



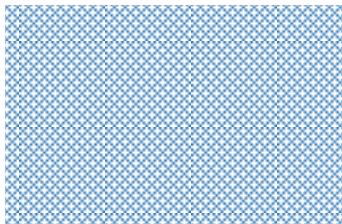
Réhabilitation énergétique

+ Focus : matériaux biosourcés



Samuel COURGEY
Référent technique
Auteur – Formateur

SOMMAIRE



1. Posons le sujet
 2. Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant
 3. Complémentarité des options de base
 4. En guise de conclusion
 5. Ressources
- + Focus sur matériaux biosourcés





De plus, avant : 2 rappels !



SOMMAIRE

1. Posons le sujet
 2. Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant
 3. Complémentarité des options de base
 4. En guise de conclusion
 5. Ressources
- + Focus sur matériaux biosourcés

3

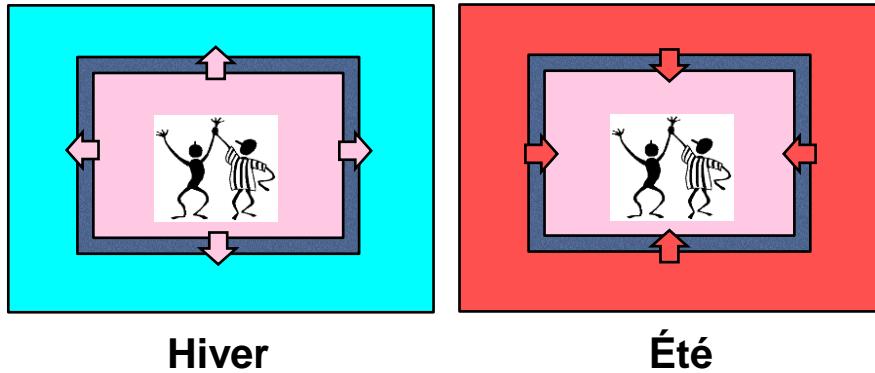
4

1

Thermique



THERMIQUE - LES BASES



6

THERMIQUE - LES BASES

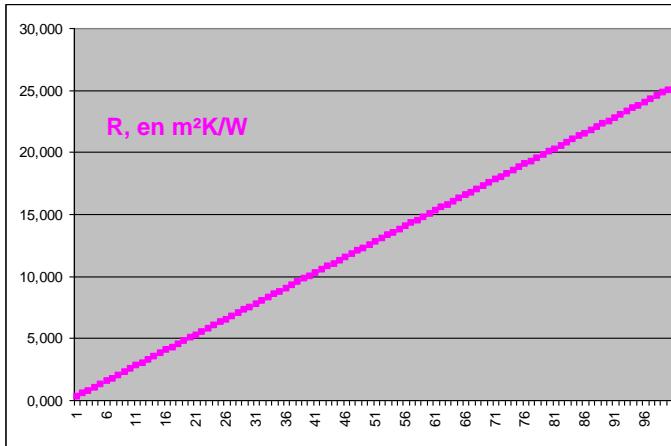


- Le flux (thermique) se fait du chaud au froid
- L'intensité du flux dépend des matériaux constituant la paroi et de la différence de température (Δt), de part et d'autre de la paroi
- Ça « marche » dans les deux sens... et peu importe la saison
- La conductance (thermique) "**U**" (ou "coefficient de transmission thermique surfacique"), en **W/m²K** exprime l'aspect conducteur/isolant d'une paroi
- Pour calculer le **U** d'une paroi, il faut d'abord calculer son inverse "**R**", c'est-à-dire sa "résistance thermique" (en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)

7



Résistance thermique **R** d'une couche d'isolant (λ de 0,04) selon épaisseur :

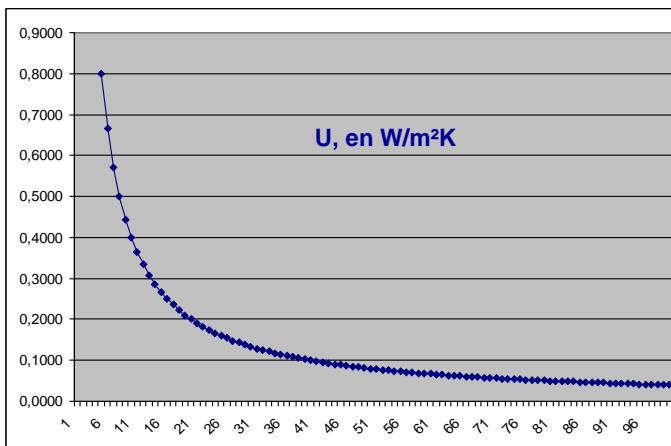


La résistance thermique **R** correspond à une étape de calcul permettant de déterminer la conductance (**U**)

9



Conductance thermique **U** d'une couche d'isolant (λ de 0,04) selon épaisseur :

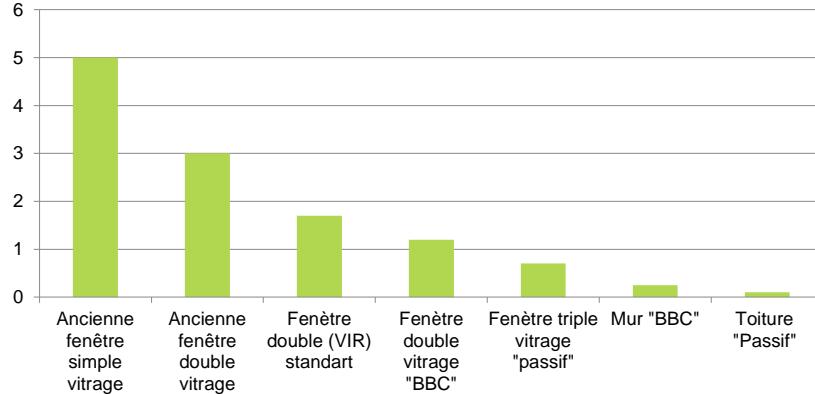


La conductance **U** nous renseigne de la capacité d'une couche de matériau ou d'une paroi à laisser passer les calories.

10

Exemples de conductances

(Valeur U, en W/m²K)

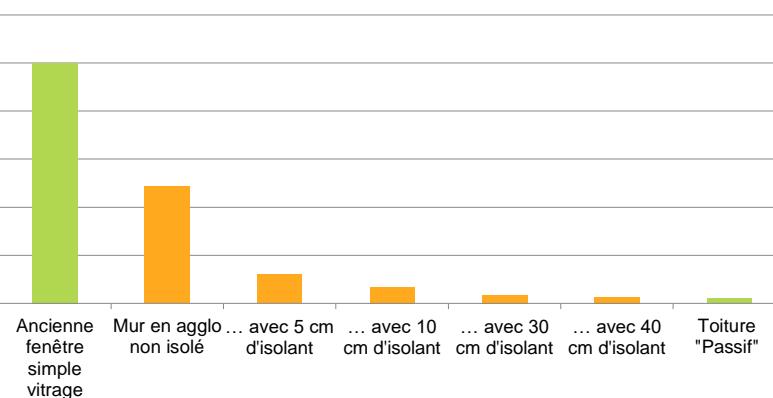


12

Calculs réalisés avec un isolant ayant une conductivité λ de 0.04 W/mK

Exemples de conductances

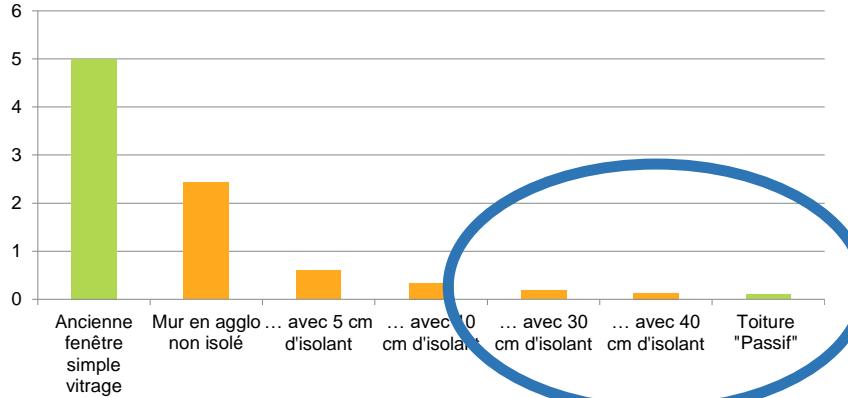
(Valeur U, en W/m²K)



13

Calculs réalisés avec un isolant ayant une conductivité λ de 0,04 W/mK

Exemples de conductances (Valeur U, en W/m²K)



14

Le calcul du U de chaque paroi est la base de toute étude thermique.

Rapide présentation du calcul du U d'une paroi



19

Calcul des déperditions d'une paroi



$U = 2.43 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$

32

2.
Confort
thermique



***Mais au fait,
que recherche-
t-on ?***

Être bien !





Bien être !

36



Être bien

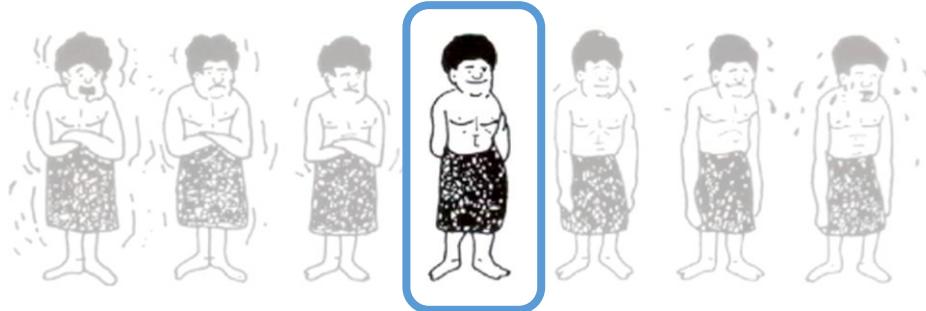
Bien être

CONFORT THERMIQUE



Le confort thermique

... c'est à dire, n'avoir
ni trop chaud, ni trop froid !

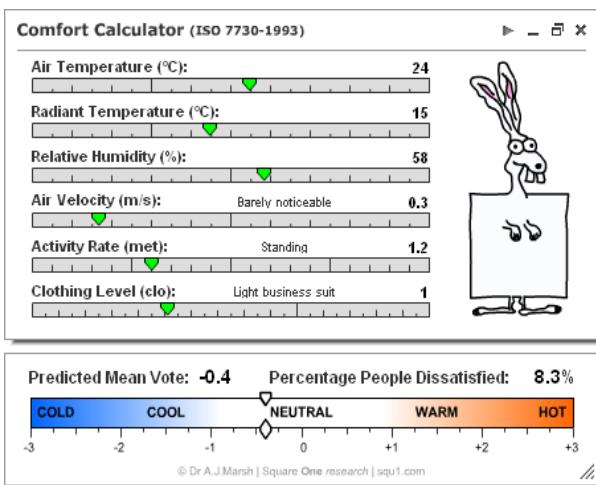


La norme **NF EN ISO 7730** définit le confort thermique

38



Le confort thermique



La norme
NF EN ISO 7730
donne un pourcentage de
personnes statistiquement
satisfaites/ insatisfaites du
confort thermique.

Source : <http://squ1.com>

39



Le confort thermique

D'après la norme **NF EN ISO 7730**, en plus de l'habillement et de l'activité physique, quatre critères interviennent dans le confort thermique :

- **la température de l'air**
- **la température des parois**
- **le mouvement de l'air**
- **l'humidité de l'air**

Ce qui coûte le plus cher à produire, au porte-monnaie comme à l'environnement, c'est éléver la t° de l'air (selon le type de bâtiment : 7 à 20% de chauffage en plus par degré supplémentaire).

40



Un des objets étant d'économiser l'énergie, nous interviendrons entre autres afin de :

- **ne pas avoir de courants d'air perceptibles : attention aux inétanchéités à l'air, et à l'emplacement des entrées d'air !**
- **ne pas avoir un air trop sec ou trop humide : veiller à gérer correctement les débits de renouvellement d'air !**

Le confort

D'après la norme **NF EN ISO 7730**, en plus de l'habillement et de l'activité physique, quatre critères interviennent dans le confort thermique :

- la température de l'air
- la température des parois
- le mouvement de l'air
- l'humidité de l'air

Ce qui coûte le plus cher à produire, au porte-monnaie comme à l'environnement, c'est éléver la t° de l'air (selon le type de bâtiment : 7 à 20% de chauffage en plus par degré supplémentaire).

41

41

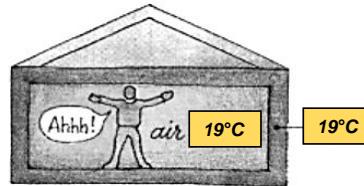


Le confort thermique

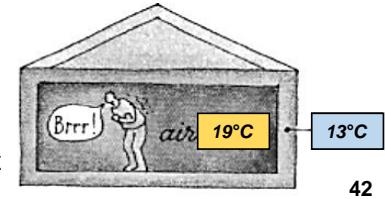
Avec une humidité relative moyenne (30 à 60%) et en l'absence

de mouvement d'air* : $t^{\circ} \text{ ressentie} \text{ (ou opérative)} = \frac{1}{2} \times (t^{\circ} \text{ Air} + t^{\circ} \text{ Parois})$

$T^{\circ} \text{ ressentie par les occupants} = 19^{\circ}\text{C}$



$T^{\circ} \text{ ressentie} = 16^{\circ}\text{C}$,
... soit une sensation d'inconfort



* Ces conditions sont estimées respectées si l'installation de renouvellement d'air est effective, et si les espaces intérieurs ne souffrent d'aucune réelle inétanchéité à l'air.

42

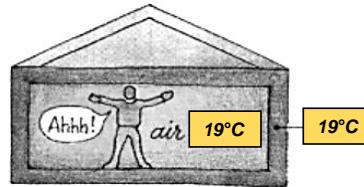


Le confort thermique

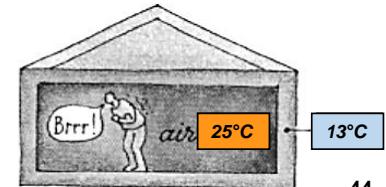
Avec une humidité relative moyenne (30 à 60%) et en l'absence

de mouvement d'air* : $t^{\circ} \text{ ressentie} \text{ (ou opérative)} = \frac{1}{2} \times (t^{\circ} \text{ Air} + t^{\circ} \text{ Parois})$

$T^{\circ} \text{ ressentie par les occupants} = 19^{\circ}\text{C}$



Toujours une sensation d'inconfort... 😞



* Ces conditions sont estimées respectées si l'installation de renouvellement d'air est effective, et si les espaces intérieurs ne souffrent d'aucune réelle inétanchéité à l'air.

