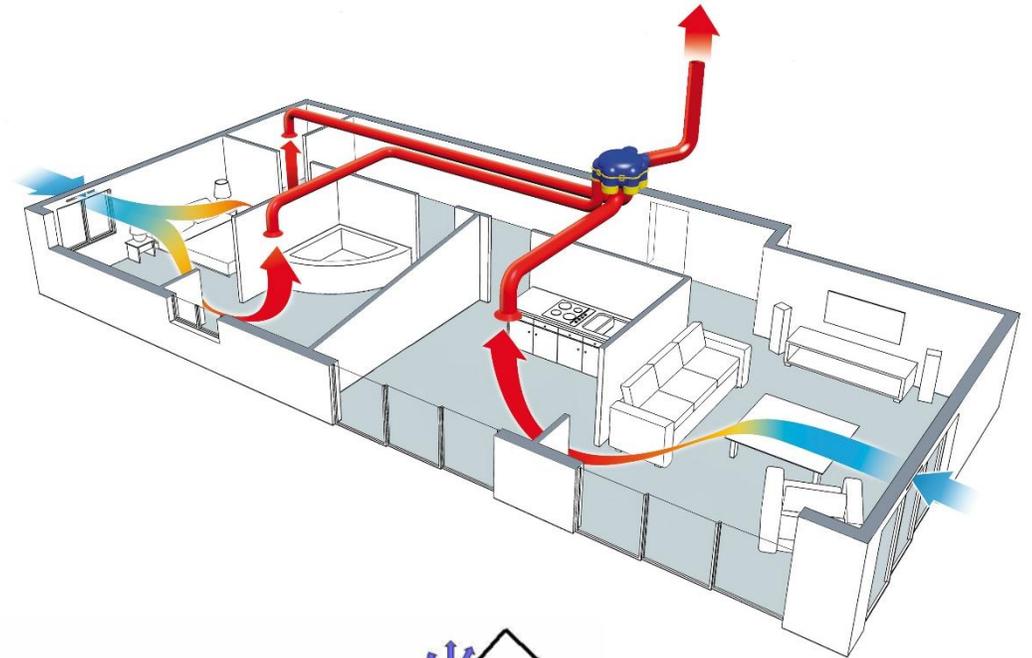
Dans le cas d'une VMC simple flux, il est presque impossible d'imaginer créer du confort via la VMC

Dans un logement moyen, la VMC extrait environ 0,6 vol/h

On recherche pour créer une sensation de mouvement d'air au moins 2 à 3 vol/h de mouvement

Dans ce cas les solutions techniques pour améliorer le confort sont extérieures au système

Un puits canadien est éventuellement envisageable en maison individuelle



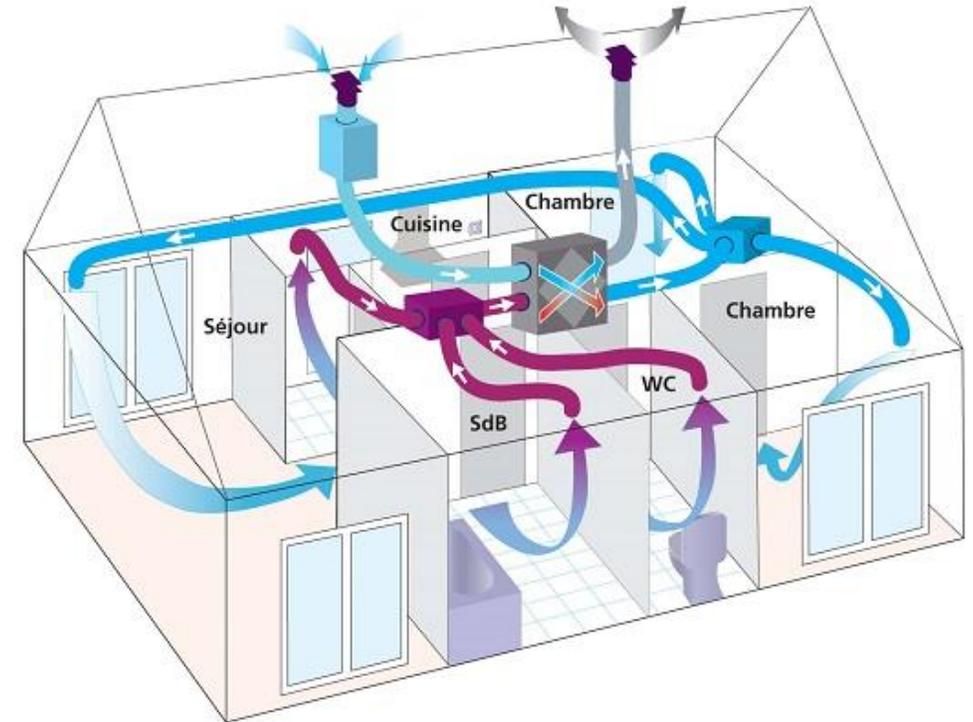
Des solutions techniques – puits canadien

- Ventiler : rafraichir via la ventilation

Dans le cas d'une VMC double flux, on peut envisager commencer à créer du confort

Dans un logement moyen la ventilation double flux en débit nominal peut traiter environ 1 vol/h, et il y a une récupération d'énergie

Pour améliorer encore la situation on peut ajouter un puits canadien hydraulique ou un puits canadien aéraulique



Des solutions techniques – puits canadien

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – le puits canadien aéraulique

Le sol sert d'inertie

Un kit coute 3500 €TTC (matériel seul)

