



Le confort d'été, Un enjeu fort pour le bâtiment



Samuel COURGEY

Construction & Développement Durable

arcane

1

En préambule !



- On sait que ce que l'on appelle "confort d'été" signifie en fait "limiter les risques de surchauffes"
- Dans l'avenir il fera plus chaud mais surtout, les périodes caniculaires seront plus nombreuses, plus intenses et plus longues
- Demain l'énergie sera plus chère & la clim (PAC air/air) n'est pas adaptée aux périodes très chaudes → Il faut intervenir sur la quasi-totalité des bâtiments afin de les rendre plus robustes
- Nous connaissons les leviers permettant de rendre les bâtiments moins sensibles aux risques de surchauffe

2

Limiter les surchauffes : 4 pistes à actionner



- **E**mpêcher le chaud de rentrer dans les bâtiments
- **L**imiter la production de chaleur interne
- **L**imiter l'inconfort dû aux calories
- **D**issiper la chaleur

3

Pour limiter les surchauffes :



- **Empêcher le chaud de rentrer dans les bâtiments**
- **L**imiter la production de chaleur interne
- **L**imiter l'inconfort dû aux calories
- **D**issiper la chaleur

4



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

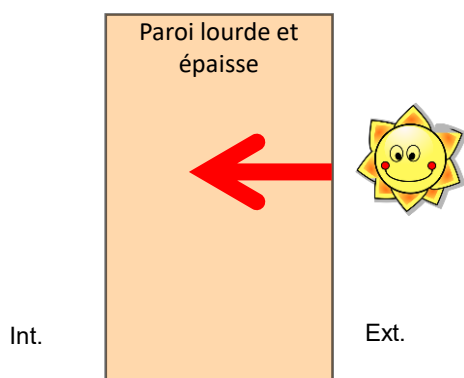
- a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées**

5



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

- a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées**

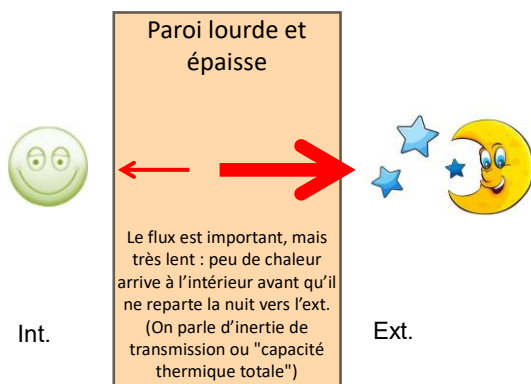


6



1de4. Empêcher le chaud de rentrer

a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées

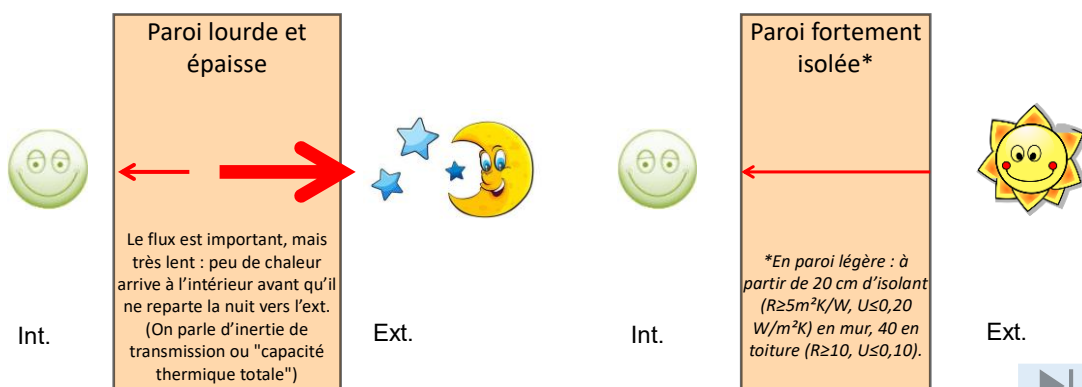


7



1de4. Empêcher le chaud de rentrer

a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées



8

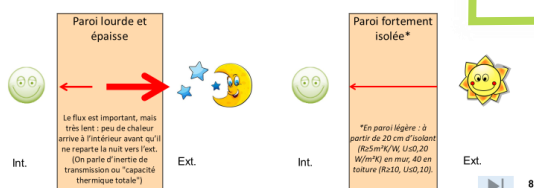


Pour les parois non massives, isoler avec des biosourcés denses augmente encore le très bon résultat des parois fortement isolées, en profitant du déphasage qu'ils apportent à la paroi !

(On pourrait dire que l'on a les avantages des deux schémas)

1de4. Empêcher le chaud de rentrer

a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées



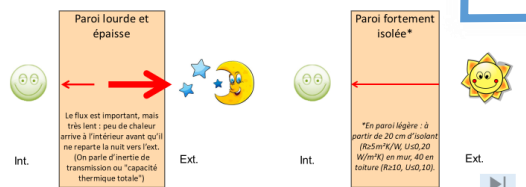
9



Les solutions médianes entre isolation et inertie de transmission (briques monomur, bétons végétaux légers...) sont plus complexes à appréhender, et les situations où elles sont pertinentes sont limitées : mur sud, climat moins "extrême"...

1de4. Empêcher le chaud de rentrer

a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées



10

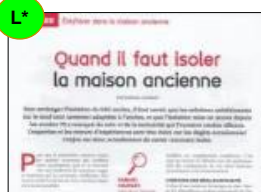
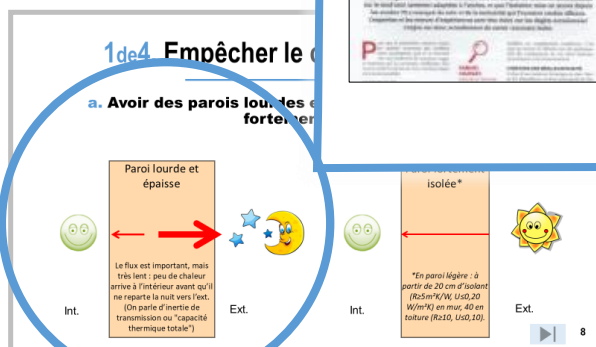


3 articles écrits pour Maisons Paysannes de France, en téléchargement

L*

L*

L*



11



Mais attention, une isolation n'isole pas forcément. Il y a les risques de tassement, les ponts thermiques, et le fait qu'elle soit court-circuitée par des flux d'air !



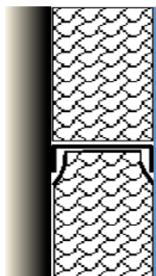
12



3 exemples de ponts thermiques



Pont thermique d'about de dalle avec ITI



Présence de rail métallique traversant



1cm² de cuivre traversant 1m² d'isolant

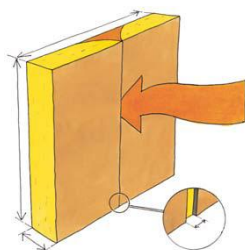


→ Chaque fois c'est une efficacité de l'isolation divisée par 2 !