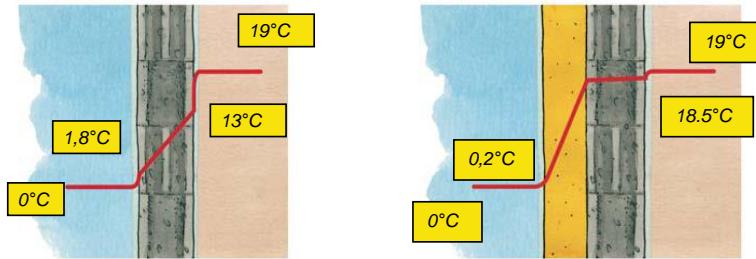
44



Le confort thermique

Pour avoir des parois d'enveloppe tempérées ?

Il faut d'abord et avant tout les isoler !



46



Calcul des déperditions d'une paroi

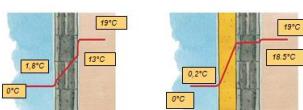


44



Le confort thermique

Pour avoir des parois tempérées ?
Il faut d'abord et avant tout les isoler !



48



Il n'y a pas 1, mais 3 avantages à l'isolation :

- pour réduire les déperditions en hiver ;**
- pour limiter les entrées de chaleur en été (appéditions) ;**
- et en hiver, également pour avoir des parements dont la température s'approche de celle de l'air intérieur !**

48

SOMMAIRE



1. **Posons le sujet**

2. Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant
3. Complémentarité des options de base
4. En guise de conclusion
5. Ressources

+ Focus sur matériaux biosourcés

49

Le parc français

38 millions de logements
(≈ 3 Mds de m²), et **1 milliard** de m² de tertiaire.

, qu'il faut entretenir, adapter aux nouveaux usages...



Photo Laurent Boiteux

51

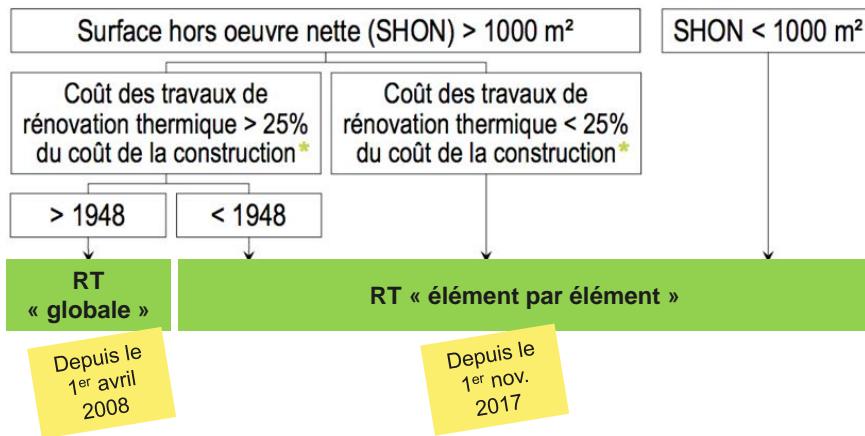


...Sachant qu'il existe des exigences thermiques réglementaires

52



Les textes réglementaires : RT Ex. (pour existant)



* Au 1^{er} janvier 2022 : 429,50 € HT/m² en résidentiel, 366,50 pour les autres bâtiments
(source : RTEx. Fiche d'application « Calcul de la valeur d'un bâtiment »)

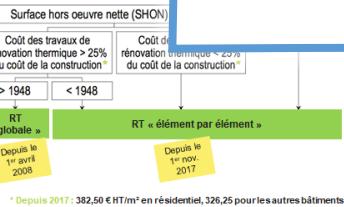
53



A ces obligations, le décret "embarquement de travaux" (lien actif) demande la réalisation d'une isolation thermique* en cas :

- de travaux de ravalement de façade importants
 - de réfection de toiture
- d'aménagement de locaux en vue de les rendre habitables

Les textes réglementaires



* Isolation thermique respectant les niveaux de la RTex

57



Dans la suite de la loi ELAN et du "décret tertiaire", plusieurs décrets précisent les obligations faites aux bâtiments tertiaires.

Pour les bâtiments >1000m² elles sont de type : déclaration des consos (pour sept. 2022), puis engagement à les baisser de 40% en 2030, 50% en 2040, et 60% en 2050, avec contrôle et sanction "name & shame*".

A ces obligations, le décret "embarquement de travaux" , de la réalisation d'une isolation th* en cas :

- de travaux de ravalement de façade importants
- de réfection de toiture
- d'aménagement de locaux en vue de les rendre habitables

Les textes réglementaires



* Respectant les niveaux de la RTex

15

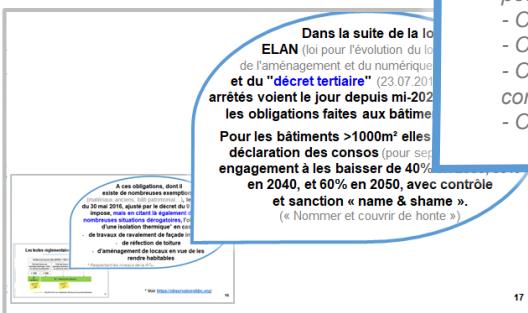
* Nommer et couvrir de honte

59

**S'additionne au décret tertiaire
le "décret BACS" (GBT en Anglais*) qui
oblige sous conditions l'installation d'un
système de régulation et GTB de classe B
pour les installations de chaud et de froid de
plus de 290kW d'ici 2025.**

*BACS (Building Automation and Control Systems) est le terme anglais pour GBT (Gestion Technique des Bâtiments) dont la classification est :

- Classe D (fonctionnement manuel, pas de régulation) ;
- Classe C (référence, régulation simple) ;
- Classe B (régulation avec communication entre les postes consommateurs et producteurs d'énergie) ;
- Classe A (optimisation globale).



61

Le parc français

**38 millions de logements
(≈ 3 Mds de m²), et 1 milliard de
m² de tertiaire.**

**, qu'il faut entretenir, adapter
aux nouveaux usages...**



Photo Laurent Boiteux

**... Chaque période est accompagnée de nouvelles
contraintes, exigences, souhaits...**

63



L'environnement en nouvel enjeu

- Changements climatiques
- Risque sur la santé humaine et sur la biodiversité
- Épuisement des ressources naturelles
 - Fin de l'énergie bon marché
 - Conflits engendrés par la localisation géographique des ressources...

Le bâtiment représente entre 25 et 40% des émissions de GES...

Plus d'acides, couche d'ozone...

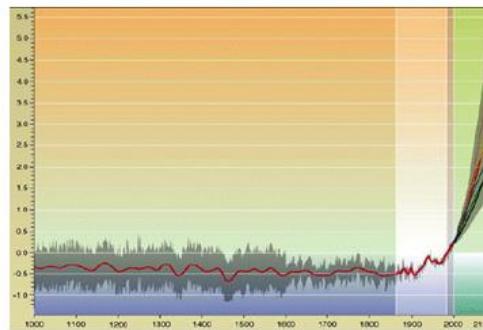
Le bâtiment utilise plus de 40% de l'énergie, 50% des matières premières...

47

64

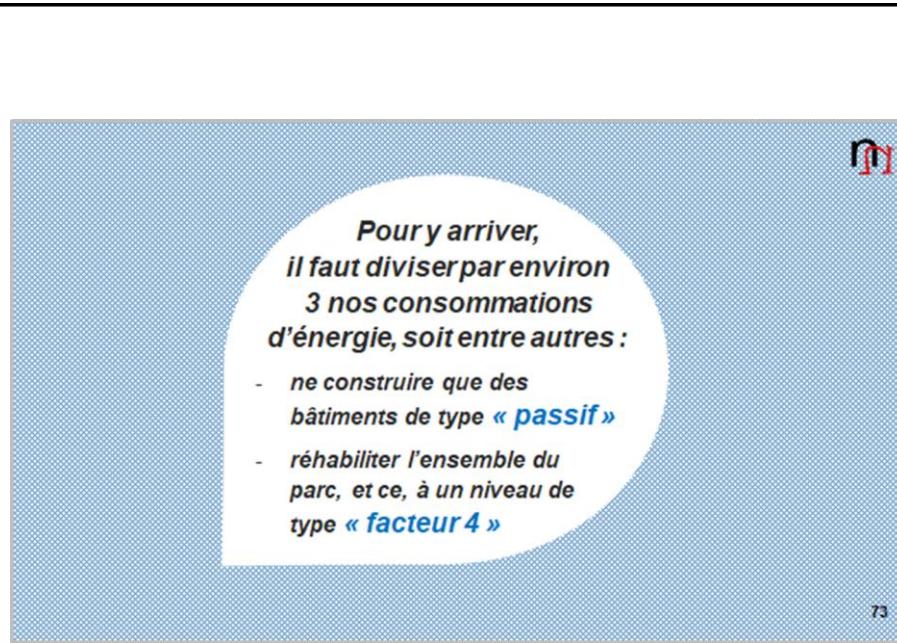
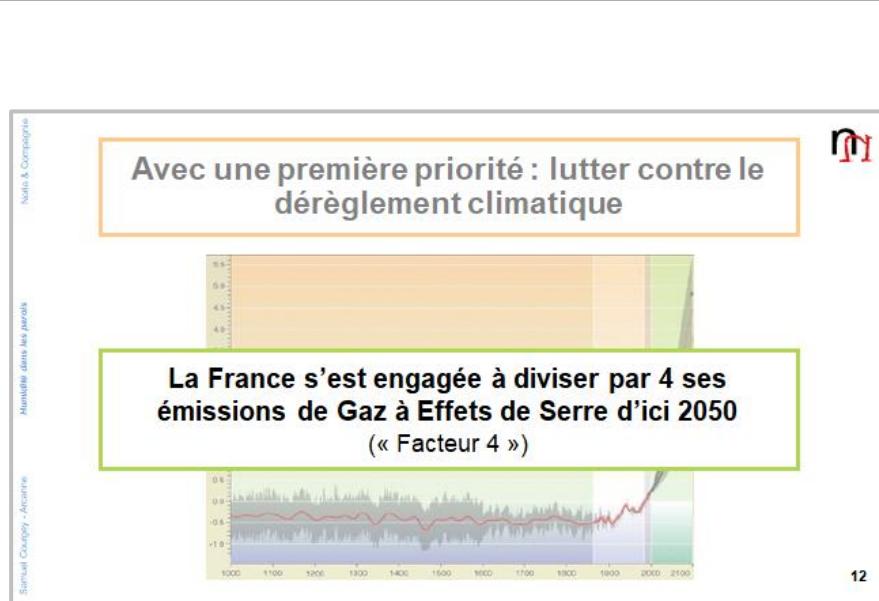


Avec une première priorité : lutter contre le dérèglement climatique



11

65





Pour une facture énergétique de 2000 € (moyenne 2020 par logement), coût en euros 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 !

68



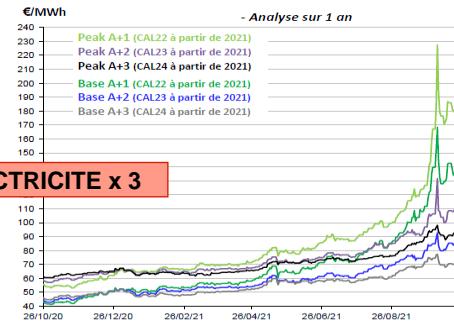
ENVOLEE DES PRIX sur 12 mois (Octobre 2020 à octobre 2021, soit avant le conflit ukrainien) →

	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



70



Et sur une échelle plus longue, intégrant le conflit ukrainien



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

71



Le parc français

38 millions de logements
(≈ 3 Mds de m²), et **1 milliard** de m² de tertiaire.

, qu'il faut entretenir, adapter aux nouveaux usages...

→ Et amener d'ici 2050 en moyenne au niveau BBC !



Photos Laurent Boiteux

72



En référence énergétique, on ne retient pas les seuils de la RT_{Ex.}, mais les niveaux compatibles « facteur 4 » !



74

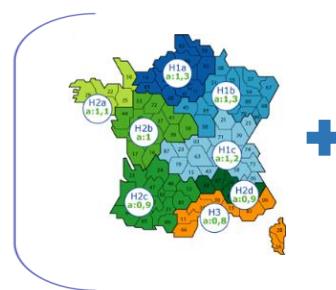


Le niveau BBC_{Rénovation}

Arrêté du 29 sept. 2009 pour les bâtiments d'après 1948. Référentiel effinergie pour les autres

En principale exigence⁽¹⁾ pour le résidentiel :

80 kWh/m². an



Altitude	Coefficient b
≤ 400 mètres	0
> 400 et ≤ 800 mètres	0,1
> 800 mètres	0,2

Consommation conventionnelle (calcul RT, m² SRT, kWh énergie primaire) pour le chauffage, l'éventuel rafraîchissement, l'éclairage, les auxiliaires (ventilation, pompes...) et la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

(1) Autres exigences (étanchéité à l'air...) : [\(Nouveau*\) Label BBC effinergie Réno](#)

* Exigences ajustées, applicable au 1er octobre 2021

Le niveau BBCRénovation



Arrêté du 29 sept. 2009
pour les bâtiments d'après
1948. Référentiel effinergie
pour les autres

En principale exigence⁽¹⁾
pour le tertiaire :

Cep < C_{ref.} - 40%

(1) Autres exigences (étanchéité à l'air...) : [\(Nouveau*\) Label BBC effinergie Réno](#)

* Exigences ajustées, applicable au 1er octobre 2021

84

Le Ministère
envisage
d'actualiser le
label BBC
courant 2023

En principale exigence⁽¹⁾
pour le résidentiel :

80 kWh/m². an

Consommation conventionnelle (calcul RT²⁰⁰⁰, kWh énergie primaire) pour le chauffage, l'éventuel rafraîchissement, l'éclairage, les auxiliaires (ventilation, pompes...) et la production d'eau chaude sanitaire (ECS).