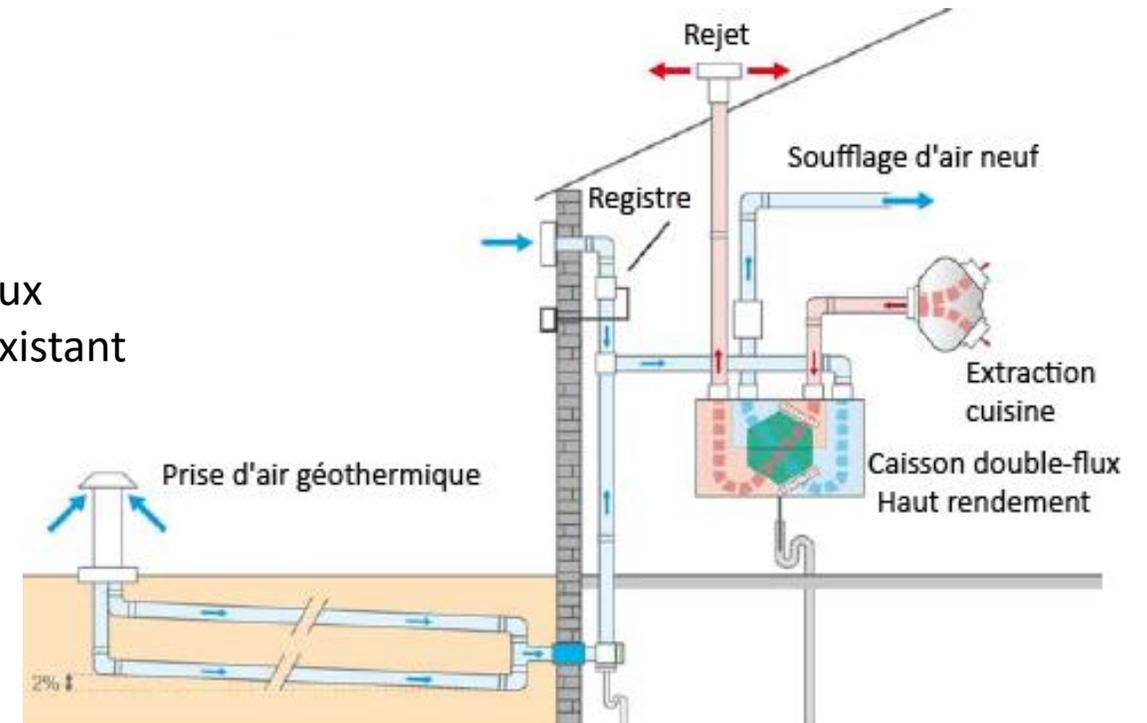
40 W de ventilateur environ

Chantier « lourd » mais qui doit tout de même être minutieux

Chantier à priori difficile à envisager en logement collectif existant

Il faut du terrain

Interaction entre puits canadien et arbres à discuter....



Des solutions techniques – puits canadien

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – le puits canadien aéraulique

Comment faire en logement collectif existant?

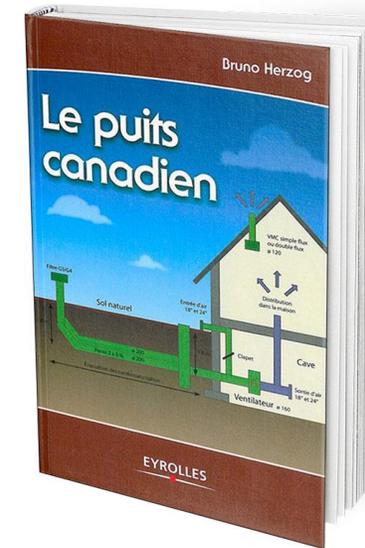
- Trouver du terrain suffisamment grand pour intégrer le puits enterré
- Ne traiter que les chambres pour éviter d'avoir un puits trop gros? Facile dans le logement ancien qui est souvent un copier/coller d'étage en étage, plus difficile dans les logements récents
- Trouver une possibilité de distribution verticale – en façade à l'occasion d'une ITE ?

Des solutions techniques – puits canadien

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – le puits canadien aéraulique

Pour pousser plus le sujet :

- « le puits canadien » de Bruno Herzog
- REX de Solares Bauen sur les bâtiments passifs

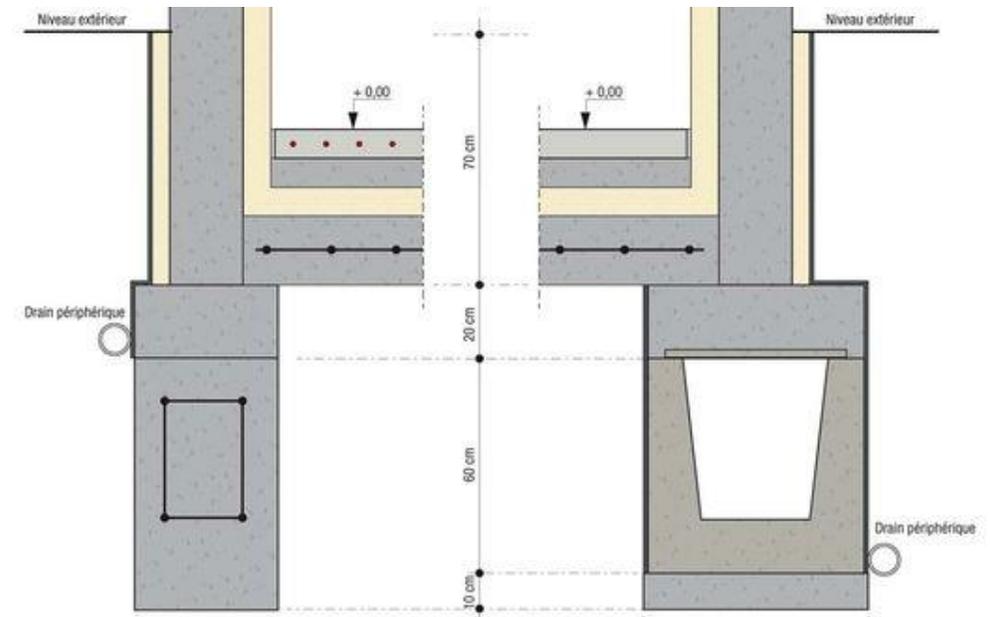


Des solutions techniques – puits canadien

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – le puits canadien aéraulique

Solution fondatherm : Les fondations servent de puits canadien

Budget exemple du fabricant pour une maison test : 38 000 €HT contre 22 000 €HT pour des fondations classiques
40 W de ventilateur environ



Des solutions techniques – puits canadien hydro

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – le puits canadien hydraulique

On place un échangeur hydraulique dans le sol qui alimente une batterie au niveau de la double flux
Plus facile en logement collectif

On peut faire la même chose avec un puits sur nappe phréatique.