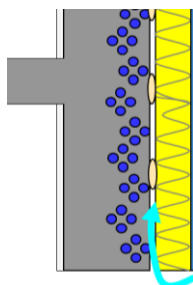
13



3 exemples d'inétanchéités à l'air



Défaut d'étanchéité des membranes sur paroi légère



ITE : passage d'air entre isolant et mur



ITI : électricité traversant l'isolant



→ Chaque fois c'est une efficacité de l'isolation divisée par 2 à 4 !

14



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

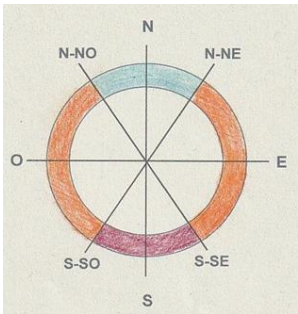
a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées



- Protections mobiles (intérieures possibles)
- Protections mobiles extérieures, avec facteur solaire < 0,20
- Débord, casquette, auvent...





En nouvelle référence : ce tableau issu de la RE2020*

... où la protection solaire tient compte :

- de la zone climatique (H1 à H3)
 - de l'exposition au bruit (BR1 à BR3)
 - de l'orientation et de l'inclinaison
 - du type d'utilisation du bâtiment
- (L'inertie de référence étant "Moyenne")

** Bien qu'elle ne concerne que le neuf, nous estimons qu'elle est tout aussi pertinente pour l'existant.*

[Lien vers l'arrêté du 4 aout 2021](#)

Zones H2a	Toutes altitudes		
Zones H1a, H1b et H2b	Altitude > 400 m	Altitude ≤ 400 m	
Zones H1c et H2c	Altitude > 800 m	Altitude ≤ 800 m	
Zones H2d et H3		Altitude > 400 m	Altitude ≤ 400 m
1. Baies exposées BR1 - locaux destinés au sommeil			
Baie verticale nord	0,65	0,45	0,25
Baie verticale autre que nord	0,45	0,25	0,15
Baie horizontale	0,25	0,15	0,1
2. Baies exposées BR2 ou BR3 - locaux destinés au sommeil			
Baie verticale nord	0,45	0,25	0,25
Baie verticale autre que nord	0,25	0,15	0,15
Baie horizontale	0,15	0,1	0,1
3. Baies exposées BR1 - hors locaux destinés au sommeil			
Baie verticale autre que nord	0,65	0,45	0,25
Baie horizontale	0,45	0,25	0,15
4. Baies exposées - BR2 ou BR3 hors locaux destinés au sommeil			
Baie verticale autre que nord	0,45	0,25	0,25
Baie horizontale	0,25	0,15	0,15



17



Quel type de protection selon le facteur solaire recherché ?

Solutions possibles	Facteur solaire recherché (g, en %)					Observation
	0,10	0,15	0,25	0,45	0,65	
Fermeture extérieure	Oui*	Oui	Oui	Oui	Oui	* Selon teinte et isolation
Store extérieur	Certains cas (1)	Oui*	Oui	Oui	Oui	* Selon toile ou lames
Store incorporé au vitrage	Non	Certains cas (1)	Oui*	Oui	Oui	* Selon toile ou lames
Store intérieur	Non	Non	Certains cas (1)	Oui*	Oui	* Selon toile ou lames

(1) Le facteur solaire dépend également du vitrage, de la menuiserie, de la position de la baies dans l'épaisseur du mur... Dans les cas intermédiaires, il est donc nécessaire de prendre en compte ces paramètres pour justifier du respect des exigences réglementaires.



18



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées

Une multitude de solutions **mobiles**, fixes, saisonnières...

Extrait de la formation
« Rénovation
performante » ([lien](#))



19



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées

Une multitude de solutions mobiles, **fixes**, saisonnières...

Extrait de la formation
« Rénovation
performante » ([lien](#))



20



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées

Extrait de la formation
« Rénovation
performante » ([lien](#))



21



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées

Extrait de la formation
« Rénovation
performante » ([lien](#))

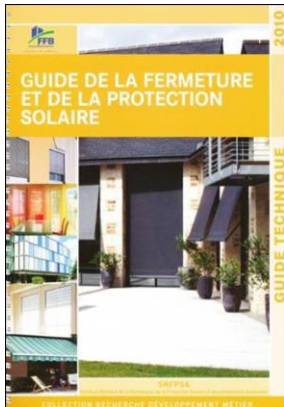


22



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées



... Un ouvrage de référence, même s'il n'intègre ni les protections végétales, ni les masques architecturaux,

... mais il est vrai qu'il est proposé par le syndicat de la fermeture et de la protection solaire (SNFPSA) !

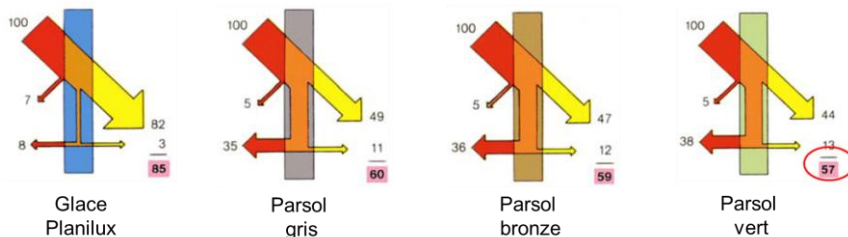


23



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées



Composer avec des vitrages à contrôle solaire, et surtout installer des films protecteurs, ne représente qu'une solution par défaut, lorsque la pose de protections solaires est complexe et/ou sur des parties de bâtiment fortement vitrées



24



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

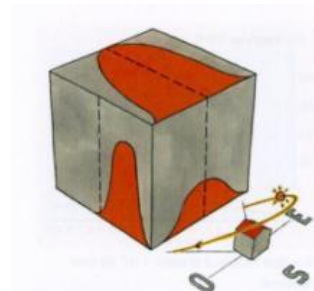
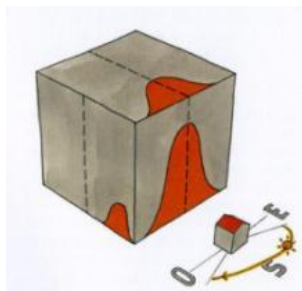
- a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées**
- b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées**
- c. Ajuster la conception du bâtiment (quelques exemples)**

25



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

- c. Ajuster la conception du bâtiment**



La façade Sud prend le soleil l'hiver, l'été ce sont les façades Est et Ouest et la toiture