Arrêté du 29 sept. 2009
pour les bâtiments d'après
1948. Référentiel effinergie
pour les autres

(1) Autres exigences (étanchéité à l'air...) : [\(Nouveau*\) Label BBC effinergie Réno](#)

* Exigences ajustées, applicable au 1er octobre 2021

36

86

SOMMAIRE

1. Posons le sujet
 2. **Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant**
 3. Complémentarité des options de base
 4. En guise de conclusion
 5. Ressources
- + Focus sur matériaux biosourcés

88



32

... Des solutions tendent à s'imposer
 ... les principes ?
 ... les leviers possibles ?

89

Retours
d'expériences !



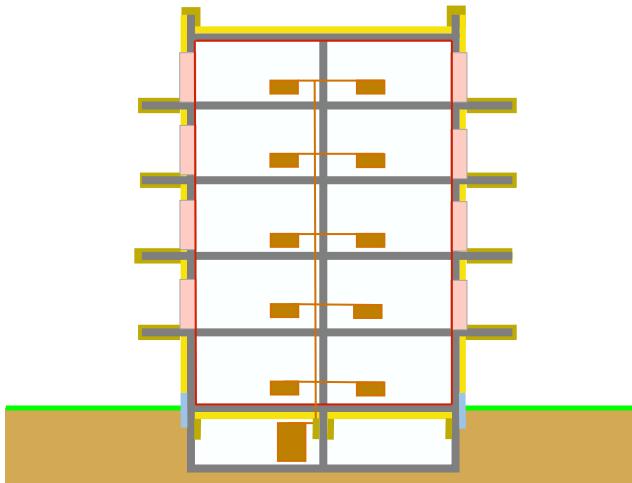
*Pour faire atteindre
le niveau BBC à un
bâtiment existant*

Des solutions tendent à s'imposer

*C'est plus du
« prêt à porter »*

90

Limiter les déperditions / Optimiser les systèmes



- On isole les sols, les toitures et les murs
- On choisit des menuiseries performantes
- On gère finement l'étanchéité à l'air et les ponts thermiques
- Puis on ajuste les installations (chauffage, ventilation, éventuel rafraîchissement, ECS), dont les régulations.

91



Une isolation conséquente

	MURS	U en W/m ² .K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	0,40	10
Désormais	Très, et bien isolé	≈ 0,25 à 0,15	15 à 30
	TOITURE	U en W/m ² .K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	< 0,20	20 à 30
Désormais	Très, et bien isolé	≈ 0,15 à 0,10	30 à 40
	SOLS	U en W/m ² .K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	0,60	6 à 8
Désormais	Très, et bien isolé	≈ 0,30 à 0,15	10 à 25

R_> ≈ 4, voire jusqu'à ≈ 7R_> ≈ 7, voire jusqu'à ≈ 10R_> ≈ 3 voire jusqu'à 7

Epaisseurs calculées avec un λ d'environ 0,035/0,04 W/mK pour murs et toitures, d'env.0,025/0,035 pour les sols. Pour les toitures terrasses isolées en PUR ou PIR , compter 15 à 25 cm pour les U recherchés.

92



Vers des bâtiments performants...

Aucune solution imposée mais des tendances !

	Baies vitrées	Ponts thermiques	Ventilation et Perméabilité à l'air
Anciennement	Simple vitrage (Uw ≈ 5 W/m ² K) Cadre bois, alu, acier	Nombreux mais faibles	Baies + cheminées. Permeabilité correcte des parois opaques
Hier	Double Vitrage devenu à Isolation Renforcée (Uw ≈ 1,6). Bois, PVC, ou alu avec rupteurs thermiques	Nombreux et importants	VMC auto puis hygroréglable. Permeabilité correcte à mauvaise
Désormais	Double ou triple VIR Bois, bois-alu ou PVC avec RT (voire alu ?) + Protections nocturnes et solaires (0,60 < Ujn* < 1,20 W/m²K)	Faibles à très faibles	Moteur Très Basse Consommation, simple ou double flux assujetties (hygro, CO2...). Permeabilité vérifiée du bâtiment et des réseaux

* Ujour/nuit : conductance (=valeur déperditive) de la baie intégrant la présence d'éventuelles protections nocturnes

94



Vers des bâtiments performants...

Aucune solution imposée mais des tendances !

	Chauffage	Installation de chauffage	Installation d'ECS (eau chaude sanitaire)
Anciennement	Cheminées, puis poèles... puis 1ères chaudières	Cheminées, puis poèles... puis radiateurs à eau chaude	Ballon électrique ou sur chaudière
Hier	Chaudière basse température ou à condensation	Isolation des conduits (Classe 3), pompes assujetties, vannes thermostatiques...	ECS solaire, isolation des conduits (classe 3)
Désormais	Chaudière à condensation*, bois haut rend^t, PAC++ (sur NRJ fatale...), PAC hybride, réseau de chaleur++, ... en évitant les NRJ carbonées. (*Voir cogénération)	Sur-isolation des pompes, des conduits..., vannes électro-thermiques, boucles (?), très basse t°... voire chauffage par air ?	Robinetterie économique, points de puisage limités, tuyaux limités et sur-isolés, ballons décentralisés, sur isolés... et, ECS solaire ou PAC sur énergie récupérée ?

95



32

104



Retours
d'expériences !

*Pour faire atteindre
le niveau BBC à un
bâtiment existant*

... Les principes ?



*C'est plus de la
méthodo !*

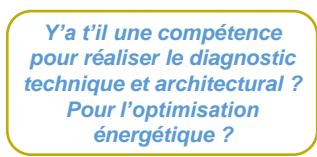
105

Les principes

- Clarifier / connaître les besoins... mais également les envies
- Réaliser un état des lieux, repérer les contraintes, mais également les atouts, ... et évaluer les enjeux énergétiques
- Repérer l'ensemble de solutions (conceptuelles, techniques, financières...) possibles
- Assainir le bâtiment s'il ne l'est pas
- Fixer un ensemble de solutions (conceptuelles et techniques, financières...) complémentaires
- Anticiper la gestion des détails techniques et des interfaces
- Réaliser les travaux en respectant la qualité de mise en oeuvre nécessaire
- et puis : réceptionner, laisser les repères quant à l'utilisation, ajuster les équipements, suivre les consos... réajuster de nouveau. Puis entretenir.



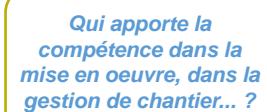
*Qui accompagne le maître
d'ouvrage dans l'écriture du
programme ?*



*Y'a t'il une compétence
pour réaliser le diagnostic
technique et architectural ?
Pour l'optimisation
énergétique ?*



*Qui apporte la compétence
en matière de conception ?*



*Qui apporte la
compétence dans la
mise en oeuvre, dans la
gestion de chantier... ?*

106



Les principes

- Clarifier / connaitre les besoins... mais également les envies
- Réaliser un état des lieux, repérer les contraintes, mais également les atouts, **... et évaluer les enjeux énergétiques**
- Repérer l'ensemble de solutions (conceptuelles, techniques, financières...) possibles
- Assainir le bâtiment s'il ne l'est pas
- Fixer un ensemble de solutions (conceptuelles et techniques, financières...) complémentaires
- Anticiper la gestion des détails techniques et des interfaces
- Réaliser les travaux en respectant la qualité de mise en oeuvre nécessaire
- et puis : réceptionner, laisser les repères quant à l'utilisation, ajuster les équipements, suivre les consos... réajuster de nouveau. Puis entretenir.

Qui accompagne le maître d'ouvrage dans l'écriture du programme ?

Y'a t'il une compétence pour réaliser le diagnostic technique et architectural ?
Pour l'optimisation énergétique ?

Qui apporte la compétence en matière de conception ?

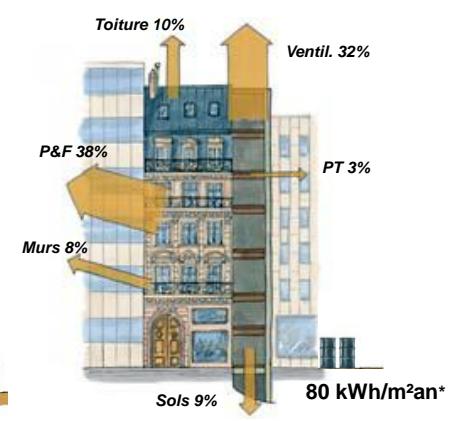
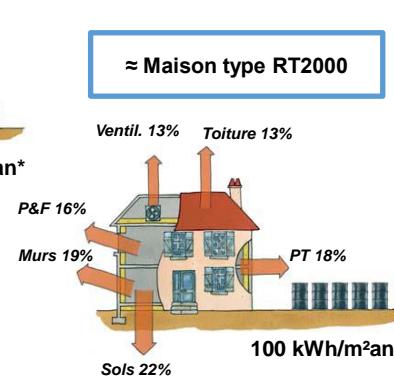
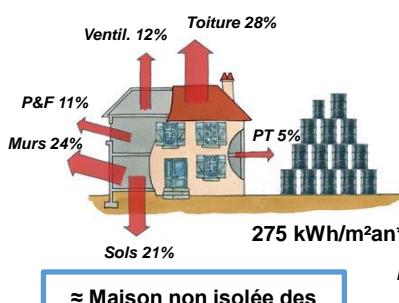
Qui apporte la compétence dans la mise en oeuvre, dans la gestion de chantier... ?

107



Le diagnostic énergétique

Repérer / évaluer les enjeux énergétiques ?

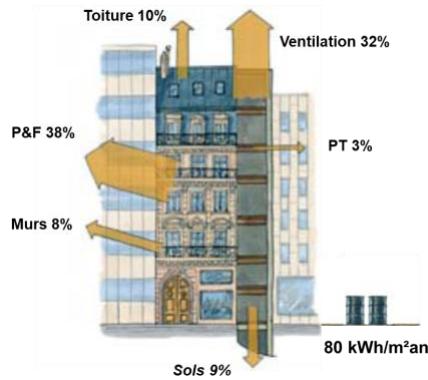


*Consommations de chauffage en kWh énergie primaire par m² Shon

Source : étude BATAN (DGHUP, CETE, MPF...)

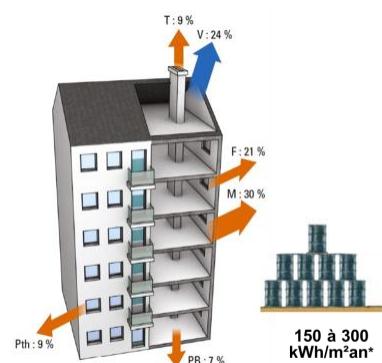
15

Ex. d'immeuble haussmannien mitoyen sur 2 côtés



**Murs : 8% de 80, soit
6,4 kWh/m².an**

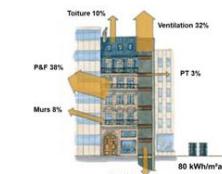
Ex. d'immeuble béton non isolé mitoyen sur 1 côté



Murs : de 45 à 90 kWh/m².an

116

Ex. d'immeuble haussmannien mitoyen sur 2 côtés



**Murs : 8% de 80, soit
6,4 kWh/m².an**

Ex. d'immeuble béton non isolé mitoyen sur 1 côté



Murs : de 45 à 90 kWh/m².an

64

- Avoir une idée de la performance des bâtiments et de la ventilation de leurs déperditions est nécessaire pour aborder une rénovation
- Sur certains bâtiments, actionner l'ensemble des solutions techniques de rénovation (**STR**) ne s'impose pas.

117

En plus de la littérature qui propose de nombreux types de bâtiments*, plusieurs méthodes permettent d'avoir une 1^{ère} idée des dépenses et déperditions.

(Tel l'outil « conso » du programme Rénov'act)



**

* Voir bibliographie,
l'étude BATAN (Bâtiment ancien), ... et →



** Téléchargeable sur Internet, lien actif

118



120

Retours
d'expériences !



*Pour faire atteindre le
niveau BBC à un
bâtiment existant*

... Les leviers possibles?

***Pour une approche
plus « sur mesure »***

121

Les leviers actionnables pour rendre un bâtiment énergétiquement performant



**2. Enveloppe :
limiter les flux
thermiques**

**3. Enveloppe :
augmenter les
apports**

**4. Enveloppe :
Eviter les
surchauffes**

**1. Ajuster /
Optimiser les
espaces**

**5. Changer/
Ajuster les
installations**



**7. Entretenir bâtiment
et équipements**

**6. Faciliter les bons
comportements**

122



Levier n°1



Ajuster l'aménagement et la conception, optimiser l'utilisation de l'espace.

124

1.

Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces



... Attention à
ne pas faire trop
grand !

- **Le bâti répond-t-il aux nouveaux usages** (surface, agencement...), et aux **besoins futurs** (accessibilité...) ?
- **Les pièces de vie profitent-elles du soleil, de la vue ? ...**
- **Peut-on créer des espaces tampons ? Et, actifs ou passifs ?**
- **L'ensemble des volumes sera t'il chauffé ?**
(Penser aux utilisations plus saisonnières, à l'approche évolutive, proposer différents zonages, optimiser les surfaces par une conception ajustée...)
- **Une mutualisation est-elle possible** (chaufferie, espaces dédiés, parking/garages, solaire thermique ou photovoltaïque...)



125

1.

Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces



Ajout d'un ou deux niveaux

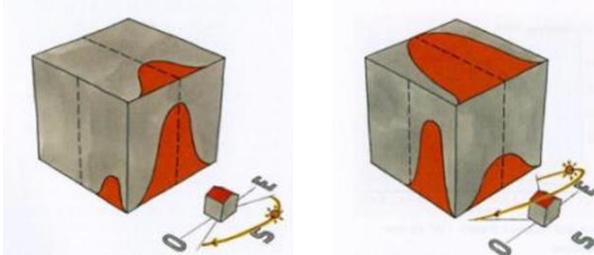


Aménagement d'une chambre d'étudiant, d'une chambre d'hôtes...