Compter 100m de tube DN32 pour une VMC double flux de type maison individuelle

Cout du kit : 3 400 €TTC

Gain constaté sur notre site à Mulhouse :
environ 2 à 4°C de moins au soufflage, soit environ
150 W de rafraichissement pour 18 W de pompe
(COP > 8)



Des solutions techniques – ventilation naturelle

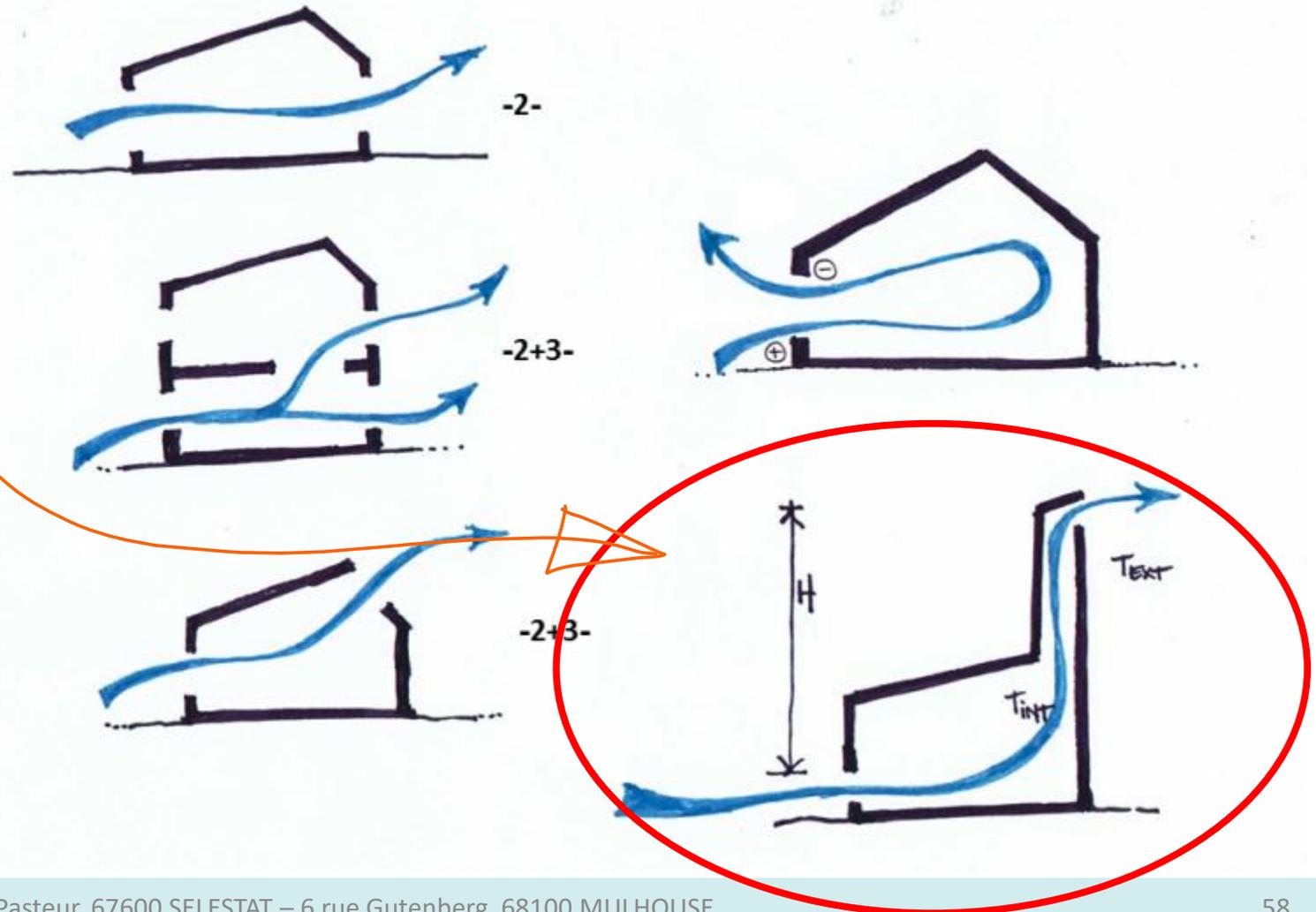
- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation naturelle

En l'absence de vent, il est difficile de parier sur autre chose que le tirage naturel (sauf en ville sur des enchainements de bâtiments où on peut espérer avoir une différence de pression entre façades)

Difficile à créer en rénovation

En neuf c'est l'architecture qui est à repenser

Attention, avec nos hivers, la ventilation naturelle ne permet pas d'arriver à des niveaux de consommation de chauffage conformes pour 2050 !!!



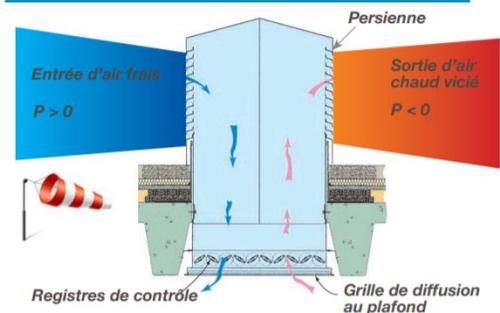
Des solutions techniques – double flux naturelle

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation naturelle double flux

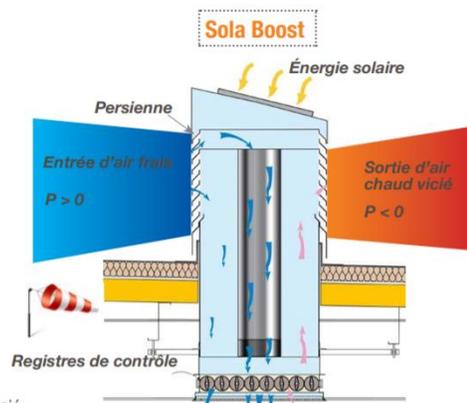
A essayer dans notre Région... dans des salles de vie d'EHPAD, des demi-pension, des ateliers... et autres espaces non cloisonnés



Principe de fonctionnement



Quelle que soit la direction du vent, la tourelle double flux WINDCATCHER® capte l'air pour rafraîchir le bâtiment et évacuer l'air vicié



Caractéristiques	X-Air 110	X-Air 140	X-Air 170	X-Air 200	X-Air 140 Sola Boost	X-Air 170 Sola Boost	X-Air 200 Sola Boost
Dimensions	850 x 850mm	1047 x 1047mm	1247 x 1247mm	1247 x 1247mm	1047 x 1047mm	1247 x 1247mm	1247 x 1247mm
Poids	55 kg	70 kg	95 kg	120 kg	85 kg	112 kg	137 kg
Performances acoustiques ouvert*	21dB	18dB	15dB	14dB	18dB	15dB	14dB
Performances acoustiques fermé*	N/A	38 dB	34 dB	29 dB	38dB	34dB	29dB
Nombre de persiennes	6	8	10	12	12	12	14
Surface libre d'ouverture	0.244m ²	0.421 m ²	0.646 m ²	0.920 m ²	0.421 m ²	0.646 m ²	0.920 m ²
Débit d'air avec un vent extérieur à 1m/s**	425 m ³ /hr	770 m ³ /hr	1210 m ³ /hr	1735 m ³ /hr	1415 m ³ /hr	1836 m ³ /hr	2347 m ³ /hr
Débit d'air avec un vent extérieur à 5m/s**	1649 m ³ /hr	2992 m ³ /hr	4964 m ³ /hr	6739 m ³ /hr	3424 m ³ /hr	5051 m ³ /hr	7038 m ³ /hr
Coefficient U de transmission thermique					1,0 W/m ² .K		
Etanchéité à l'air					1m ³ /h/m ² @ 50 pa		
Performance	Simulation en CFD (Computer Fluid Dynamic) sur logiciel NAVENSYS - Edition d'un rapport pour chaque projet						
IP	IP 54						

Des solutions techniques – via la double flux?