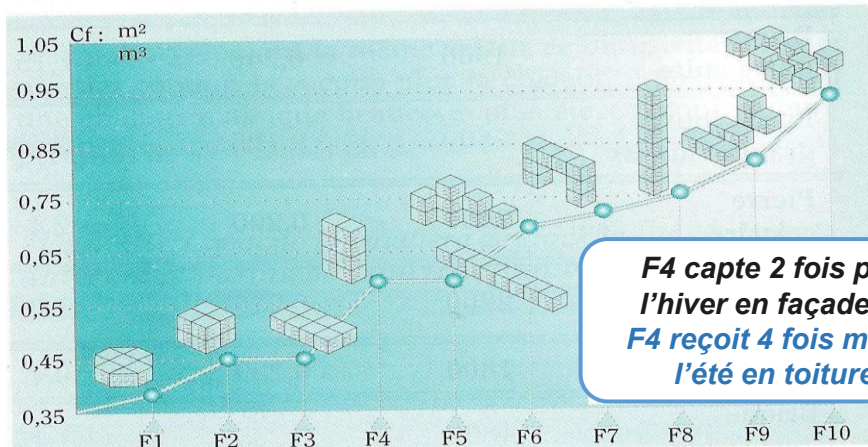


26



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

c. Ajuster la conception du bâtiment

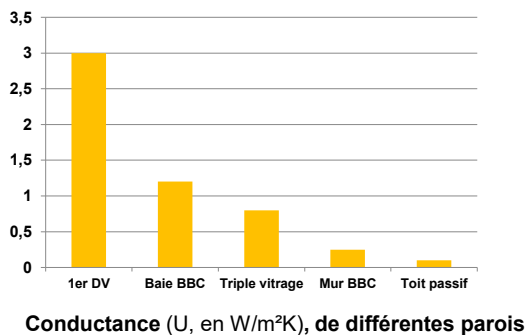


27



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

c. Ajuster la conception du bâtiment



Même si on arrêtait 100% du rayonnement solaire, une baie vitrée BBC, c'est par exemple encore 5 fois plus conducteur qu'un mur BBC !

→ On limite les surfaces vitrées



28

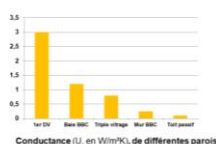


Oui mais, il faut
garder à l'esprit que :

- le vitrage peut représenter la première source de chauffage en hiver ;
- vitrer génère du confort (lumière naturelle, besoin d'avoir une relation à l'extérieur...), ou de l'inconfort (éblouissement...)

1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

c. Ajuster la conception du bâtiment



Même si on arrêteait 100% du rayonnement solaire, une baie vitrée BBC, c'est par exemple encore 5 fois plus conducteur qu'un mur BBC !

→ On limite les surfaces vitrées

28



29



On trouve souvent un seuil maximum de 15 à 20%* de surfaces vitrées, dont au moins 40% sur la façade sud... exceptées certaines équipes de conception qui, souvent aidées de STD (simulations thermiques dynamiques), se permettent de sortir de ces proportions courantes**.

* Surface baies vitrées donnée en pourcentage de la surface habitable.

** Pour le neuf la RE impose des proportions mini, avec en problématique principale le confort visuel.

Oui mais, il faut
garder à l'esprit que :

- le vitrage peut représenter la première source de chauffage en hiver ;
- vitrer peu génère de l'inconfort (lumière naturelle, besoin d'avoir une relation à l'extérieur...)



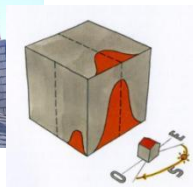
30



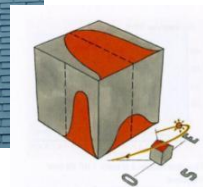
1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

c. Ajuster le conception du bâtiment

Une lucarne au sud capte surtout le soleil en hiver.



Une fenêtre de toit transforme les combles en four solaire.



→ On ajuste le type de baie



31



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

c. Ajuster le conception du bâtiment

- Choisir des systèmes pouvant s'adapter finement aux besoins / acceptant des débits faibles, et les régler finement, les entretenir...
- Etudier la possibilité de tempérer l'air entrant : double flux (DF adiabatique ?), voire avec un puits climatique ou hydraulique ? (Cf. chapitre « rafraîchissement »)
- Ajuster les hottes (évacuation pour l'été, récupération pour l'hiver...)
- Choisir des moteurs économes, et les réserver à des espaces séparés thermiquement des lieux de vie

→ Choisir un système de ventilation optimisée



32



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

c. Ajuster le conception du bâtiment



Rappel : la surventilation nocturne
c'est un débit d'air 5 à 20 fois
supérieur à la ventilation hygiénique ;
elle ne peut se faire par la VMC !

→ On ajuste le type, l'emplacement et la
surface des baies, mais également
l'écoulement de l'air au sein du bâtiment



33



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

a. Avoir des parois lourdes et épaisses, et/ou des parois fortement isolées

b. Avoir des protections solaires devant les baies vitrées

c. Ajuster la conception du bâtiment

d. Surventiler les parements au soleil

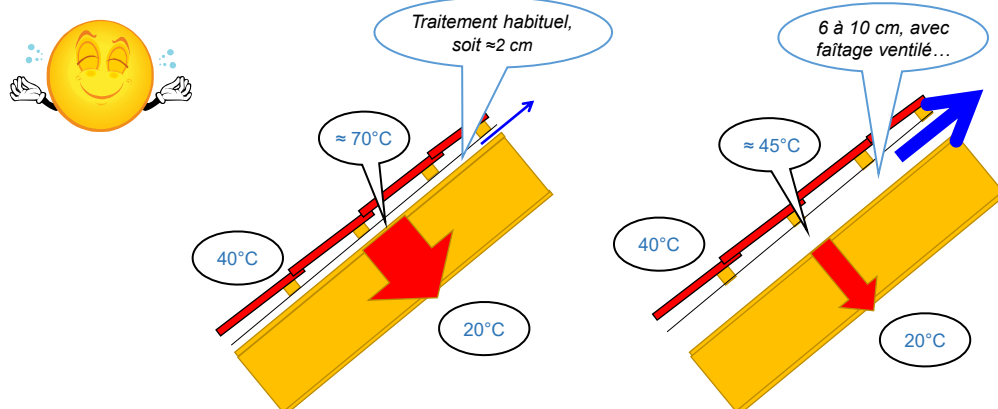


34



1de4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil



Situation pouvant correspondre en pan sud, à un milieu de matinée en été après une nuit fraîche, ou une fin de matinée en entre saison



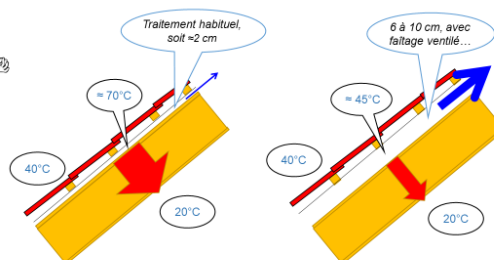
35



Pour une même isolation, c'est 2 fois plus de calories qui rentrent dans l'exemple de gauche que dans celui de droite !

1de4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil



Situation pouvant correspondre en pan sud, à un milieu de matinée en été après une nuit fraîche, ou une fin de matinée en entre saison



36

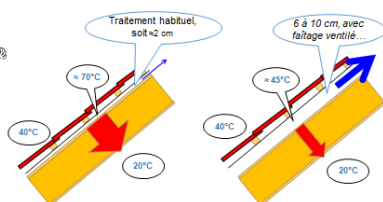


En fait, le flux thermique est plus de 2 fois moindre côté droit car le pouvoir isolant des matériaux baisse lorsque la température s'élève*.

Par exemple pour une laine minérale ayant un λ de 0,034 à 0°C, il est alors de l'ordre de 0,054 W/mK à 80°C.



... La pertinence de sur-ventiler les parements exposés au soleil d'été !



→ Le flux de chaleur étant proportionnel à la différence de température de part et d'autre, le complexe de gauche laisse passer 2 fois plus de calories que celui, identique, de droite.