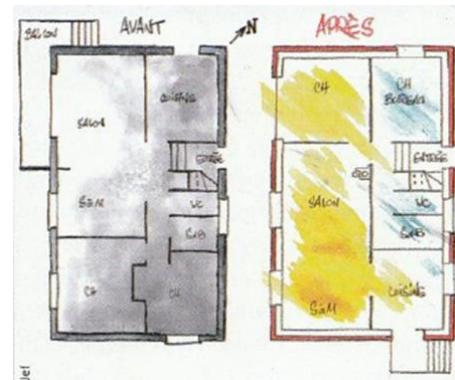
126

1.

Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces



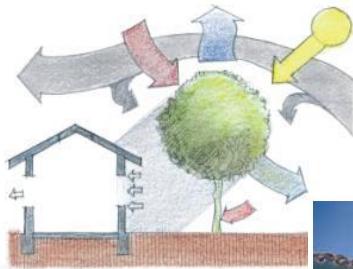
Ajuster les pièces... et les baies vitrées en fonction de la course du soleil et des besoins de chaleur & de lumière



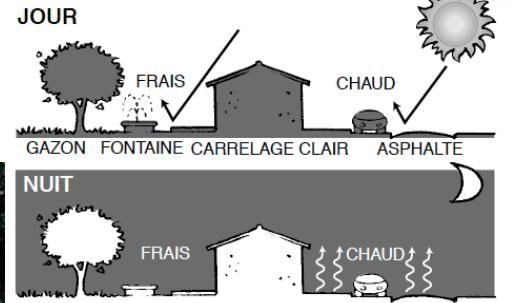
128

1.

Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces



, également à l'extérieur (façades, parcelles)



129

1.

Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces

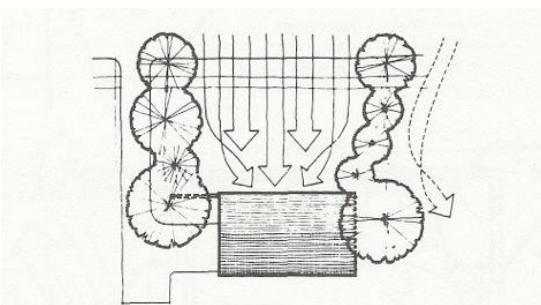
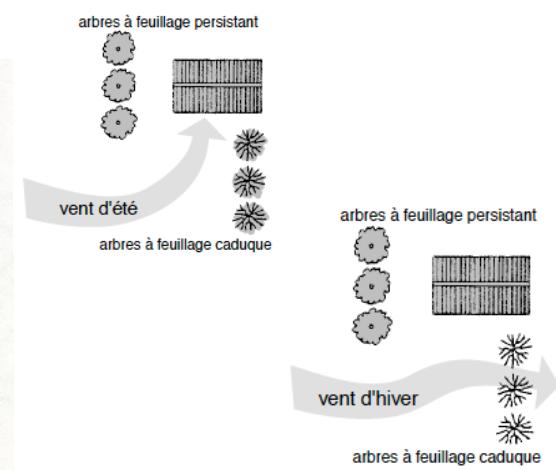


Fig. 8.1.B: Entonnoirs à vent. La plantation des arbres peut permettre de canaliser le vent, et même d'augmenter sa vitesse, afin d'augmenter la ventilation naturelle du bâtiment.



131



Levier n°2



Agir sur l'enveloppe pour réduire les pertes.

132



Une isolation performante ?

- Une isolation qui permet des bâtiments confortables, économies en énergie, soit une isolation :
 - conséquente
 - générant très peu de ponts thermiques
 - accompagnée d'une réelle étanchéité à l'air

136

Une isolation performante ?



- Une isolation qui permet des bâtiments confortables, économies en énergie et pérennes, soit une isolation :
 - **conséquente**
 - générant très peu de ponts thermiques
 - accompagnée d'une réelle étanchéité à l'air

137

Une isolation performante ?



Une isolation conséquente



Une isolation conséquente



	MURS	U en W/m ² .K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	0,40	10
Désormais	Très, et bien isolé	$\approx 0,25 \text{ à } 0,15$	15 à 30
	TOITURE	U en W/m ² .K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	< 0,20	20 à 30
Désormais	Très, et bien isolé	$\approx 0,15 \text{ à } 0,10$	30 à 40
	SOLS	U en W/m ² .K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	0,60	6 à 8
Désormais	Très, et bien isolé	$\approx 0,30 \text{ à } 0,15$	10 à 25

R > 4, voire jusqu'à > 7

R > 7, voire jusqu'à > 10

R > 3 voire jusqu'à > 7

Epaisseurs calculées avec un λ d'environ 0,035/0,04 W/mK pour murs et toitures, d'environ 0,025/0,035 pour les sols. Pour les toitures terrasses isolées en PUR ou PIR, compter 15 à 25 cm pour les U recherchés.

92

138

Une isolation performante ?



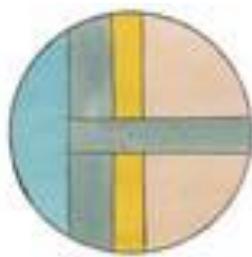
- Une isolation qui permet des bâtiments confortables, économies en énergie et pérennes, soit une isolation :
 - conséquente
 - **générant très peu de ponts thermiques**
 - accompagnée d'une réelle étanchéité à l'air

139

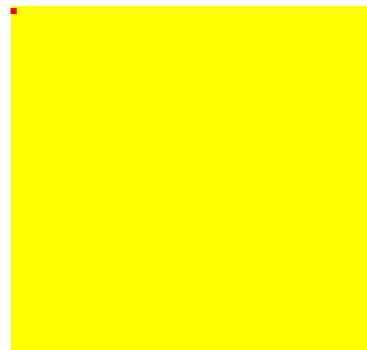
Une isolation performante ?



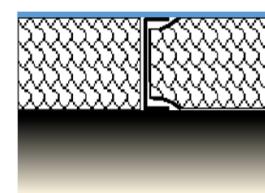
Limiter les ponts thermiques



Sur une hauteur d'étage isolée par l'intérieur (ITI) une dalle en béton c'est 50% des déperditions



Une traversée de cuivre de 1cm² double la perte d'1m² d'isolant



Un rail métallique traversant tous les 60 cm, c'est 50% des déperditions

140

Des parois sans pont thermique (intégré)



Doublage d'un mur maçonné : systèmes pour une isolation limitant les ponts thermiques intégrés.



Pose collée



Connecteurs "plastiques"



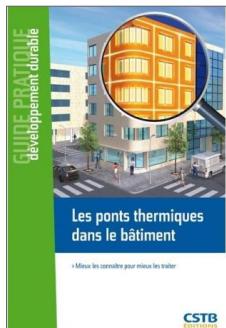
Montant ajouré, à âme isolée...



Espaceurs "plastiques"

142

Des parois sans pont thermique



Une enveloppe sans pont thermique sous entend :

- un diagnostic qui repère l'ensemble des potentiels points faibles
- une conception qui propose les détails techniques de réalisation
- une réalisation qui ne souffre d'aucun "à peu près"

→ Ceci sous-entend, entre autres, un budget qui permet d'apporter ce soin nécessaire !

* En premier ouvrage pour appréhender le sujet « ponts thermiques »

144

Dans la cadre d'une rénovation BBC nous traiterons l'ensemble des ponts thermiques faciles à traiter.



Et pour ceux restant, il faudra estimer s'ils sont faibles, moyens, forts ou très forts. Dans ces 2 derniers cas, il faudra tout faire pour les reculer d'une case !

Des parois sans pont thermique



Une enveloppe sans pont thermique sous entend :

- un diagnostic qui repère l'ensemble des potentiels ponts faibles
- une conception qui propose les détails techniques de réalisation
- une réalisation qui ne souffre d'aucun "à peu près"

→ Ceci sous-entend, entre autres, un budget qui permet d'apporter ce soin nécessaire !

* En premier ouvrage pour apprendre le sujet : ponts thermiques x

144

145

ITE / Droit de surplomb



La loi Climat a intégré un [article L. 113-5-1 au Code de la Construction et de l'Habitation](#), instaurant un droit de surplomb, qui rend possible l'isolation par l'extérieur d'un bâtiment en limite de propriété, en empiétant d'au plus 35 cm sur la propriété voisine.

Une indemnité doit être versée au profit du propriétaire, dont le terrain est surplombé. Les modalités d'exercice de ce droit de surplomb doivent être définies par écrit, constatées par acte authentique ou par décision de justice.

L'exercice de ce droit de surplomb permet également au propriétaire demandeur, de pouvoir installer provisoirement les installations nécessaires à la réalisation de ces travaux d'isolation (échafaudage...).

Des parois sans pont thermique

Une enveloppe sans pont thermique sous entend :

- un diagnostic qui repère l'ensemble des potentiels ponts faibles
- une conception qui propose les détails techniques de réalisation
- une réalisation qui ne souffre d'aucun "à peu près"

... ceci sous-entend donc, entre autres : un budget qui permet d'apporter ce « soin » nécessaire.

* En premier ouvrage pour apprendre le sujet : ponts thermiques x

79

146



Une isolation performante ?

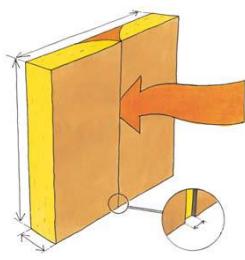
- Une isolation qui permet des bâtiments confortables, économies en énergie et pérennes, soit une isolation :
 - conséquente
 - générant très peu de ponts thermiques
 - **accompagnée d'une réelle étanchéité à l'air**

147

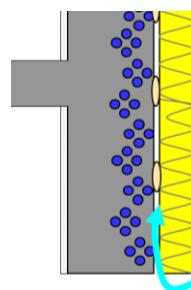


Une isolation performante ?

Limiter les 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 !**

148

Une enveloppe étanche à l'air



151

Une enveloppe étanche à l'air



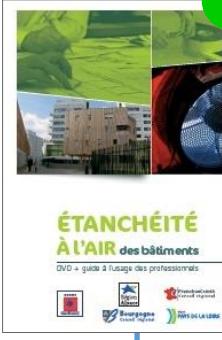
152

Une enveloppe étanche à l'air



153

Une enveloppe étanche à l'air



*

La réussite d'une étanchéité à l'air ne s'improvise pas. En plus de produits adaptés et pérennes, cela sous-entend :

- une définition très ajustée, dès la phase Projet, des détails de réalisation ;

- une gestion de chantier qui ne laisse aucun hasard, entre autres à l'interface entre les divers intervenants.

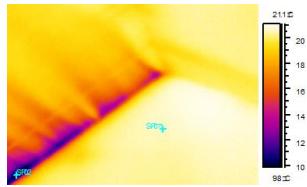
Carnet de détails sur sites du CéRéMA ([MININFIL](#)), sur celui du programme PACTE...

* Pdf et vidéos téléchargeable sur le site du Pôle énergie Bourgogne-Franche-Comté une fois que sa restructuration, en cours fin 2022, sera terminée.

155



Une enveloppe étanche à l'air



Déjà des obligations de résultats !

	Maison individuelle		Logement collectif	
	Q4 (m³/h/m²)	n50 (vol/h)	Q4 (m³/h/m²)	n50 (vol/h)
RE 2020 (idem RT2012)	0,6	2,3	1	2,2
Passivhaus	0,16	0,6	0,28	0,6
BBC-eff. existant.	1,2	4,6	1.2 ou 1,7	2,64/3,74

Sources photos : Arcanne et CEBTP (chantier expérimental de Montholier FFB/ADEME)

156



Une isolation performante ?



Photo : Perline Courgey

**Quelques fois
nous n'avons
pas besoin de
test d'étanchéité
à l'air !**

157

Une isolation performante ?

...Triste constat



Hiver

Au final, l'isolation de l'enveloppe est souvent dégradée de :

- 20 à 60% par les ponts thermiques de liaison
- 10 à 60% par les autres ponts thermiques (réseaux ou PT intégrés)
- 10 à 80% par les inétanchéités à l'air !

158

Une isolation performante ?

...Triste constat



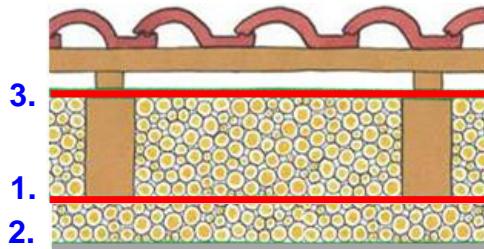
Eté

Au final, l'isolation de l'enveloppe est souvent dégradée de :

- 20 à 60% par les ponts thermiques de liaison
- 10 à 60% par les autres ponts thermiques (réseaux ou PT intégrés)
- 10 à 80% par les inétanchéités à l'air !

159

Exemple d'évolution des pratiques



Dessin d'après Hervé Nallet (L'isolation thermique écologique)

. Alors que ceci était demandé mais pas fait, nous avons réalisé l'importance d'avoir, côté intérieur, une **réelle étanchéité à l'air**.⁽¹⁾

. Puis, en plus de vouloir des **isolants denses** nous avons réalisé qu'il fallait **augmenter leur épaisseur** et **éviter les ossatures traversantes**. Ceci nous a donné l'occasion d'éloigner l'**étanchéité à l'air** des risques de dégradation.⁽²⁾

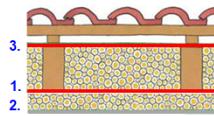
. Côté extérieur, une sécurité séduisante pour ne pas avoir de flux traversants est de profiter du pare-pluie pour avoir une **seconde étanchéité à l'air** (films pare-pluie collés, panneaux bouvetés...). Elle est appelée "protection au vent" pour la différencier de celle posée à l'intérieur.⁽³⁾

U/5 ???

160

Exemple d'évolution des pratiques

**Isolation thermique :
d'ici quelques années nous
réaliserons qu'il nous aura fallu
plus de 50 ans pour apprendre
à poser correctement
les isolants.**



Dessin d'après Hervé Nallet (L'isolation thermique écologique)

. Alors que ceci était demandé mais pas fait, nous avons réalisé l'importance d'avoir, côté intérieur, une **réelle étanchéité à l'air**.⁽¹⁾

. Puis, en plus de vouloir des isolants denses nous avons réalisé qu'il fallait augmenter leur épaisseur et éviter les ossatures traversantes. Ceci nous a donné l'occasion d'éloigner l'**étanchéité à l'air** des risques de dégradation.⁽²⁾

. Côté extérieur, profitant du pare-pluie pour avoir une **seconde étanchéité à l'air** (films pare-pluie collés, panneaux bouvetés...), appelée "protection au vent" pour la différencier de celle posée à l'intérieur, est une seconde sécurité séduisante pour ne pas avoir de flux traversants.⁽³⁾

125

161

2.