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux

Lorsque l'on dimensionne une double flux de manière hygiénique, en fonction du type de local, on traite beaucoup de débit...comme très peu :

- En logement : environ 1 vol/h
- Chambre d'EHPAD : environ 0,8 vol/h
- Enseignement – salle de cours : environ 3 vol/h
- Bureau (15m²/pers) : environ 0,6 vol/h

La double flux peut avoir plusieurs fonctions en été :

- évacuer les charges internes → c'est en partie le rôle du débit hygiénique
- créer un mouvement d'air → très largement insuffisant
- apporter de l'air frais → sans puits canadien, batterie ou autre « source froide » c'est impossible
- Récupérer des frigos

Des solutions techniques – via la double flux

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux

→ Si on veut avoir un vrai effet avec une double flux sur le confort d'été, plusieurs solutions :

- Dimensionner l'installation de manière plus importante pour brasser plus uniquement en été
 - CTA plus grosse
 - gaines plus grosses donc problème de hauteur de passage en faux plafond – faut-il passer en faux plafond?
 - Moins de pertes de charge en hiver donc gain sur la consommation de ventilateur sur cette période
- Travailler avec des CTA équipées de volet de recyclage de l'air intérieur (éventuellement 100% AN en hiver!?) si le souhait est de créer un mouvement d'air
- Intégrer un système d'apport de froid

Des solutions techniques - adiabatique

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux – apporter du froid dans une CTA double flux

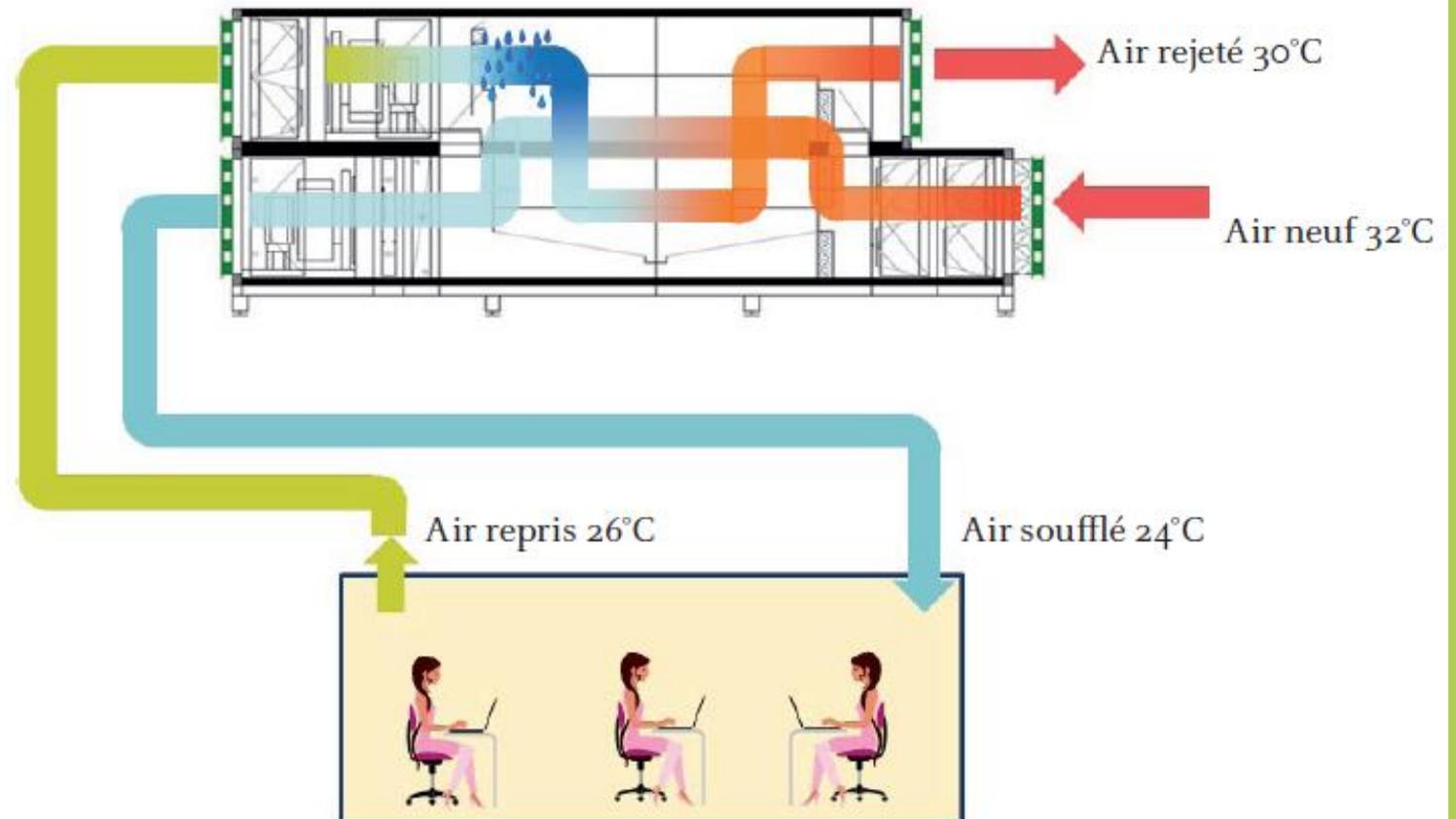
Batterie adiabatique : Principe de fonctionnement en mode rafraichissement : gain = 10°C

Quelques impératifs :

- CTA avec échangeur à plaques
- Batterie positionnée sur la reprise d'air

Consommation d'eau :

10 l/h pour 1000 m³/h de débit d'air par 32°C à l'extérieur



Des solutions techniques - adiabatique

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux – apporter du froid dans une CTA double flux

Batterie adiabatique : version batterie séparée de la CTA

Données du projet :