216

* Cette dégradation du λ est plus importante avec les isolants conventionnels (laine minérale, PSE, PUR...) du fait qu'ils se sont pas hygroscopiques, contrairement aux isolants biosourcés.

37



1de4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil

Extrait de la formation
« Rénovation performante » ([lien](#))



« **Simplement : on met le bâtiment à l'ombre !** »

Jean-Marie Haquette, architecte,
Arcanne

157



38



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil

Extrait de la formation
« Rénovation
performante » ([lien](#))



39



1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil

Extrait de la formation
« Rénovation
performante » ([lien](#))



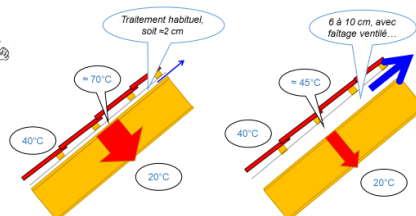
40



**Surventiler les
parements au soleil
concerne principalement la
toiture, mais peut nous
tenter également pour les
façades Est et Ouest !**

1de4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil



Situation pouvant correspondre en pan sud, à un milieu de matinée en été après une nuit fraîche, ou une fin de matinée en entre saison

34

41



1de4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil



***Ou si ce n'est pas possible : les choisir de couleur claire !
(Peinture réfléchissante ? Mais cela joue négativement pour l'hiver)***



42



Vouloir avoir des parements clairs voire réfléchissants peut également nous inspirer pour les façades, les protections solaires, les mains courantes... (voir les toitures inclinées ?)

Mais attention à l'incidence esthétique de ces choix et, particulièrement pour les sols de terrasse, aux risques d'éblouissement !



e4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil



Ou, si ce n'est pas possible : les peindre en couleur claire, avec dans l'idéal une peinture réfléchissante

43



Pour limiter les surchauffes :

- **E**mpêcher le chaud de rentrer dans les bâtiments
- **Limiter la production de chaleur interne**
- **L**imiter l'inconfort dû aux calories
- **D**issiper la chaleur

44



2de4. Limiter les apports internes

a. Du fait de la conception



Ajuster l'organisation des espaces (les uns par rapport aux autres, et vis-à-vis des lieux/risques de surchauffes).



45



2de4. Limiter les apports internes

a. Du fait de la conception



Plancher, plafond ou mur chauffants : il existe des options à inertie moyenne à faible

Ajuster l'organisation des espaces (les uns par rapport aux autres, et vis-à-vis des lieux/risques de surchauffes). **Ajuster emplacements et choix du chauffage, des équipements, des lampes et luminaires...**

46



2de4. Limiter les apports internes

b. Du fait de comportements adaptés



Ouvrir/fermer les fenêtres,
Ouvrir/fermer les rideaux,
Ajuster les protections solaires,
... de manière opportune

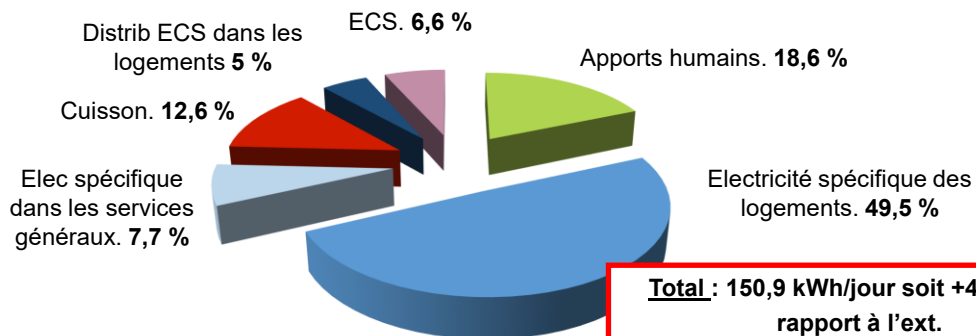


47



2de4. Limiter les apports internes

b. Du fait de comportements adaptés



Logements collectifs - Evaluation des apports internes en juin



48



2de4. Limiter les apports internes

Il faut ajuster son comportement, ne choisir que des appareils performants (A, A+...), et chercher à limiter leur nombre. Penser également à couper l'alimentation des appareils en veille !



Logements collectifs - Evaluation des apports internes en juin



49



2de4. Limiter les apports internes

b. Du fait de comportements adaptés



Logements collectifs - Evaluation des apports internes en juin



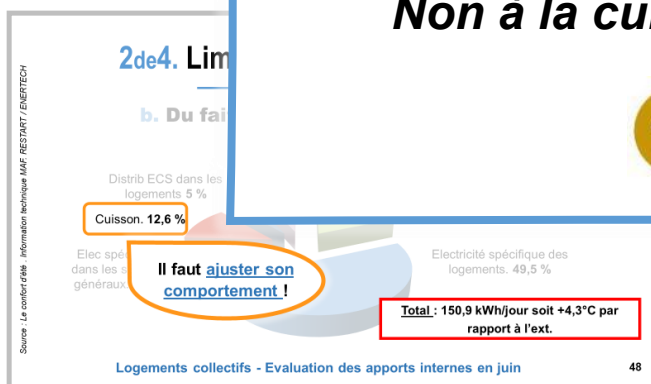
50



En été :

Oui à la Plancha !

Non à la cuisson au four !



51



Faciliter les comportements adaptés

En France, nous avons 40 ans d'expérience dans les programmes MDE*



* Selon : "Maîtrise des dépenses électriques" ou "Maîtrise des demandes d'électricité"

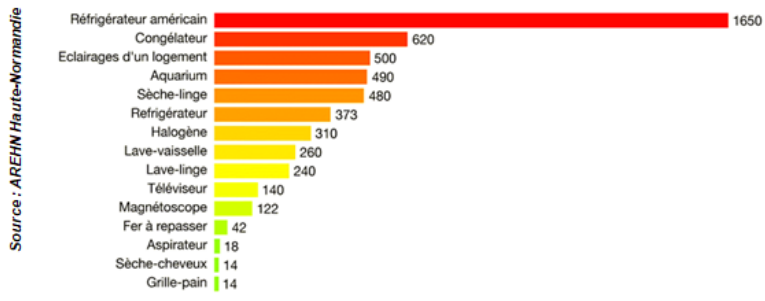


52



Faciliter les comportements adaptés

Limitez les apports internes !



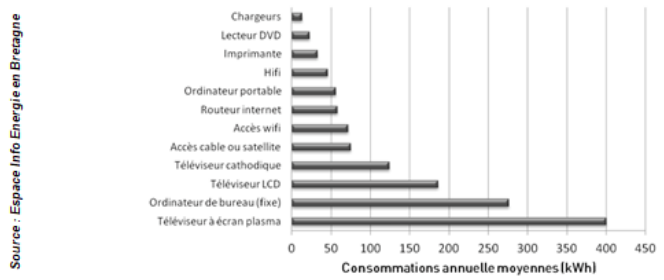
Quelques exemples de consommations.

116



Faciliter les comportements adaptés

Limitez les apports internes !



Le poste multimédia (audio, vidéo, hifi, TV...) représente 30 % des conso d'électricité spécifique des ménages. Poste le plus consommateur, il est surtout celui qui augmente le plus rapidement depuis qq. années.