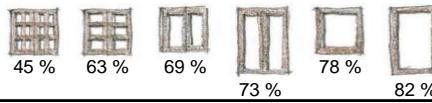
Agir sur l'enveloppe pour réduire les pertes



Ajustement des baies vitrées

- **Changement des baies ? Pose de doubles fenêtres ?**
- **Créations d'ouvertures ? Choix de fixes vitrés, d'oscillo-battants ?**
- **Quel vitrage ? Ajustement des volets, rideaux & protections solaires.**
- **Quels matériaux choisir pour les menuiseries, les volets ?**
- **Quelle valeur U rechercher ? (tendre vers un $U_{jn} < 1,20 \text{ Wh/m}^2\text{K}$)**
- **Stratégie pour le confort d'été (OB et/ou trappes spécifiques...), pour le renouvellement d'air ?...**
- **Y-a-t-il des contraintes esthétiques ? Réglementaires ?**
- **Quelles connaissances/compétences ont les acteurs locaux...**

Exemples de coefficients de clair, en % →



178



Levier n°3



Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports.

180

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Capter le soleil l'hiver, s'en protéger l'été

BIOCLIMATIQUE

Irradiation solaire quotidienne sur le plan horizontal au mois de janvier.
(Source : *Atlas climatique de la construction*)

- A **Toulon**, l'énergie solaire qui arrive sur les **60 m²** du pan de toiture sud d'une maison BBC-Effinergie de **100 m²**
... est de de l'ordre de **100 fois supérieure** à ses besoins de chauffage
- A **Lille**, l'énergie solaire qui arrive sur les **30 m²** de façade sud d'une maison BBC-Effinergie de **100 m²**
... est de de l'ordre de **15 fois supérieure** à ses besoins de chauffage

79

181

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Rappel

1. Optimiser l'utilisation de l'espace...

Réhabilitation énergétique 2/2

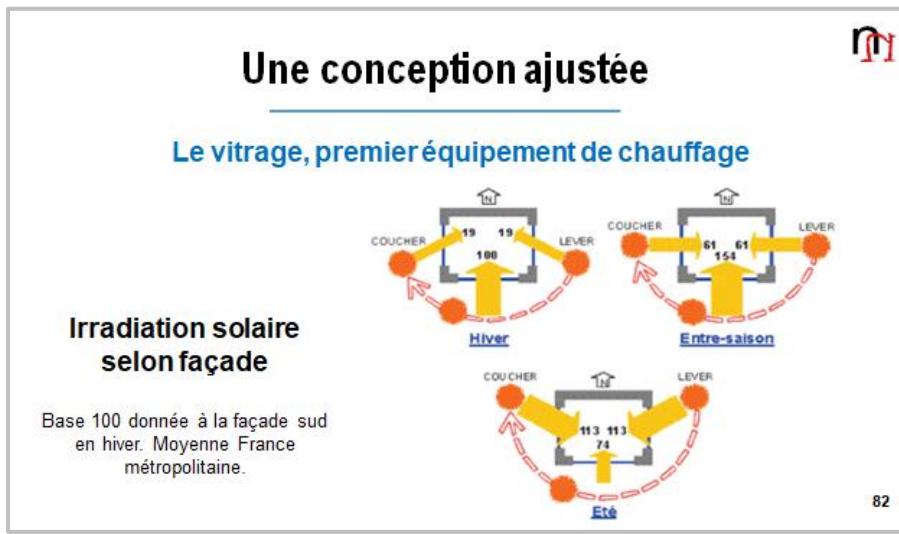
Ajuster les pièces... et les baies vitrées en fonction de la courbe du soleil et des besoins de chaleur & de lumière

54

182

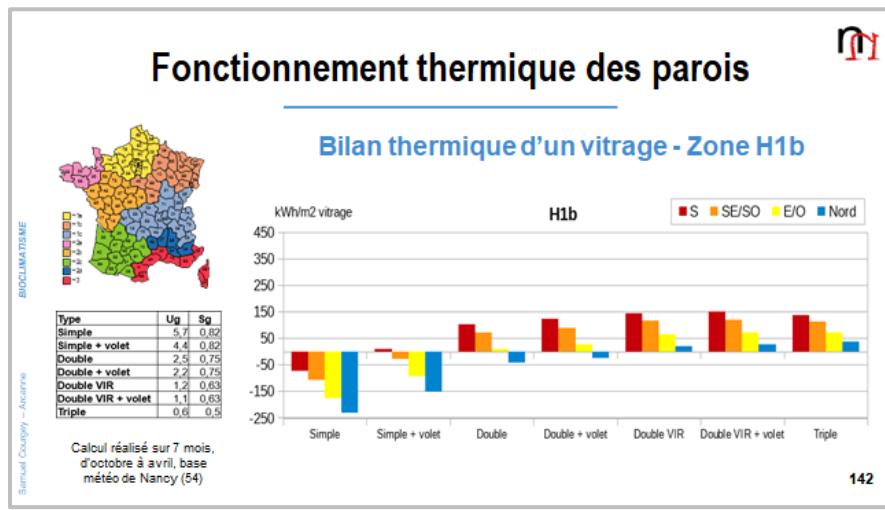
3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



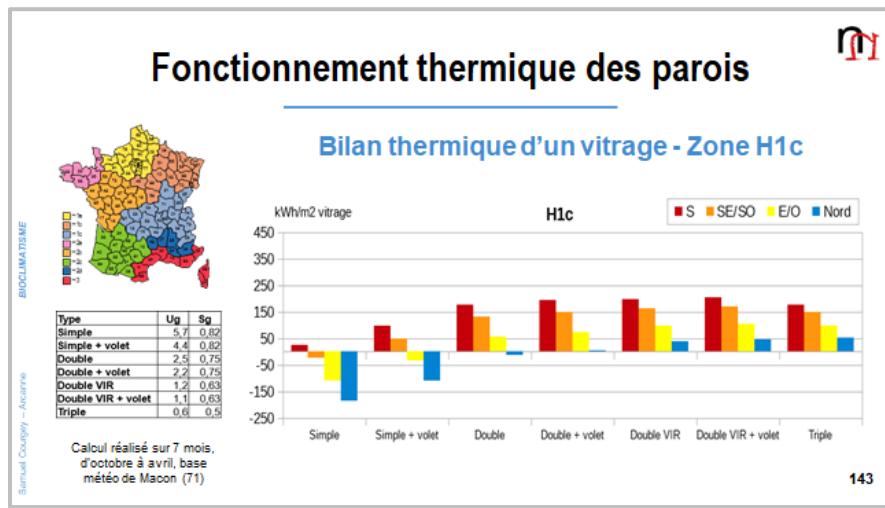
3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



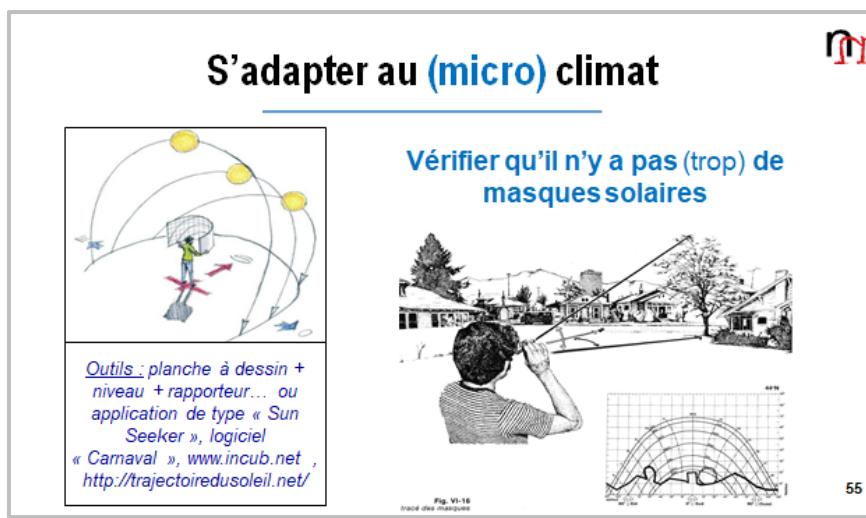
3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



3.

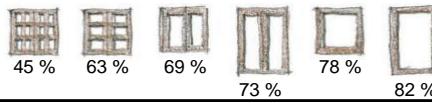
Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Ajustement des baies vitrées

- **Changement des baies ? Pose de doubles fenêtres ?**
- **Créations d'ouvertures ? Choix de fixes vitrés, d'oscillo-battants ?**
- **Quel vitrage ? Ajustement des volets, rideaux & protections solaires.**
- **Quels matériaux choisir pour les menuiseries, les volets ?**
- **Quelle valeur U rechercher ? (tendre vers un $U_{jn} < 1,20 \text{ Wh/m}^2.\text{K}$)**
- **Stratégie pour le confort d'été (OB et/ou trappes spécifiques...), pour le renouvellement d'air ?...**
- **Y-a-t-il des contraintes esthétiques ? Réglementaires ?**
- **Quelles connaissances/compétences ont les acteurs locaux...**

Exemples de coefficients de clair, en % →



196

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Façades SE à SO : s'ouvrir au soleil par la création de nouvelles ouvertures ?



Architecte : O. Le Monnier / Consultant : J-P. Oliva
Maître d'ouvrage & thermique : Jérôme Couston



• Réhabilitation 12 kWh/m².an (énergie utile pour le chauffage)

198

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Façades SE à SO : s'ouvrir au soleil par la création de nouvelles ouvertures ?



Conception : Yves Jautard, architecte



199

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Façades SE à SO : s'ouvrir au soleil par la création de nouvelles ouvertures ?



200

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Sachant qu'avec la performance actuelle des baies, il n'est plus forcément stupide de garder de réelles ouvertures au nord, particulièrement si elles ont des protections nocturnes efficaces



203



Agir sur l'enveloppe pour réduire les pertes



Ajustement des baies vitrées

- Changement des baies ? Pose de doubles fenêtres ?
- Créations d'ouvertures ? Choix de fixes vitrés, d'oscillo-battants ?
- Quel vitrage ? Ajustement des volets, rideaux & protections solaires.
- Quels matériaux choisir pour les menuiseries, les volets ?
- Quelle valeur U rechercher ? (tendre vers un $U_{jh} < 1,20 \text{ Wh/m}^2\text{K}$)
- Stratégie pour le confort d'été (OB et/ou trappes spécifiques...), pour le renouvellement d'air ?...
- Y-a-t-il des contraintes esthétiques ? Réglementaires ?
- Quelles connaissances/compétences ont les acteurs locaux... ?

Exemples de coefficients



Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Ajustement des baies vitrées

- Changement des baies ? Pose de doubles fenêtres ?
- Créations d'ouvertures ? Choix de fixes vitrés, d'oscillo-battants ?
- Quel vitrage ? Ajustement des volets, rideaux & protections solaires.
- Quels matériaux choisir pour les menuiseries, les volets ?
- Quelle valeur U rechercher ? (tendre vers un $U_{jh} < 1,20 \text{ Wh/m}^2\text{K}$)
- Stratégie pour le confort d'été (OB et/ou trappes spécifiques...), pour le renouvellement d'air ?...
- Y-a-t-il des contraintes esthétiques ? Réglementaires ?
- Quelles connaissances/compétences ont les acteurs locaux... ?

Exemples de coefficients



84

Les baies vitrées c'est également la relation à l'extérieur (vue, lumière, éclairage naturel), la possibilité d'une surventilation nocturne, d'une ventilation naturelle, des risques d'éblouissement, ou de surchauffes en été. C'est aussi l'organisation des espaces intérieurs, l'animation des façades...

204



Levier n°4



Agir sur l'enveloppe pour limiter les surchauffes.

208

4.

Agir sur l'enveloppe pour limiter les surchauffes



Le confort d'été



Si avoir une paroi fortement isolée (env. $U \leq 0,12$ en toiture*, 0,20 en mur*) et/ou des parois lourdes et épaisses est réellement impactant sur le confort d'été, il faudra également veiller à :

- installer des protections solaires (et ce coté extérieur du vitrage)
- ajuster/limiter la surface des baies vitrées (éventuellement choisir des vitrages spéciaux)
- aménager les abords (végétalisation, plan d'eau...)
- avoir des parements intérieurs lourds
- surventiler la nuit (on parle de night-cooling ou free-cooling)
- proposer une surventilation des parements exposés au soleil

* Si bien entendu l'isolation est effective : non dégradée par des flux d'air parasites...

179

209



Levier n°5



Optimiser les installations, choisir des équipements adaptés... et faire le choix d'énergies à faibles impacts environnementaux.

231

Le chauffage

Dans les bâtiments performants, les besoins de chauffage sont faibles !

232

5.

Les installations - Le chauffage



Pour une installation performante :

- **Ajuster l'installation aux nouveaux besoins** (dimmention.^t du générateur, des pompes...), **ajuster les émetteurs à la configuration des locaux** (ne plus forcément les mettre devant les fenêtres...)
- **Pour les émetteurs, préférer le rayonnement** (plancher, plafond ou mur chauffant... voire poêle masse ?), **et/ou les systèmes très réactifs.** (Penser mettre des réflecteurs derrière les émetteurs, sans voilage devant...)
- **Optimiser la distribution** (sections et longueurs des conduits, assujetissement des circulateurs, les choisir de classe A, réalisation de boucles, viser la classe 6 pour l'isolation des conduits et des pompes, étudier la possibilité d'isoler les conduits aller et retour dans le même fourreau...)
- **Choisir une production et une régulation performantes** (chaudière à condensation, PAC avec COP >4, position.^t ajusté des sondes, régulateurs à faible différentiel, vannes à moteur électro-thermique...), **la basse ou très basse température...**

Rappel : $\eta_{\text{chauffage}} = \eta_{\text{production}} \times \eta_{\text{distribution}} \times \eta_{\text{émission}} \times \eta_{\text{régulation}}$

233

5.