- CTA pour 2 salles de classe
- Débit traité : 1 200 m³/h
- Kit batterie adiabox NFG 3500
- Budget : 3 400 €HT fourni/posé



HR EXT.	TEMPÉRATURE AIR à l'entrée de l'ADIABOX® (°C)					
	20	25	30	35	40	45
	TEMPÉRATURE AIR au SOUFLAGE (°C)					
10 %	9,3	12,4	15,6	18,6	21,6	24,7
20 %	10,7	14,3	17,8	21,2	24,7	28,3
30 %	12,1	15,9	19,7	23,5	27,4	31,4
40 %	13,5	17,4	21,5	25,7	29,8	34,0
50 %	14,6	19,0	23,2	27,5	31,9	36,4
60 %	15,8	20,2	24,7	29,3	33,9	38,5
70 %	16,9	21,5	26,2	30,8	35,6	40,3
80 %	18,0	22,7	27,5	32,3	37,2	41,9

HR : humidité relative

Des solutions techniques - adiabatique

Tourelle adiabatique. Adapté pour :

- Locaux de grand volume en contact avec un toit
- Locaux à faire taux d'hygrométrie

- Environ 10 000 m³/h d'air neuf
- 1300 W de ventilateur+pompe
- Environ 100 kg de charge en toiture




Kingspan

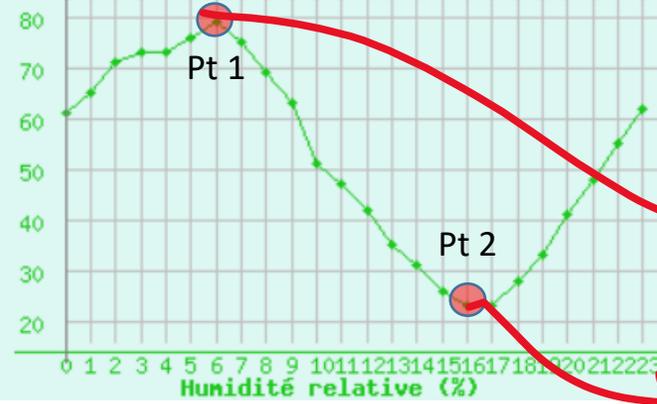
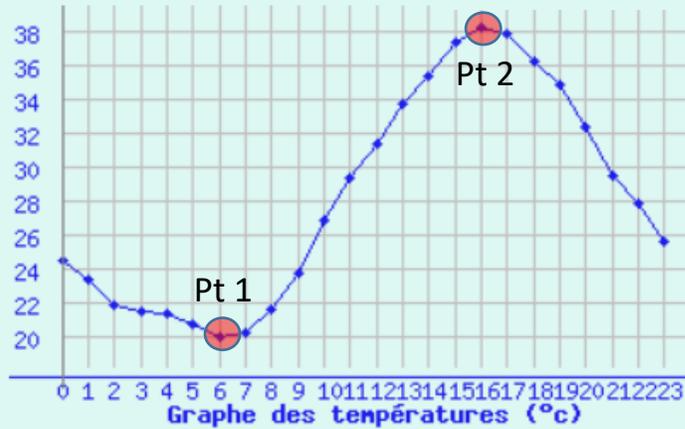


imaée
Ingénierie en Maîtrise
de l'Énergie et de l'Environnement

Des solutions techniques - adiabatique

**Tableau d'observations pour
Strasbourg (67) (153 m)**

<< samedi 9 août 2003 >>



Température ambiante bulbe sec (en °C)	Humidité relative ambiante (en %)									
	°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
10	3,3	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,6	9,4	
15	6,6	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,6	13,4	14,3	
20	10,1	11,4	12,8	13,9	15,2	16,2	17,2	18,2	19,2	
25	13,4	15,0	16,6	18,0	19,4	20,6	21,8	22,9	24,0	
30	16,6	18,6	20,4	22,0	23,6	25,0	26,4	27,7	28,9	
35	19,8	22,2	24,2	26,2	28,0	29,6	31,0	32,4	33,7	
40	23,0	25,8	28,1	30,4	32,3	33,9	nc	nc	nc	
45	25,9	29,2	32,2	34,4	nc	nc	nc	nc	nc	
50	29,0	32,7	35,8	nc	nc	nc	nc	nc	nc	