117



Pour limiter les surchauffes :

- **E**mpêcher le chaud de rentrer dans les bâtiments
- **L**imiter la production de chaleur interne
- **Limiter l'inconfort dû aux calories**
- **D**issiper la chaleur

55



3^{de}4. Limiter l'inconfort dû aux calories

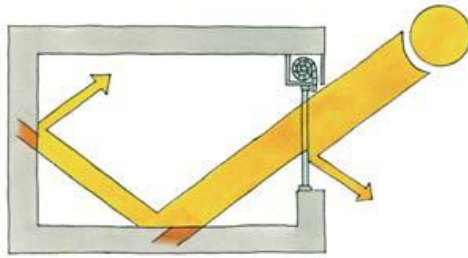
a. L'inertie intérieure (en été)

56



3de4. Limiter l'inconfort dû aux calories

a. L'inertie intérieure (en été)



... La pertinence de l'inertie intérieure (parements intérieurs épais en matériaux lourds) est d'autant plus réelle que le rafraîchissement du bâtiment par sur-ventilation nocturne est possible :

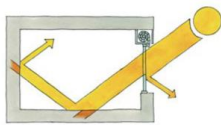


57



3de4. Limiter l'inconfort dû aux calories

a. L'inertie intérieure (en été)



... La pertinence de l'inertie intérieure (parements intérieurs épais en matériaux lourds) est d'autant plus réelle que le rafraîchissement du bâtiment par sur-ventilation nocturne est possible :



55

Oui mais l'inertie intérieure doit également correspondre au type d'utilisation de chaque pièce en période de chauffe.

Parements inertiels ou à faible éffusivité ? Il faudra arbitrer, et ajuster leur emplacement !



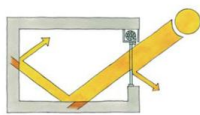
58



Plus nous nous éloignons des situations favorables à la surventilation nocturne (bâtiment traversant en zone à chute de température nocturne), plus ce rafraîchissement nocturne (nightcooling) devra être ajusté en amont grâce à une étude fluide.

3^{de}4. Limiter l'inconfort dû aux calories

a. L'inertie intérieure (en été)



... La pertinence de l'inertie intérieure (parements intérieurs épais en matériaux lourds) est d'autant plus réelle que le rafraîchissement du bâtiment par sur-ventilation nocturne est possible.

55



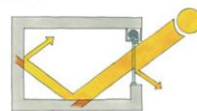
59



De toutes les pistes présentées, c'est celle qui est le plus impactée par les canicules. Si vous comptez fortement sur le duo inertie intérieure/surventilation nocturne, il vous faudra alors augmenter les marges de sécurité (→ inertie intérieure très lourde...), ou choisir un système de rafraîchissement en sécurité.

4. Limiter l'inconfort dû aux calories

a. L'inertie intérieure (en été)



... La pertinence de l'inertie intérieure (parements intérieurs épais en matériaux lourds) est d'autant plus réelle que le rafraîchissement du bâtiment par sur-ventilation nocturne est possible.



60



3^{de}4. Limiter l'inconfort dû aux calories

b. Créer des mouvements d'air, et/ou avoir des parois plutôt fraîches

61



3^{de}4. Limiter l'inconfort dû aux calories

b. Créer des mouvements d'air, et/ou avoir des parois plutôt fraîches

 Zone de **confort hygrothermique** pour une activité sédentaire, une vitesse d'air minimale (0,1 m/s) et des tenues vestimentaires moyennes d'hiver et d'été.

 Extension de la zone de confort hygrothermique due à la **ventilation par augmentation de la vitesse d'air** : de 0,1 à 1,5 m/s

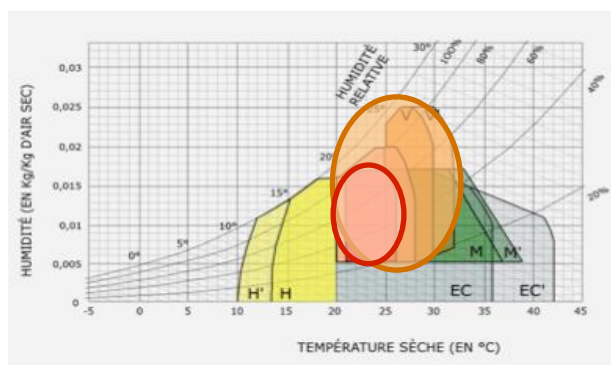


Diagramme de l'ambiance bioclimatique
(JL Izard, Labo ABC Marseille Luminy)

62

3^{de}4. Limiter l'inconfort dû aux calories



b. Créer des mouvements d'air, et/ou avoir des parois plutôt fraîches

- Zone de **confort hygrothermique** pour une activité sédentaire, une vitesse d'air minimale (0,1 m/s) et des tenues vestimentaires moyennes d'hiver et d'été.
- Zone des conditions hygrothermiques compensables par **l'inertie thermique intérieure associée à la protection solaire** et à l'utilisation d'**enduits clairs**

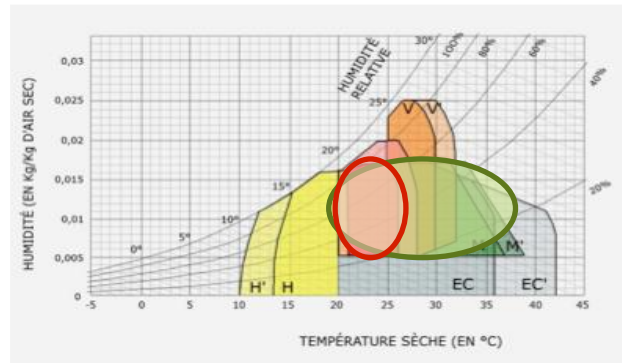


Diagramme de l'ambiance bioclimatique
(JL Izard, Labo ABC Marseille Luminy)



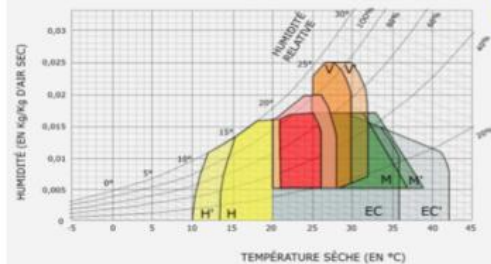
63

Le confort (hygro) thermique



Le diagramme de l'ambiance bioclimatique

- Zone de **confort hygrothermique** pour une activité sédentaire, une vitesse d'air minimale (0,1 m/s) et les tenues vestimentaires moyennes d'hiver et d'été.
- Zone des conditions hygrothermiques compensables par **l'inertie thermique associée à la protection solaire** et à l'utilisation d'**enduits clairs**
- Extension de la zone de confort hygrothermique due à la **ventilation par augmentation de la vitesse d'air, de 0,1 à 1,5 m/s**
- Zone des conditions hygroth^o compensables par une **conception solaire passive** du bâtiment
- Zone des conditions hygrothermiques qui nécessitent **l'humidification de l'air**
- Zone des conditions hygroth^o compensables par l'utilisation de **systèmes passifs de refroidissement par évaporation**



Source : JL Izard, Labo ABC Marseille Luminy

201

64



Pour limiter les surchauffes :

- **E**mpêcher le chaud de rentrer dans les bâtiments
- **L**imiter la production de chaleur interne
- **L**imiter l'inconfort dû aux calories
- **Dissiper la chaleur**

65



4^{de}4. Dissiper la chaleur

a. Ventilation... et sur-ventilation nocturne

1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

d. Surventiler les parements au soleil

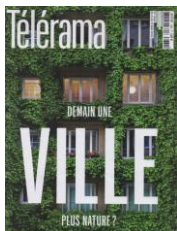
3^{de}4. Limiter l'inconfort dû aux calories

a. L'inertie intérieure (en été)

1^{de}4. Empêcher le chaud de rentrer

c. Ajuster le conception du bâtiment

66



Limitier les surchauffes : 4 pistes à actionner

- Empêcher le chaud de rentrer dans les bâtiments
- Limiter la production de chaleur interne
- Limiter l'inconfort dû aux calories
- Dissiper la chaleur



Parallèlement à ces pistes, qui ne concernent que le bâtiment, d'autres solutions peuvent être prises au niveau de l'environnement proche, du quartier : déminéralisation/végétalisation des abords, plans d'eau...