Les installations - Le chauffage



Pour une installation performante :

- **Ajuster la complémentarité avec la production d'ECS et la VMC**
- **Étudier la possibilité d'une mise en commun de la production** (micro réseau de chaleur ?...). **Assumer l'emplacement du générateur** (choix à faire entre déperditions / risques de surchauffes / bruit / poussière / pollution...)
- **Opter pour une énergie renouvelable** (bois avec ballon tampon, pellets, PAC géothermale...), **pour de la récupération** (énergie fatale). **Etudier la possibilité d'une cogénération**
- **Penser à l'arrivée d'air combustible, à la compatibilité avec la VMC**
- **Permettre le suivi des consos, faciliter les interventions** (réglage, entretien...), **choisir du matériel simple d'utilisation, signer un contrat de maintenance... et entretenir** (réglage, nettoyage, désembouage...)

Le chauffage solaire (PSD ou combiné) est une option souvent pertinente pour faire profiter des calories solaires les logements qui ne peuvent s'ouvrir directement au soleil →



4



L'installation d'eau chaude sanitaire (ECS)

Dans les bâtiments performants, les besoins pour la production d'ECS peuvent dépasser les besoins de chauffage !

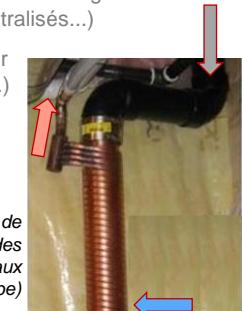
235

5. Installations - L'eau chaude sanitaire



Pour une installation performante :

- **Installer des robinetteries économies** (limitateurs de pression, mousseurs...)
- **Centraliser voire limiter les points de puisage, les longueurs de conduits** (enlever l'EC aux points de puisage éloignés, ou installer des ballons instantanés...)
- **Ajuster l'installation** (contenance des ballons de stockage, réalisation d'un bouclage (d'un bouclage assujetti ?) Alimentation des lave-linges et lave-vaiselle ? Installation de chauffe-eaux décentralisés...)
- **Choisir en base l'énergie solaire ou la récupération de calories** (échangeurs sur eaux grises ? Tuyau d'arrivée d'eau enterré ? PAC sur air extrait ? Chaudière numérique ?...)
- **Sur-isoler ballon(s) et conduits.** (Viser la classe 6)
- **Limiter les traversées d'isolants** (thermiques et phoniques)
- **Limiter / vérifier la température de l'eau**
- **Ajuster la complémentarité avec le chauffage et la VMC**
- **Suivre les consos... et sensibiliser l'usager !**



Système de récupération des calories sur eaux grises (power pipe)

Le rafraîchissement

Mais en a t-on besoin dans des bâtiments bien conçus et bien réalisés ?

237

5.

Installations - Le rafraîchissement



Agir sur l'enveloppe pour limiter les surchauffes



Avoir une paroi fortement isolée (env. $U \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ en toiture*, et $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ en mur*) **et/ou des parois massives** (lourdes et épaisses) **est réellement impactant sur le confort d'été, mais également :**

- **installer des protections solaires** (et ce, côté extérieur du vitrage)
- **ajuster/limiter la surface des baies vitrées** (éventuellement choisir des vitrages spéciaux)
- **aménager les abords** (végétalisation, plan d'eau...)
- **avoir des parements intérieurs lourds**
- **surventiler la nuit** (on parle de night-cooling ou de free-cooling)
- **ventiler voire surventiler les parements exposés au soleil...**

* Si bien entendu l'isolation est effective : non dégradée par des flux d'air parasites...

22

238

5.

Installations - Le rafraîchissement



« ... Vous avez
besoin d'une clim ?

**Mettez votre architecte
à la porte !**



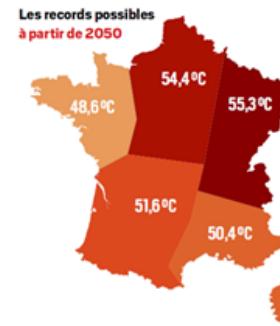
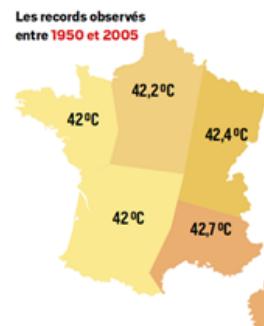
Jean-Pierre OLIVA



103

240

... Et en terme de températures maxi possibles :

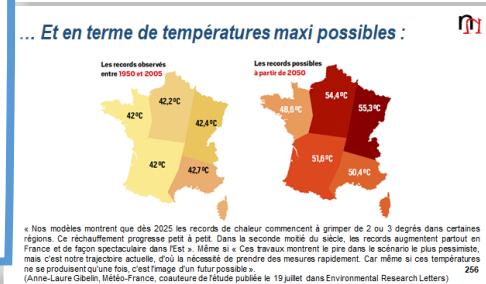


« Nos modèles montrent que dès 2025 les records de chaleur commencent à grimper de 2 ou 3 degrés dans certaines régions. Ce réchauffement progresse petit à petit. Dans la seconde moitié du siècle, les records augmentent partout en France et de façon spectaculaire dans l'Est ». Même si « Ces travaux montrent le pire dans le scénario le plus pessimiste, mais c'est notre trajectoire actuelle, d'où la nécessité de prendre des mesures rapidement. Car même si ces températures ne se produisent qu'une fois, c'est l'image d'un futur possible ». 258
(Anne-Laure Gibelin, Météo-France, coauteure de l'étude publiée le 19 juillet dans Environmental Research Letters)

243

5. Installations - Le rafraîchissement

Vu que l'on construit pour plusieurs décennies, en cas de doutes, faites réaliser une STD (simulation thermique dynamique), et ce en prenant les températures prévues en 2050/2075. Et si vous avez encore 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.

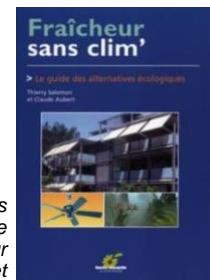


244

5. Installations - Le 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

245

5.

Installations - Le rafraîchissement

Nombre de systèmes ont un meilleur bilan que la "clim" :

- brasseurs d'air
- refroidissement par évaporation (brumiseurs, VMC adiabatique...)
- ou le mixte « ventilateurs brumiseurs »
- 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



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



124



246

L'éclairage

252

5.

Installations - L'éclairage



Un ouvrage de référence
sur le sujet :

Et un site ressource,
entre autres de ce sujet :



L*



T*

253

La ventilation

254

5.

Installations - La ventilation

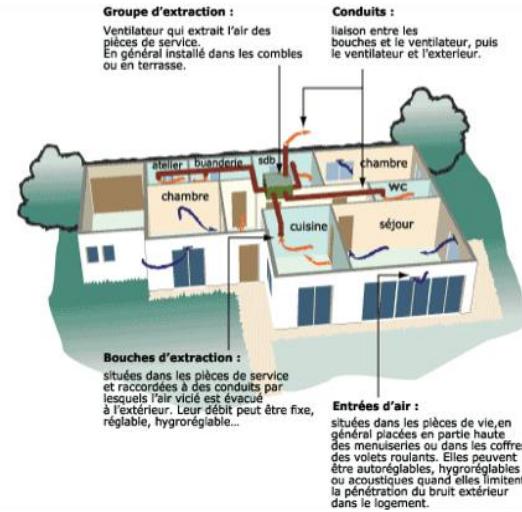


Un système de renouvellement de l'air intérieur pour :

- Renouveler l'oxygène
- Evacuer CO₂, polluants et odeurs
- Limiter le taux d'humidité

, et ceci :

- par un balayage de l'ensemble des espaces intérieurs ;
- sans envoyer trop de calories dehors en période de chauffe ;
- sans en faire entrer trop en cas de risques de surchauffe !



55

« Hygro B » ou « double flux » ?



Arguments favorisant le choix d'une VMC « Hygro B »

Faible densité d'occupation

Pollution intérieure limitée

Climat du sud ou tempéré

Bâtiment peu étanche à l'air

Souhait de solution simple (low tech)

Travaux limités, plafonds bas, absence de conduits (cheminées...)

Arguments favorisant le choix d'une VMC « Double Flux* » (avec RC)

Forte densité d'occupation

Pollution intérieure de normale à importante

Climat froid, zone bruyante ou polluée

Bâtiment étanche à l'air, risque de radon⁽¹⁾

Raccordement à un puits climatique, à un kit adiabatique

Présence de plenum, faux plafonds, cheminées, conduits shunt...

(1) Voir site « [Potentiel radon de ma commune](#) »

* Sachant que les DF peuvent être assujetties !

256



Ventilation : d'autres systèmes ?

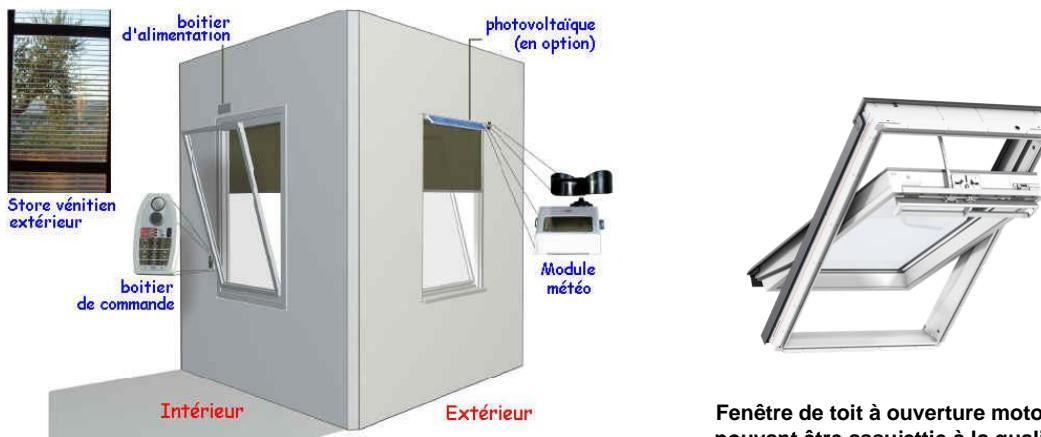
- **Ventilation naturelle** (à l'ancienne : inétanchéités à l'air et/ou ouverture des fenêtres). Elle n'est pas adaptée aux exigences actuelles de confort et d'efficacité énergétique
- **Ventilation naturelle assistée (VNA*)** et **ventilation par insufflation (VI)**. Si ce n'est sur quelques tertiaires, le budget et le temps actuellement aloués au lot "ventilation" ne permet pas d'ajuster réellement ces systèmes... qui ne peuvent être improvisés
- **Ventilation Mécanique Répartie (VMR**, ou "pièce par pièce"). Elle ne dispense pas d'une approche globale (entrées d'air, détallonnage des portes...). Et l'économie de conduits justifie rarement la multiplication des ventilateurs (conso, bruit, voire investissement)
- **Ventilation "basse pression"**, pour bâtiments de plus de 4 étages (voir diapo dédiée)

* Également appelée "ventilation hybride", ou simplement "ventilation naturelle"

258



La fenêtre « intelligente » en solution alternative ?



Fenêtre de toit à ouverture motorisée pouvant être assujettie à la qualité de l'air intérieure. (sondes CO2...)

www.jaurearchitectes.com

259

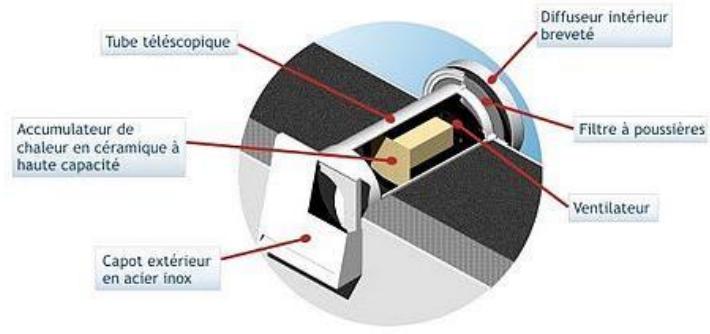
VMR : désormais des solutions DF



www.atlantic.fr



www.aldes-international.com



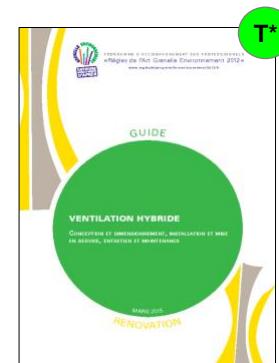
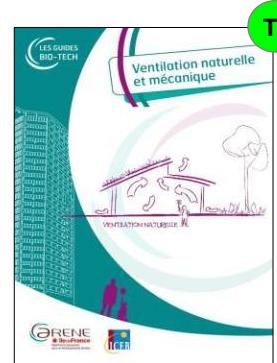
dd.magazine

260

Ventilation naturelle assistée (VNA)



La VNA représente une piste séduisante... mais qui ne supporte pas d'être improvisée (étude spécifique, pose de capteurs, de trappes automatisées...)



Une vidéo et 2 ouvrages en premiers repères (Cliquez sur les images pour télécharger les pdf)

261

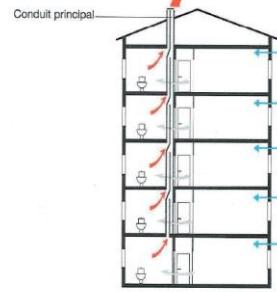
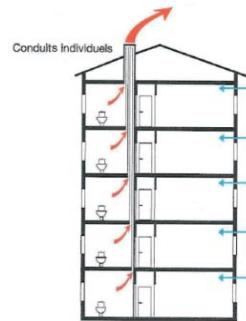
Ventilation « basse pression* »



Pour les bâtiments collectifs disposant de conduits verticaux.



Extracteur statique-mécanique (pour **VNA***)



Bouche d'extraction mécanique basse pression (pour **VMR***)



Caisson de ventilation basse pression (pour **VMC SF***)



On profite de la présence de conduits verticaux pour composer avec le tirage thermique de ces "cheminées". On limite ainsi l'assujettissement à un moteur électrique (→ **VNA**), et/ou on installe des ventilateurs moins puissants/plus économies (→ **VMC SF** ou **VMR**).

*Selon le matériel choisi, ces options pourront être hygroréglables, assujetties au CO2...