Au point 1 : 2°C de gain

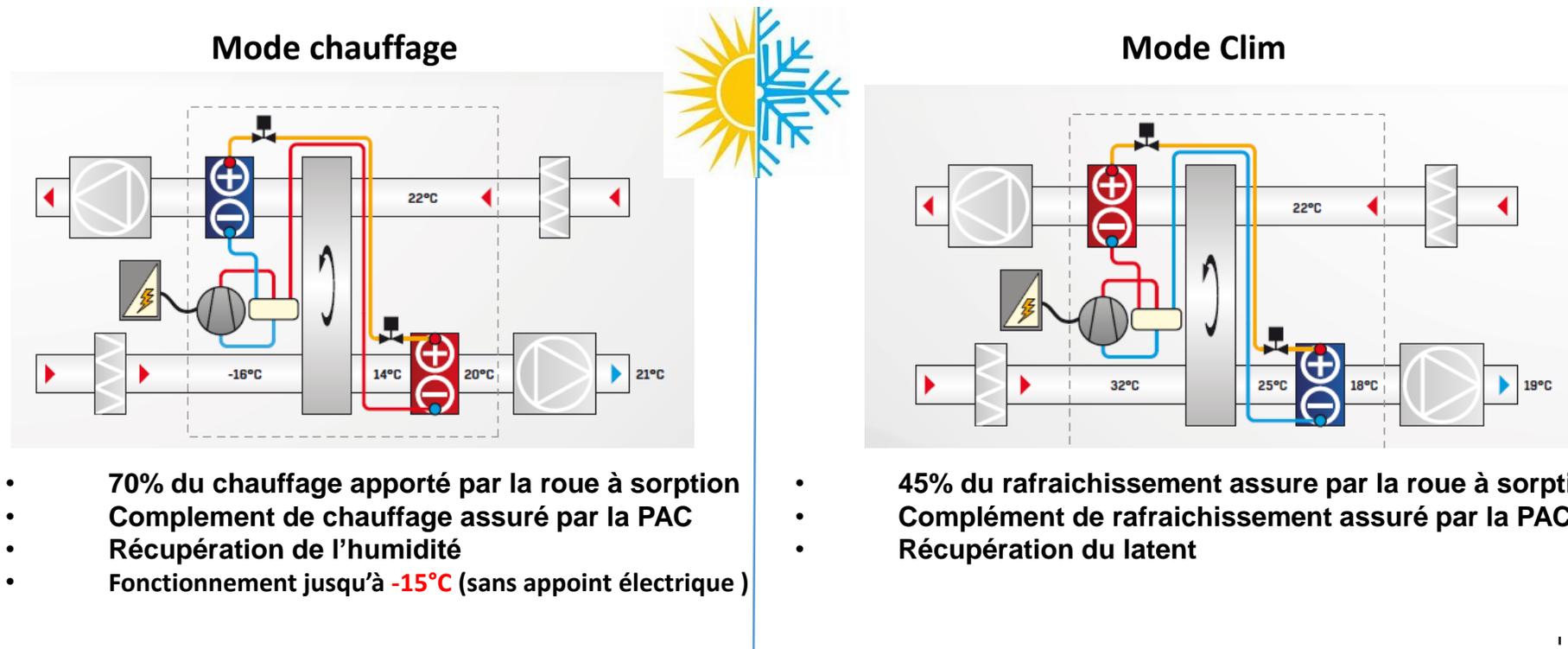
Au point 2 : 10°C de gain

→ l'efficacité chute avec l'humidité ambiante

→ Il faut trouver des solutions pour assécher l'air en été (sans clim) !

Des solutions techniques – double flux détente directe

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux – apporter du froid dans une CTA double flux
- CTA avec batterie à détente directe intégrée



- 70% du chauffage apporté par la roue à sorption
- Complément de chauffage assuré par la PAC
- Récupération de l'humidité
- Fonctionnement jusqu'à **-15°C** (sans appoint électrique)

- 45% du rafraichissement assuré par la roue à sorption
- Complément de rafraichissement assuré par la PAC
- Récupération du latent

Des solutions techniques - double flux détente directe

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux – apporter du froid dans une CTA double flux
- CTA avec batterie à détente directe intégrée

Données du projet :

- CTA pour une zone de bureau dans un bâtiment industriel
- Débit traité : 1 925 m³/h pour 670 m² de bureaux
- CTA recooling de FläktGroup/DencoHappel
- Soufflage à 18°C pour 32°C extérieur

- Budget matériel seul CTA « classique » : 12 600 €HT
- Budget matériel seul CTA recooling : 26 700 €HT

- Fluide R410A : 3,6 kg (PRG de 2087,5 kgCO₂/kg)
- Si nous considérons perdu ou mal récupéré au bout de 15 ans cela représente l'équivalent de 0,74 kgCO₂/m²



Des solutions techniques - double flux détente directe

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux – apporter du froid dans une CTA double flux

Comparatif sur un cas :

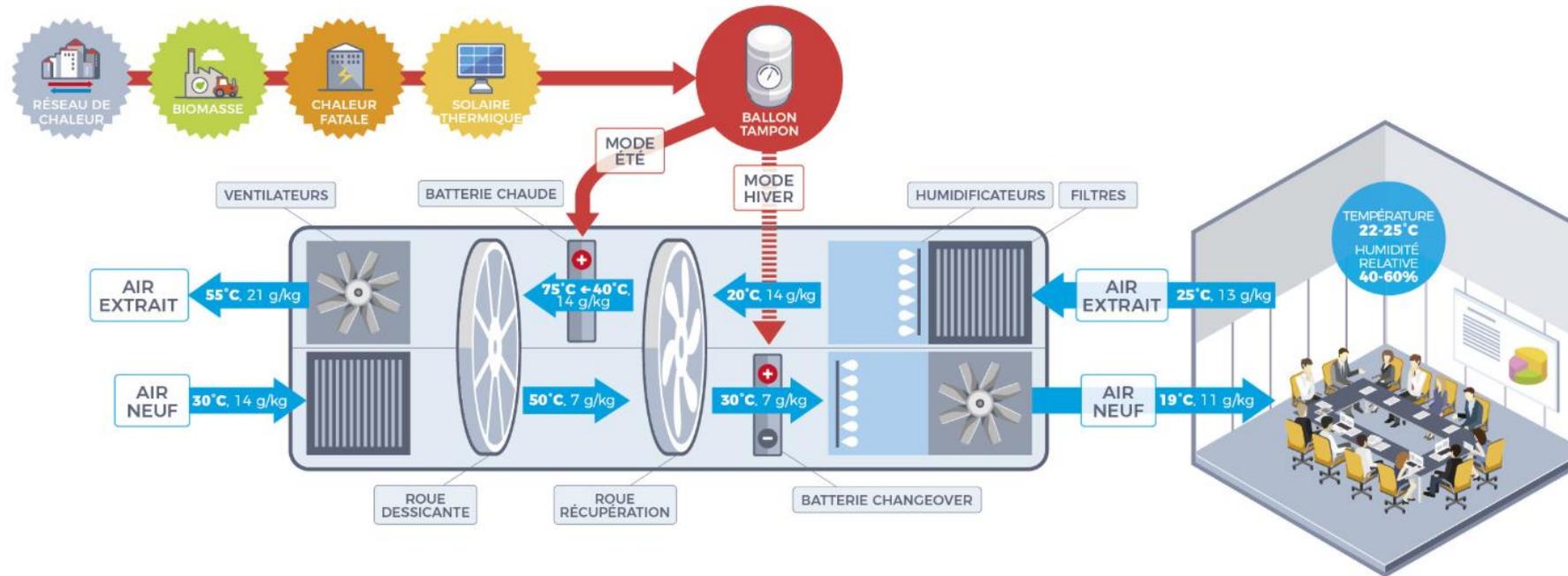
- Débit : 2800 m³/h
- Air Neuf : 32°C/40%
- Reprise : 26°C/60%
- Soufflage : 22°C

	Adiabatique	Détente directe
Puissance froide	8,9 kW	11 kW (2 kW latents)
Pertes de charges	0 Pa	50 Pa
Consommations	28,2 l/ h (eau)	3 kW élec
Coût journalier	0,9 €	2,4 €
Investissement	+ 2000 € (rampe + protection époxy)	+ 500€ (batterie) + 10 000€ (groupe)

Des solutions techniques – double flux avec dessiccation

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux – apporter du froid dans une CTA double flux

La solution de  : une CTA avec roue de dessiccation associée à des batteries adiabatiques
Un air neuf dans le bâtiment



Pas de REX de notre côté, mais à essayer... avec un cas adapté : il faut de la chaleur fatale

Des solutions techniques – double flux

- Ventiler : rafraichir via la ventilation – ventilation double flux – apporter du froid dans une CTA double flux

Remarques générales sur le rafraichissement intégré aux CTA :

- Il faut des réseaux de soufflage calorifugés
- Le confort n'est pas maitrisable pièce par pièce
- En adiabatique, on ne réchauffe pas la planète
- En détente directe (intégré ou non à la CTA) on réchauffe la planète

La puissance froide disponible est limitée donc attention à bien maitriser toute la chaine pour espérer avoir du confort

Des solutions techniques – on va plus loin?