Les villes riches de parcs, d'arbres, de toitures végétalisées... permettent des espaces publics et privés plus confortables en été !

Lien vers une conférence passionnante de Marc Barra sur la biodiversité en ville : <https://faire-ensemble-et-autrement.eu/>



67

Récapitulons !



	Obligatoire ou optionnel ?	
Parois lourdes et/ou isolées		▶▶
Protections solaires des baies		▶▶
Ajuster la conception du bâtiment		▶▶
Surventiler les parements		▶▶
Inertie intérieure		▶▶
Ajuster la conception intérieure		▶▶
Ajuster ses comportements		▶▶
Sur-ventilation nocturne		▶▶

D'autres pistes existent, mais à potentiel moindre. Elles séduiront surtout lorsqu'une ou plusieurs de ces pistes principales ne sont pas actionnables !



68



**« ... Vous avez
besoin d'une clim ?
Mettez votre architecte
à la porte ! »**

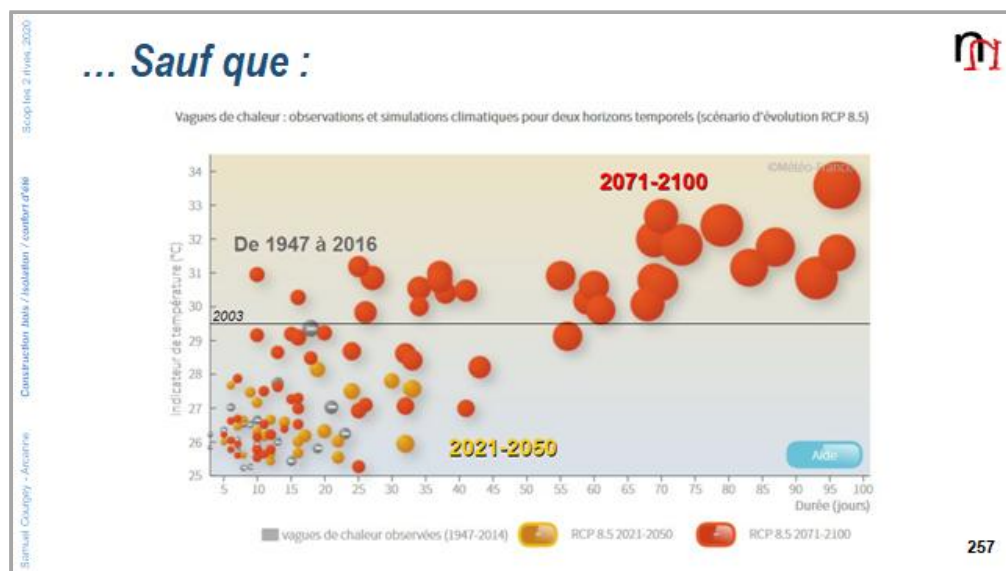


Jean-Pierre OLIVA

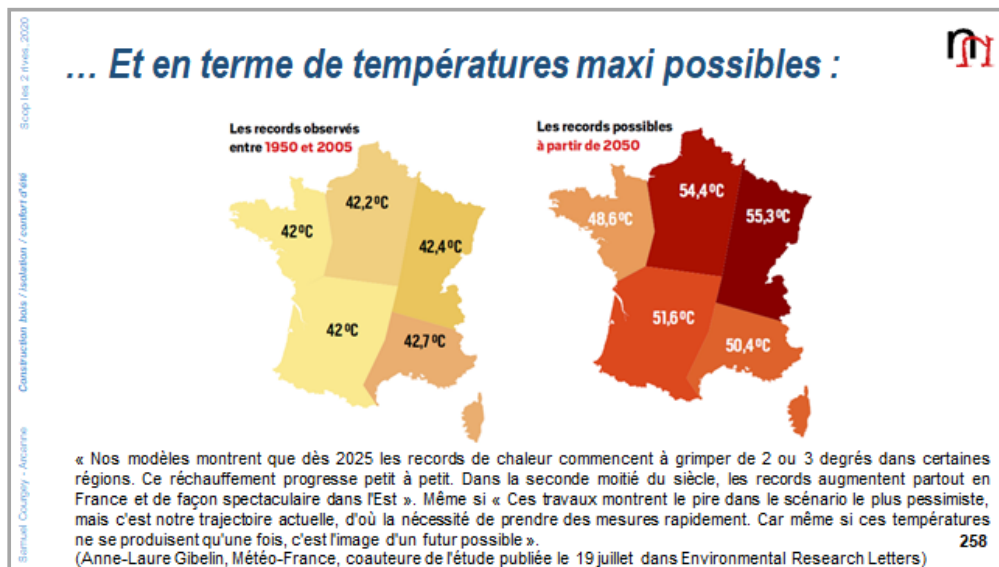
222



69



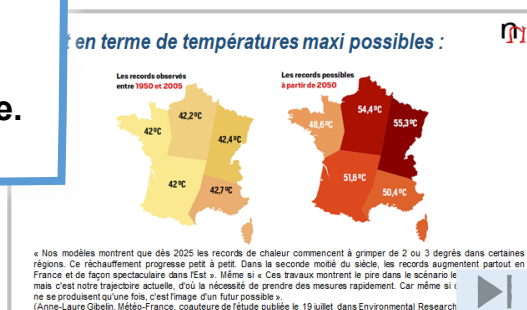
70



71



Vu que l'on construit /réhabilite pour plusieurs décennies, en cas de doutes, faites réaliser une STD (Simulation Thermique Dynamique), et ce avec les températures prévues en 2050/2075. Et si vous avez des doutes vis à vis des risques de surchauffe, selon la situation : installer un système de rafraîchissement, ou prévoyez les éléments qui faciliteront une pose ultérieure.



72



Systèmes de rafraîchissement

Nombre de systèmes a un meilleur bilan que la "clim" !

- Brasseurs d'air
- Refroidissement par évaporation (brumisateurs, VMC adiabatique...)
- , ou le mixte « ventilateurs brumisateurs »
- Puits climatique (puits provençal)
- Puits (provençal) hydraulique
- Circulation d'eau tempérée (en sol, mur, plafond, poutres ou plinthes, et à partir de sondes verticales ou horizontales, d'une nappe phréatique, des pieux de fondation, des égouts, de la mer... avec simple échangeur ou Pompes à Chaleur)



"Petit" livre très accessible faisant le tour du sujet



73



L'estimation d'un besoin à venir de rafraîchissement doit être pensée en amont, avant de définir la technologie des systèmes de ventilation et de chauffage.