262

5.

Pour une ventilation efficace et économique :



- **Bien dimensionner l'installation** (débits globaux, débits des bouches, emplacement des entrées d'air et bouches d'extraction, diamètre des conduits, éviter les coude trop fermés, puissance des moteurs...)
- **Choisir des installations adaptées** (simple flux assujetties, DF avec récupérateur à haut rendement, VNA basse pression assujetties...)
- **Choisir des ventilateurs économies** (< 0,10 à 0,15 Wh/m³)
- **Ne pas obstruer les entrées et sorties d'air, ne pas oublier le détalonnage des portes** (ou les grilles de transfert), **et avoir des bâtiments étanches à l'air**
- **Vérifier la compatibilité avec le chauffage, avec les appareils de cuisson, avec la hotte...**
- **Choisir des conduits** (semi) rigides pour les espaces non accessibles, anticiper la gestion des condensats, vérifier l'étanchéité des conduits (viser la classe B minimum)
- **Attention au bruit des moteurs et autres vibrations** (choix du lieu et des fixations pour le moteur, choix des sections et suspentes pour les conduits, pose de piège à sons...)
- **Et si possible : veiller à limiter les traversées d'isolants et de l'étanchéité à l'air**
- **Et nettoyer régulièrement les bouches, filtres, conduits...**

263

5.

Installations - La ventilation



**La VMC a mauvaise presse
en France, mais ne jetons pas le
bébé avec l'eau du bain !**

Ce n'est pas le principe de la VMC qui est à rejeter, mais c'est d'abord et avant tout la qualité des prestations (type de produit choisi, dimensionnement, qualité de pose, entretien...) **qui doit être fortement revue à la hausse !**

267



Levier n°6



Faciliter les comportements adaptés, permettre un suivi aisément des consommations

271



Habiter un logement devenu performant, utiliser un bureau BBC s'improvise t-il ?...

Pas certain !

272

6.

Faciliter les comportements adaptés



→ Laisser des guides d'usages, afin que les habitants-utilisateurs connaissent le type de comportement à avoir vis à vis :

- **du chauffage en hiver** (protection face au froid, réglages / ajustement des systèmes...)
- **des risques de surchauffes** (utilisation des protections solaires, limitation des surchauffes int., activation de la surventilation nocturne...)
- **de la ventilation** (limiter les débits lorsque possible, penser à aérer, à entretenir...)
- **de l'Eau Chaude Sanitaire** (limiter l'utilisation, l'utiliser selon, plus le soir ou le matin)
- **de l'éclairage** (ajuster les automatismes de l'installation, adapter les luminaires...)
- **des autres appareils électriques** (actionner les interrupteurs de veille...)



Guides d'usage Effinergie

273

6.

Faciliter les comportements adaptés



→ Renseigner une valeur "cible" pour les consommations



→ Permettre un suivi des consommations repérant au minimum de manière séparée les postes "chauffage", "Eau chaude sanitaire", "ventilation", "communs", ascenseurs... (où l'on entend parler de commissionnement, monitoring, capteurs, compteurs...)

DECLICS. A destination des particuliers : programmes mêlant suivi, défi, comparaison /émulation et expériences de plus de 40 années de MDE.



... Sachant qu'il existe également des approches de type MDE dans le tertiaire.



Echarges

274

Levier n°7



Entretenir régulièrement bâtiment et équipements

281

7.

Entretenir bâtiment et équipements



- Etanchéité de la toiture, réfection des enduits...
- Changement des protections des joints de dilatation, traitement des portes & fenêtres, changement des vitrages...
- Ajustement des installations, changement des filtres et nettoyage des grilles de ventilation, changement du joint du poêle à bois...



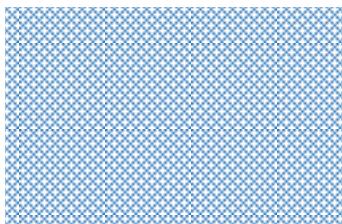
Nettoyage des conduits VMC



Telle une voiture, un bâtiment doit être régulièrement suivi / entretenu pour garder ses performances initiales

282

SOMMAIRE



1. Posons le sujet
 2. Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant
 - 3. Complémentarité des options de base**
 4. En guise de conclusion
 5. Ressources
- + Focus sur matériaux biosourcés

303

Rappel des solutions de base (STR)



Vers des bâtiments performants...

Aucune solution imposée mais des tendances !

	MURS	U en W/m ² K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	0,40	10
Désormais	Très isolé	= 0,25 à 0,15	15 à 30
	TOITURE	U en W/m ² K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	≤ 0,20	20 à 30
Désormais	Très isolé	= 0,15 à 0,08	30 à 50
	SOUS	U en W/m ² K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	0,80	8 à 8
Désormais	Très isolé	= 0,30	10 à 10

Epaisseurs calculées avec un λ d'environ 0,035/0,04 W/mK pour murs

Vers des bâtiments performants...

Aucune solution imposée mais des tendances !

	Baies vitrées	Ponts thermiques	Ventilation et Permeabilité à l'air
Anciennement	Simple vitrage (U= 4 à 5 W/m ² K) Cadre bois, alu, acier	Nombreux mais faibles	Baies + cheminées. Permeabilité moyenne des parois opaques
Hier	Double vitrage devenu à isolation Renforcée (U= 1,5). Bois, PVC, ou alu avec rupteurs thermiques	Nombreux et importants	VMC auto puis hydro-réglable. Permeabilité moyenne à mauvaise
Désormais	Double ou triple VIT (U= 0,60 à 1,20 W/m²K) Bois ou PVC (volet alu) avec RT + Protections nocturnes et nocturnes	Faillées à très faibles	Motor Très Basé Coneo, simple ou double flux assujetties (hydro, CO₂...) + perméabilité vérifiée du bâtiment et des réseaux

34

Vers des bâtiments performants...

Aucune solution imposée mais des tendances !

	Chauffage	Installation de chauffage	Installation d'ECS (eau chaude sanitaire)
Anciennement	Cheminées, puis poêles... puis 1 ^{re} chaudières	Cheminées, puis poêles... puis radiateurs à eau chaude	Ballon électrique ou sur chaudière
Hier	Chaudière basse température ou à condensation	Isolation des conduits (Class 1 à 3) comprenant assiettes, vannes, thermostatiques	ECS solaire + isolation des conduits (classe 3)
Désormais	Chaudière à condensation, bois haut rend², PAC sur NRJ récupérée, réseau de chaleur +, pompe de cogénération gaz ou bois	Sur isolation des pompes, des conduits..., et vannes électro-énergétiques, bouteilles... Très basse U... voir chauffage par air.	Robinetterie économe, tuyaux limités et sur-isolés, ballons décentralisés, surisolés... ECS solaire ou PAC sur énergie récupérée

de la baie intégrant la présence d'éventuelles protections nocturnes

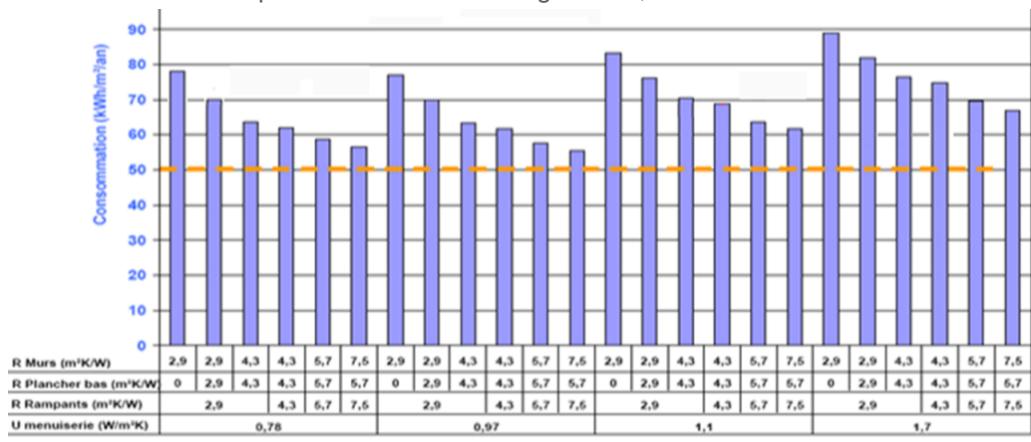
35

304

Jouer la complémentarité des solutions ...



Consommation chauffage (Gaz, kWh énergie primaire/an) selon vitrage et isolation des parois. Immeuble « Vosges 31 », source : enerthec.



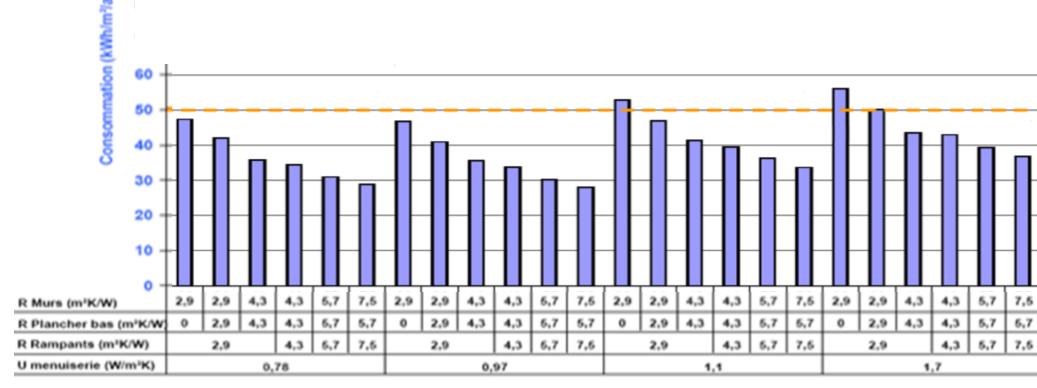
305



Jouer la complémentarité des solutions ...

Consommation chauffage (Gaz, kWh énergie primaire/an) selon vitrage et isolation des parois. Immeuble « Vosges 31 », source : enerthec.

... avec une ventilation optimisée (VMC double flux à haut rendement) !



306



Jouer la complémentarité des solutions ...

Consommation chauffage (Gaz, kWh énergie primaire/an) selon vitrage et isolation des parois. Immeuble « Vosges 31 », source : enerthec.

Pour atteindre le niveau BBC, nul besoin de solutions d'excellence... mais il faut :

- n'oublier aucun point majeur
- travailler finement la conception
- maîtriser sur chantier le soin du détail... et, bien gérer la co-activité entre les divers intervenants

R Murs (m ² K/W)	0,78	0,97	1,1	1,2	7,5
R Plancher bas (m ² K/W)	0,78	0,97	1,1	1,2	7,5
R Rampants (m ² K/W)	0,78	0,97	1,1	1,2	7,5
U menuiserie (W/m ² K)	0,78	0,97	1,1	1,2	7,5

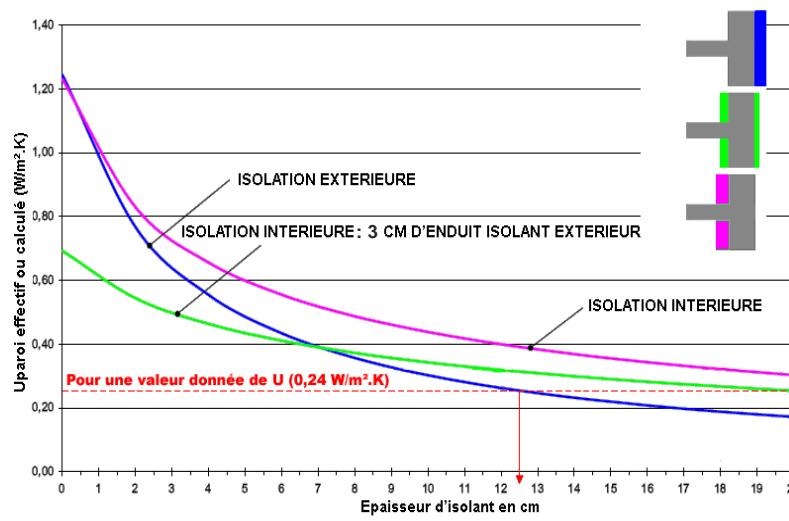
307

Jouer la complémentarité des solutions ...



308

Jouer la complémentarité des solutions ...



Lambda isolant :
0.035 W/mK
Lambda enduit :
0.045 W/mK

311

Exemples d'enduits isolants



A base de chaux adjuvantée → Vérifier s'ils sont adaptés pour l'usage entrevu !

Isolteco®
(Edilteco®)

Enduit chaux + polystyrène
 $\lambda = 0,058 \text{ W/m}^2\text{.K}$
 $\mu = 12 \text{ à } 13$



Diathonite Evolution Thermactive.037
(Diasen®)

Enduit chaux + liège + silice...
 $\lambda = 0,045$
 $\lambda = 0,037$
 $\mu = 4 \text{ } \mu = 3$



UNILIT 20®
(UNILIT/HD System®)

Enduit chaux + silice expansé
 $\lambda = 0,066$
 $\mu = 4$



FIXIT 222®
FIXIT 244®
(FIXIT®)

Enduit chaux + aérogel de silice
 $\lambda = 0,028 \text{ (0,048)}$
 $\mu = 4 \text{ à } 5 \text{ (5 à 7)}$



Hagatherm®
Haga biotherm®
Hagatherm Aérogel®

Enduit chaux + polystyrène (granulés de liège ; aérogel)
 $\lambda = 0,054 \text{ (0,07, 0,029)}$
 $\mu = \text{de } 5 \text{ à } 8$



+ Parnatur®
(ParexLanco®)

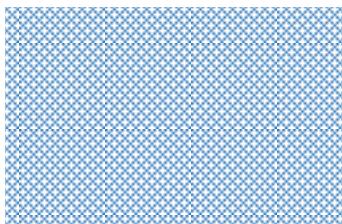
Enduit chaux + chènevotte
 $\lambda = 0,066 \text{ W/mK}$
 $\mu < 5$



Plus, exclusivement en intérieur : **IsolArgilus** (Argile + chaux + perlite) $\lambda = 0,06$; $\mu \approx 6$

312

SOMMAIRE



1. Posons le sujet
 2. Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant
 3. Complémentarité des options de base
 4. **En guise de conclusion**
 5. Ressources
- + Focus sur matériaux biosourcés

316



→ Vers des bâtiments
performants :

**... On change
d'univers !**



Réno BBC, on change d'univers !