S'il est impératif de rafraichir avec un contrôle pièce par pièce...il n'y a plus trop le choix, il faut un équipement plus lourd. Les bonnes questions à se poser

- Quelle consigne de température?
- Régulation centralisée? Ou individuelle?
- Impact des fluides frigorigènes
- Type d'émission
- Piste de réflexion sur CO2 à approfondir notamment vis-à-vis des conso élec : le système fonctionne à 150 bars
- Des systèmes réversibles pour éviter le surinvestissement vis-à-vis du chauffage : quitte à mettre une clim, autant qu'elle assure la prestation chauffage + clim?
- L'emplacement des groupes

Des solutions techniques - température

En clim : quelle consigne de température?

- décret, du 19 mars 2007 : Dans les locaux dans lesquels est installé un système de refroidissement, celui-ci ne doit être mis ou maintenu en fonctionnement que lorsque la température intérieure des locaux dépasse **26° C**
- On considère habituellement qu'il ne faut pas un **delta de plus de 7 à 8°C** entre intérieur et extérieur. S'il fait 40°C, la clim ne devra pas faire baisser la température intérieure sous les 32-33°C !!!
- Un écart de température trop brusque entre l'intérieur et l'extérieur est néfaste pour l'organisme : le **choc thermique** (avec risque de malaise parfois sérieux) menace lorsque la différence dépasse les 10 °C



Des solutions techniques – les fluides frigo

Les fluides frigorigènes : aujourd'hui quasiment tout le parc est au R410A....qui n'a aucun avenir à cause de son PRG

Les pistes pour le futur : R32 / propane / CO2...mais à ce stade les fournisseurs ne sont pas riches de propositions

→ Tant que ce problème n'est pas réglé nous préférons réduire le fluide à son strict minimum en utilisant des PAC qui alimentent des réseaux d'eau glacée. Ce système est plus cher que la détente directe mais il permet des modifications faciles, est efficace, tout le matériel autre que la PAC a une durée de vie importante...



Des solutions techniques – les émetteurs

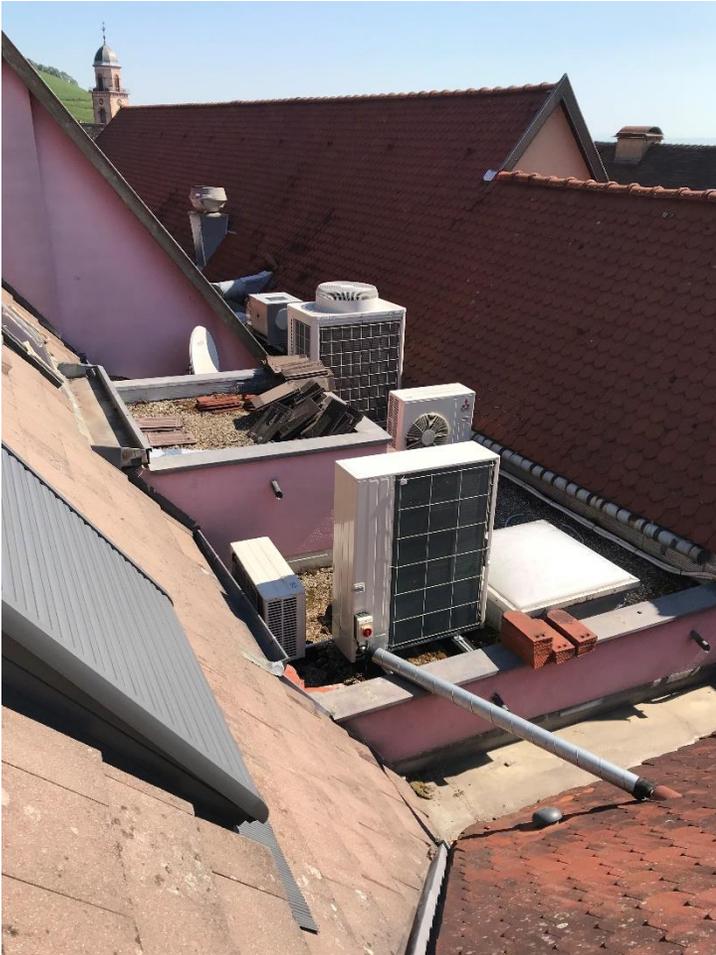
Les émetteurs de froid



Puissance limitée pour éviter la condensation

Des solutions techniques – les groupes extérieurs

La position des groupes extérieurs



On cherche un emplacement :

- Exposé au vent
- Le moins exposé au soleil possible
- Facile d'accès pour la maintenance
- Protégé mécaniquement
- Anticiper les problèmes acoustiques : fenêtres proches, vis à vis



Des solutions techniques – un comparatif

Petit comparatif pour l'aménagement d'un biocoop – 700 m² environ

Système prévu en base :

- 1 CTA double flux pour la zone de bureau, avec adiabox. Dimensionnement à 2 fois le débit hygiénique
- 1 CTA double flux pour la zone de vente, avec adiabox. Dimensionnement à 2 vol/h
- Chauffage par radiateurs alimentés par une chaudière gaz condensation pour les bureaux. Aérothermes pour l'espace de vente
- (plus value des adiabox : 7 200 €HT)