Systèmes de rafraîchissement

Nombre de systèmes a un meilleur bilan que la "clim" !

- Brasseurs d'air
- Refroidissement par évaporation (brumisateurs, VMC adiabatique...)
- , ou le mixte « ventilateurs brumisateurs »
- Puits climatique (puits provençal)
- Puits (provençal) hydraulique
- Circulation d'eau tempérée (en sol, mur, plafond, poutres ou plinthes, et à partir de sondes verticales ou horizontales, d'une nappe phréatique, des pieux de fondation, des égouts, de la mer... avec simple échangeur ou Pompes à Chaleur)



"Petit" livre très accessible faisant le tour du sujet

63



74

Rappel :

La clim (PAC air/air) est aux systèmes de rafraîchissement ce que le convecteur électrique est au chauffage : la solution très souvent la moins pertinente en matière de confort et d'efficacité énergétique*. Et parce que son rendement chute lorsque l'air extérieur est réellement chaud, s'il elle palie aux limites des bâtiments sensibles aux surchauffes, elle n'est aucunement un moyen efficace pour garantir le confort pour les canicules à venir.



Systèmes de rafraîchissement

Nombre de systèmes a un meilleur bilan que la

Clim !

- o Brasseurs d'air
- o Refroidissement par évaporation (brumisateur, VMC adiabatique...)
- o , ou le mixte « ventilateurs brumisateur »
- o Puits climatique (puits provençal)
- o Puits (provençal) hydraulique
- o Circulation d'eau tempérée (en sol, mur, plafond, poutres ou plinthes, et à partir de sondes verticales ou horizontales, d'une nappe phréatique, des pieux de fondation, des égouts, de la mer... avec simple échangeur ou Pompes à Chaleur)



"Petit" livre très accessible faisant le tour du sujet

63



** Et nous ne développons pas ici l'incidence environnementale des gaz réfrigérés, qui peut être forte, et le coût de fabrication / gestion de fin de vie de cet équipement peu pérenne.*

75

Récapitulons !

	Obligatoire ou optionnel ?
Parois lourdes et/ou isolées	Obligatoire (au moins 1 des 2)
Protections solaires des baies	Obligatoire
Ajuster la conception du bâtiment	Obligatoire
Surventiler les parements	+/- possible/nécessaire, mais très séduisant
Inertie intérieure	+/- possible/nécessaire, mais très séduisant
Ajuster la conception intérieure	Obligatoire
Ajuster ses comportements	Obligatoire
Sur-ventilation nocturne	+/- possible/nécessaire, mais très séduisant

Sur l'ensemble de ces principales pistes :

- une seule ne fonctionne pas en cas de canicule : la surventilation nocturne
 - une seule ne fonctionne pas en construction bois : parois lourdes
 - seules les "non obligatoires" sont qq. fois quasi impossibles en réhab

Cela permet de relativiser, n'est-ce pas ?



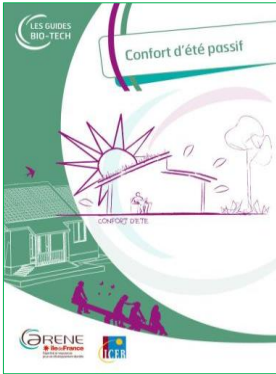
76



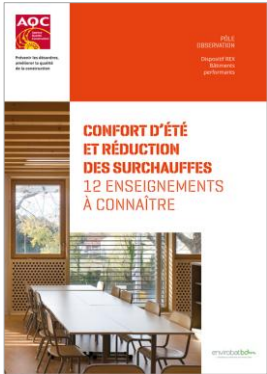


Premiers ouvrages (gratuits) en référence

Ouvrages expliquant les phénomènes, et présentant les principales dispositions constructives adaptées pour éviter les surchauffes... en toute saison



... Et sa version dessinée

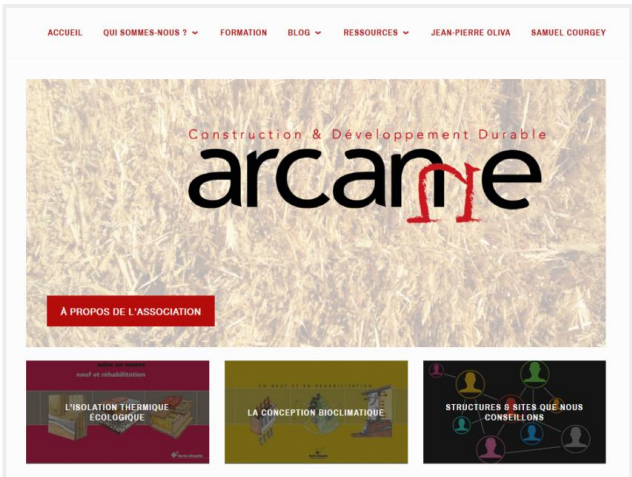


Chaque image est liée à un lien hypertexte

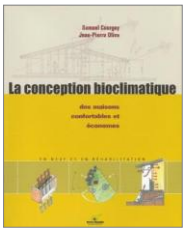
77



Pub...Pub... Pub... Pub... Pub... Pub... Pub...

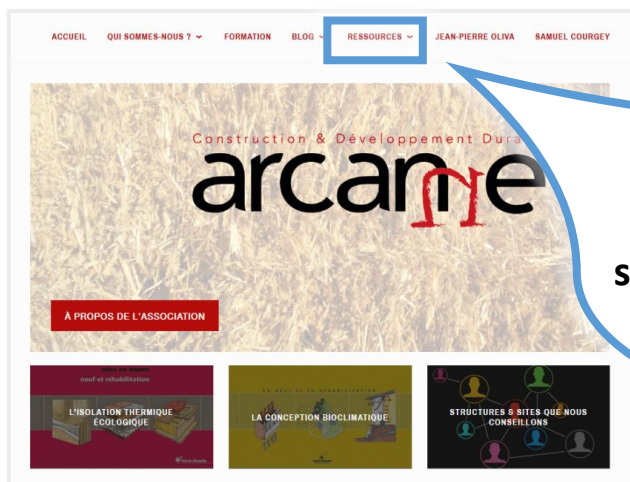


<https://associationarcanne.com>



Chaque image est liée à un lien hypertexte

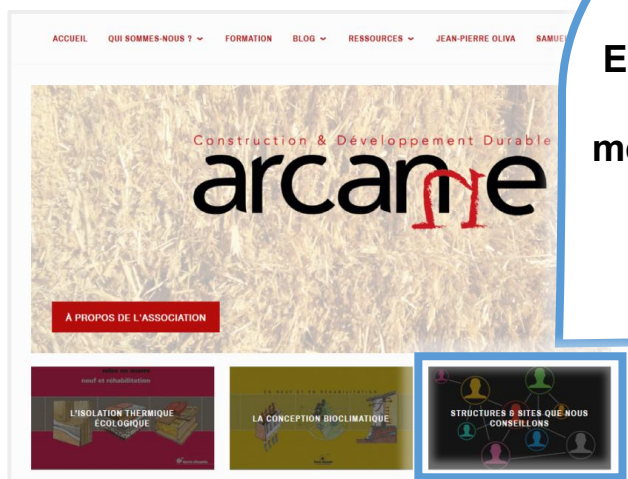
78



Dont une page ressources
sur le sujet « confort d'été »
([Lien](https://associationarcanne.com))

<https://associationarcanne.com>

79



Sur son site internet,
Arcanne met en avant de
nombreuses structures.
En Bourgogne Franche-Comté
par exemple, Arcanne est
membre de l'[AJENA](#), du [Cluster
Robin.s](#), de [BF2C](#) et de
[Terragilis](#).

(Liens actifs)

<https://associationarcanne.com>

80



Merci... et place aux échanges !

81



Récapitulons !

	Obligatoire ou optionnel ?	
Parois lourdes et/ou isolées	Obligatoire (au moins 1 des 2)	▶
Protections solaires des baies	Obligatoire	▶
Ajuster la conception du bâtiment	Obligatoire	▶
Surventiler les parements	+/- possible/nécessaire, mais très séduisant	▶
Inertie intérieure	+/- possible/nécessaire, mais très séduisant	▶
Ajuster la conception intérieure	Obligatoire	▶
Ajuster ses comportements	Obligatoire	▶
Sur-ventilation nocturne	+/- possible/nécessaire, mais très séduisant	▶

D'autres pistes existent, mais à potentiel moindre. Elles séduiront surtout lorsqu'une ou plusieurs de ces pistes principales ne sont pas actionnables !

82



**Pour une facture énergétique de 200 € pour la clim,
coût en €uros constants sur 10 ans...**

	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans	50 ans
Pour une augmentation de l'énergie de 2 % par an	2.190	4.860	8.110	12.080	16.920
Pour une augmentation de l'énergie de 4 % par an	2.400	5.960	11.220	19.000	30.530
Pour une augmentation de l'énergie de 6 % par an	2.640	7.360	15.810	30.950	58.070
Pour une augmentation de l'énergie de 8 % par an	2.900	9.150	22.660	51.810	114.750

→ Réalisons de plus qu'une clim (PAPC air/air) perd drastiquement de son rendement en cas de fortes chaleurs, qu'elle sera à changer plusieurs fois...

ENVOLEE DES PRIX sur 12 mois (Octobre 2020 à octobre 2021, soit avant le conflit ukrainien) →

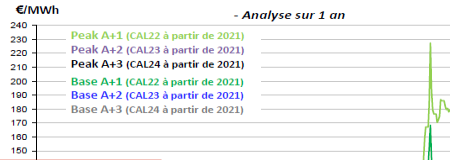
Pour une facture énergétique de 2000 € (moyenne 2020 par logement), coût en €uros constants sur 10 ans...

	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans	50 ans
Pour une augmentation de l'énergie de 2 % par an	21.900	48.590	81.140	120.800	169.160
Pour une augmentation de l'énergie de 4 % par an	24.010	59.560	112.170	190.050	305.330
Pour une augmentation de l'énergie de 6 % par an	26.360	73.570	158.120	309.520	580.670
Pour une augmentation de l'énergie de 8 % par an	28.970	91.520	226.570	518.110	1.147.540

→ Réalisons qu'une rénovation BBC divise la facture de chauffage par 3 à 8 !

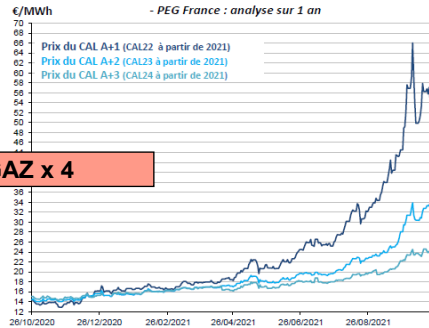
29

Marché de gros de l'électricité France



ELECTRICITE x 3

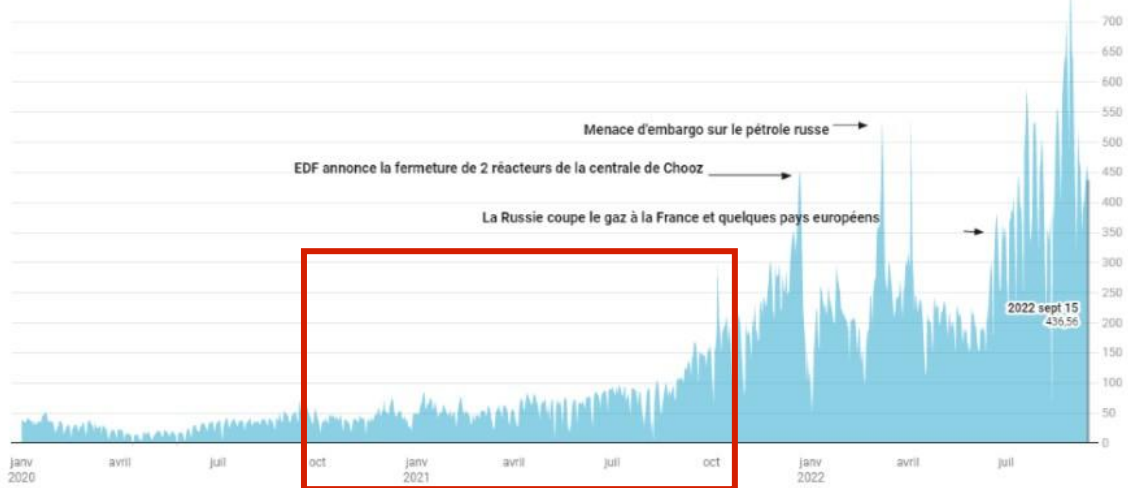
Marché de gros du gaz en France



GAZ x 4

86

Et sur une échelle plus longue, intégrant le conflit ukrainien



Evolution du prix de l'électricité sur le marché de gros (EpeX Spot France).

87

Rappel :

La clim (PAC air/air) est aux systèmes de rafraîchissement ce que le convecteur électrique est au chauffage : la solution très souvent la moins pertinente en matière de confort et d'efficacité énergétique*. Et parce que son rendement chute lorsque l'air extérieur est réellement chaud, s'il elle palie aux limites des bâtiments sensibles aux surchauffes, elle n'est aucunement un moyen efficace pour garantir le confort pour les canicules à venir.



Systèmes de rafraîchissement

Nombre de systèmes a un meilleur bilan que la

Clim !

- Brasseurs d'air
- Refroidissement par évaporation (brumisateur, VMC adiabatique...)
- , ou le mixte « ventilateurs brumisateur »
- Puits climatique (puits provençal)
- Puits (provençal) hydraulique
- Circulation d'eau tempérée (en sol, mur, plafond, poutres ou plinthes, et à partir de sondes verticales ou horizontales, d'une nappe phréatique, des pieux de fondation, des égouts, de la mer... avec simple échangeur ou Pompes à Chaleur)



"Petit" livre très accessible faisant le tour du sujet

63



** Et nous ne développons pas ici l'incidence environnementale des gaz réfrigérés, qui peut être forte, et le coût de fabrication / gestion de fin de vie de cet équipement peu pérenne.*

88