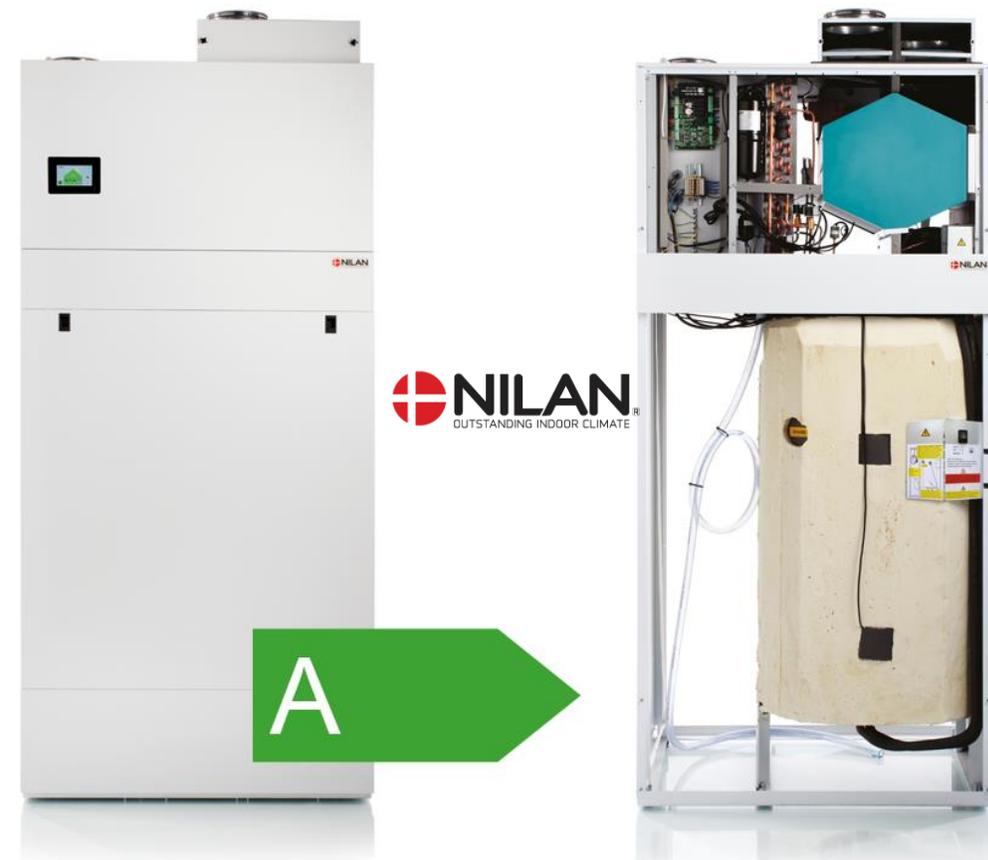
Systèmes chiffrés en variante :

- V1 : Mise en place de cassettes à détente directe au lieu des radiateurs et de l'adiabox : + 7 100 €HT
- V2 : Mise en place de cassettes à glacée + PAC air/eau au lieu des radiateurs et de l'adiabox : + 23 700 €HT

Des solutions techniques – pour les petites surfaces

Une solution intermédiaire pour la maison individuelle et appartement – et petits locaux pro : module multifonction double flux + chauffage + ECS + rafraîchissement

- Liquide : R134A (PRG 1430)
- 265 m³/h
- 3400 W de consommation

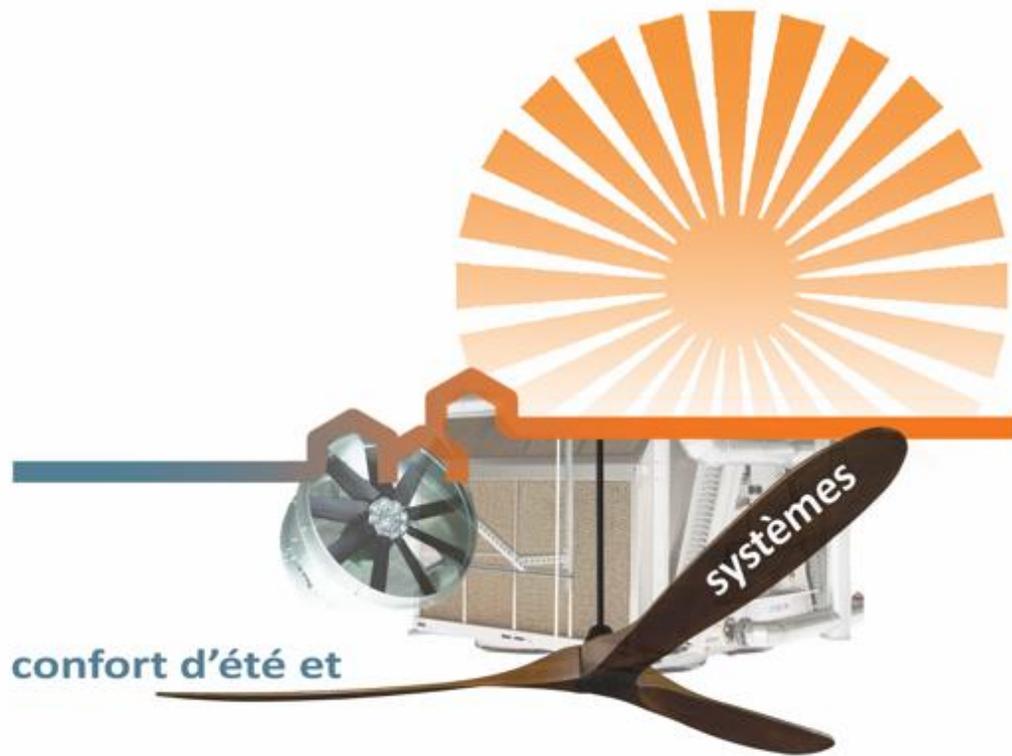


Conclusion

- Toutes les solutions techniques pour rafraichir coutent de l'argent, ont une énergie grise, doivent être entretenues, réglées, optimisées. C'est donc une contrainte de plus dans l'exploitation d'un patrimoine.
- Les solutions autre que la climatisation ont une « capacité à rafraichir » limitée, il n'y a donc pas droit à l'erreur dans la chaine de conception de la protection à la surchauffe.
- Pour tout projet, intégrer de l'espace en attente pour les futurs systèmes pour éviter les verrues et solutions non adaptées : local technique vide / espace libre autour des CTA / espace en toiture capable de reprendre des charges

A venir

- Vendredi 26 juin : petit déjeuner d'info « photovoltaïque et bâtiments publics » à Mulhouse
- septembre – date à définir : la végétalisation des projets pour améliorer le confort d'été, avec Gabriel MILOCHAU
- Vendredi 11 septembre : petit déjeuner d'info « photovoltaïque et bailleurs sociaux et copropriétés » à Mulhouse
- Vendredi 18 septembre : petit déjeuner d'info E+C- à Sélestat
- Vendredi 25 septembre : petit déjeuner d'info E+C- à Mulhouse
- Vendredi 2 octobre : petit déjeuner d'info E+C- à Sélestat



Merci pour votre attention

AVEC LE SOUTIEN DE

 anticiper • économiser • valoriser			 STRASBOURG
--	---	---	---

energie.pro
envirobat
GRAND EST