... Jusqu'à aujourd'hui

- On a réduit les déperditions de chaleur
 - en améliorant l'isolation des parois opaques et des baies vitrées
 - en réduisant les défauts d'étanchéité
 - en installant des ventilations mécaniques
- On a réduit les consommations
 - en régulant l'émission de chaleur
 - en limitant les pertes par les réseaux de distribution de chaleur
 - en améliorant le rendement des générateurs

Réno BBC, on change d'univers !



A partir d'aujourd'hui

- Les déperditions dues aux inétanchéités à l'air ou aux ponts thermiques sont supérieures à celles des parties courantes
- Les besoins de chauffage, faibles mais très variables, demandent des systèmes adaptés
- Les problèmes de confort d'été et de mi-saison deviennent majeurs
- Les conso d'ECS deviennent quasi-similaires à celles du chauffage
- Le potentiel des énergies de récupération peut être supérieur aux besoins (chauf. et/ou ECS)
- Les conso peuvent être multipliées du fait de comportements ou de réglages non adaptés
- Les fortes isolations disqualifient les isolants demandant beaucoup d'énergie à être produits (laines minérales denses, PSE, PSX, PUR, verre cellulaire et fibres de bois denses, voir diapo dédiée)
- Les moyens permettant de vérifier la qualité (QAI, isolation...) se multiplient

Conclusion tirée d'une formation créée avec Jean-Pierre MOYA

319

Réno BBC, on change d'univers !



→ Il va falloir penser global

- Approche intégrée
 - Energie + Confort + Qualité de l'air
 - Climat + Bâtiments/Systèmes + Occupants/Gestionnaires
 - Coûts des investissements + Coûts de fonctionnement
- Conception architecturale
 - Forme et orientation du bâti / Ouverture au soleil
 - Conception des espaces / Ouverture à l'extérieur
 - Insertion dans le site / Aménagement des abords
- Enveloppe et systèmes réactifs, à l'environnement et aux occupants

Conclusion tirée d'une formation créée avec Jean-Pierre MOYA

320

Réno BBC, on change d'univers !**... Jusqu'à aujourd'hui**

- On a réduit les déperditions de chaleur
 - en améliorant l'isolation des parois opaques et des baies vitrées
 - en réduisant les défauts d'étanchéité
 - en installant des ventilations mécaniques

On a**Réno BBC, on change d'univers !****A partir d'aujourd'hui**

- Les déperditions dues aux inéthanchéités à l'air ou aux ponts thermiques sont supérieures à celles des parties courantes
- Les besoins de chauffage, faibles mais très variables, demandent des systèmes adaptés
 - Les prof...
 - Les con...
 - Les pote...
 - Les con...
 - Les for...
 - Les mo...

Réno BBC, on change d'univers !**→ Il va falloir penser global**

- Approche intégrée
 - Energie + Confort + Qualité de l'air
 - Climat + Bâtiments/Systèmes + Occupants/Gestionnaires
 - Coûts des investissements + Coûts de fonctionnement
- Conception architecturale
 - Forme et orientation du bâti / Ouverture au soleil
 - Conception des espaces / Ouverture à l'extérieur
 - Insertion dans le site / Aménagement des abords
- Enveloppe et systèmes réactifs, à l'environnement et aux occupants

Conclusion tirée d'une formation créée avec Jean-Pierre MOYA

R

→ **Il faut "embarquer la performance énergétique"**
(dans la vie des bâtiments)

→ **Notion de "BBC compatible"**

→ **Attention à ne pas "tuer le gisement"** (d'économie d'énergie)

264

321

Et si nous souhaitions avoir une démarche environnementale plus large que la seule approche énergétique ?



On change d'univers !

... Jusqu'à aujourd'hui

- On a réduit les déperditions de chaleur
 - en améliorant l'isolation des parois opaques et des baies vitrées
 - en réduisant les défauts d'étanchéité
 - en installant des ventilations mécaniques
- On a
 - ...
 - ...
 - ...
 - ...
 - ...

On change d'univers !

→ Il faut "embarquer la performance énergétique"
(dans la vie des bâtiments)

→ Notion de "BBC compatible"

→ Attention à ne pas "tuer le gisement" (d'économie d'énergie)

Conclusion tirée d'une formation créée avec Jean-Pierre MOYA

292

322

77



, et des pistes pour aller plus loin :



SYNAMOME E

Réhabilitation énergétique

Samuel Courgey - Arcanne

- **La réno passive** (n'est-ce pas l'assurance d'une performance réelle ?)
- **Les "éco-matériaux"**. ("Biosourcés", locaux, issus de la récup...)
- **L'économie circulaire** (Soins lors des déposes, recherches de valorisations, choix de matériaux pérennes, aisément valorisables...)
- **Approche fine du sujet santé, du confort, des ambiances**



- **Préserver la biodiversité.** Zone végétalisée, espaces réservés
- **Utilisation d'énergies renouvelables ou de récupération** Bois, Solaire, réseau de chaleur performant, valorisation de la chaleur des eaux grises, de l'air extrait...
- **Production d'énergie.** Photovoltaïque, co-génération

323

SYNAMOME EFC - Déc. 2022

Réhabilitation énergétique

Samuel Courgey - Arcanne

**Mais au fait,
que
recherche-t-
on ?**

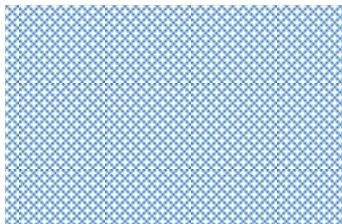
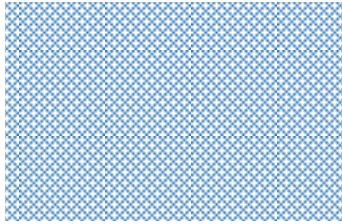


Être bien !



324

SOMMAIRE



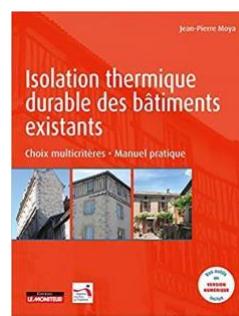
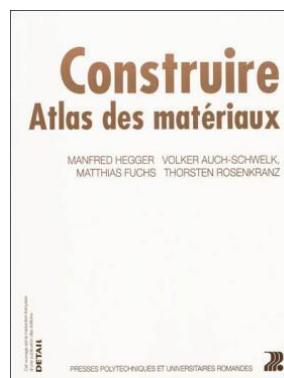
1. Posons le sujet
 2. Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant
 3. Complémentarité des options de base
 4. En guise de conclusion
- 5. Ressources**

+ Focus sur matériaux biosourcés

325



Sur la thermique / les isolants



Newsletter mensuelle du
Réseau Bâtiment Durable

L*

* Lien internet

SYNAMOME BFC - Déc. 2022

Réhabilitation énergétique

Samuel Courgey - Arcanne

Sur la réhabilitation

N

Bâtiments Performants

Le guide ABC

Amélioration thermique des Bâtiments Collectifs

Le guide BCD

Bâtiments Collectifs Durables

Rénover, maintenant, autrement !

Rénov'ACT

Votre parcours de rénovation

STRATEGIES RÉNO

PROPOSER DES STRATÉGIES DE RÉNOVATION GLOBALES

Passivhaus-Baukatalog: Sanierung

Ökologisch bewertete Konstruktionen

Rénover le bâti

Maintenance, Reconversion, Extension

GEORG GIEBELER, RAINER FISCH, HARALD KRAUSE, FLORIAN MUSSO, KARL-HEINZ PETZKA, ALEXANDER RUDOLPH

energie.info

Définition de solutions techniques pour la rénovation énergétique des logements collectifs d'après 1945 en Alsace

Rapport final - Novembre 2010

Bâtiment Basse Consommation en rénovation

Efficacité énergétique et confort des bâtiments

L* L* L*

* Lien internet

327

SYNAMOME BFC - Déc. 2022

Réhabilitation énergétique

Samuel Courgey - Arcanne

L'observatoire BBC

N

Observatoire BBC

L'observatoire des bâtiments Bépos et Basse Consommation

REPUBLIC FRANCAISE

effinergie

PRÉSENTATION PROJETS STATISTIQUES PUBLICATIONS EN RÉGION CONTACT

Rénovation 40 Louvre

La rénovation énergétique d'un bâtiment à caractère patrimonial

945 000 logements 14 500 000 m² de tertiaire

Dynamique des labels Effinergie

Observatoire BBC

L'observatoire des bâtiments Bépos et Basse Consommation

REPUBLIC FRANCAISE

effinergie

PRÉSENTATION PROJETS STATISTIQUES PUBLICATIONS EN RÉGION CONTACT

Recherche bâtiments rénovés

Rénovation - Tour Cézanne

Amas (62) Logements collectifs - Privé Rénovation En cours de certification BBC-Effinergie Rénovation

Surface Consommation Construction Livraison

8574,00 m² 67,70 kWh/m²/an 1981 12-2023

Rénovation - Résidence Les Glycines

Ailon (62) Logements collectifs - Privé Rénovation En cours de certification BBC-Effinergie Rénovation

Surface Consommation Construction Livraison

2354,00 m² 67,70 kWh/m²/an 11-2022

Rénovation - Résidence Rue Feuillade

Paris (75) Logements collectifs - Privé Rénovation En cours de certification BBC-Effinergie Rénovation

Surface Consommation Construction Livraison

827,71 m² 72,97 kWh/m²/an 1980 01-2022

Rénovation - Maison du temps libre

Ville (75) Logements collectifs - Public Rénovation Bâtiments du Futur BBC-Effinergie Rénovation

Surface Consommation Construction Livraison

41,00 m² 48,87 kWh/m²/an 1980 01-2022

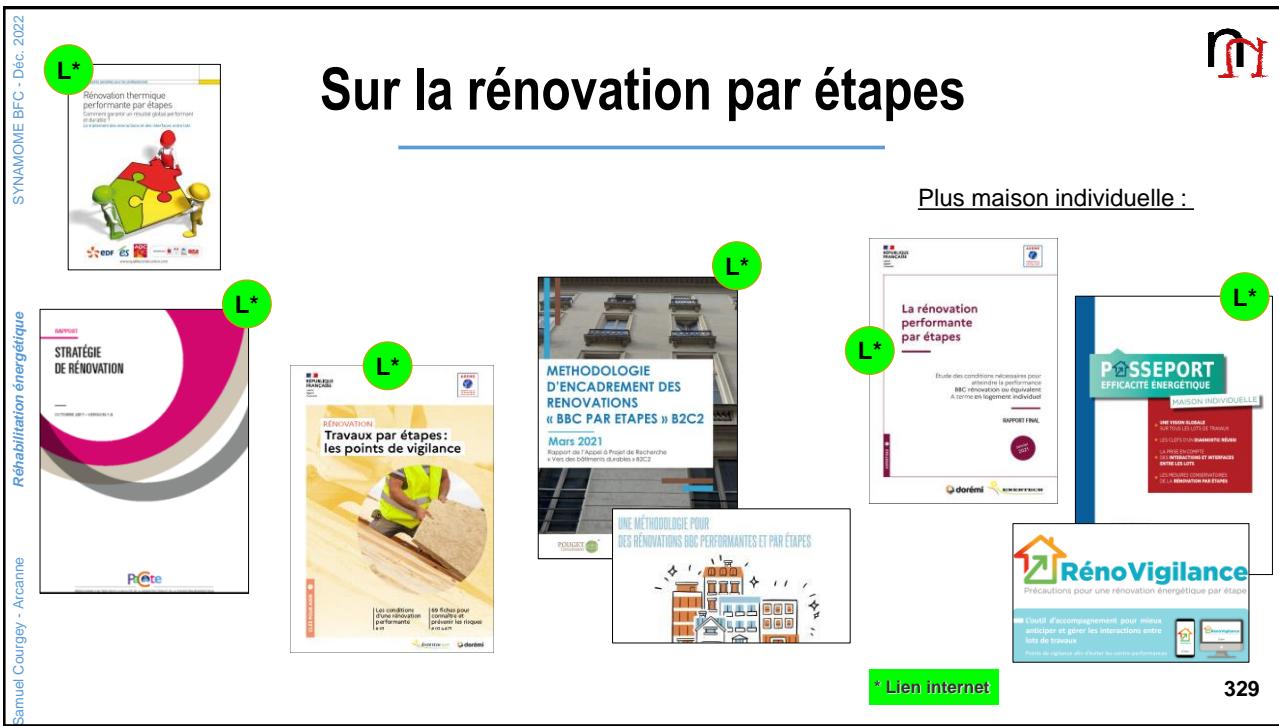
L* L*

* Lien internet

328

Sur la rénovation par étapes

Plus maison individuelle :



329

Sur les techniques de l'existant



T* : lien internet actif
L* : lien pour commander

* Lien internet

... et sur les bâtiments anciens, patrimoniaux 1^{de}2



. Centre de ressources dédié à la réhabilitation du bâti ancien.

Et son outil "Guidance Wheel" →



L*

effinergie Patrimoine (EXPERIMENTAL)

Culture et celui de la Transition écologique propose un label expérimental pour reconnaître les réhabilitations énergétiques ambitieuses de bâtiments patrimoniaux



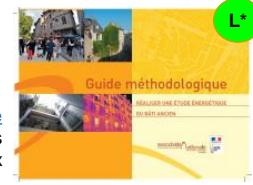
L*

. OPÉRA : programme de recherche ayant pour objet de répondre aux questions portantes sur le sujet « Humidité & parois anciennes »

. L'association « [Sites et citées remarquables de France](#) » propose de nombreux accompagnements et outils adaptés aux projets patrimoniaux

. L'association « [Maisons Paysannes de France](#) » accompagne des projets, réflexions et dynamiques sur le bâti ancien, et sort tous les 2 mois une revue très riche.

Articles de la revue n° 211 →



331



* Lien internet

... et sur les bâtiments anciens, patrimoniaux 2^{de}2

Exemples parmi les nombreux territoires proposant une réflexion sur leur patrimoine



Intéressantes à plus d'un titre, ces fiches gagneraient à être actualisées, surtout celle sur l'humidité



L*



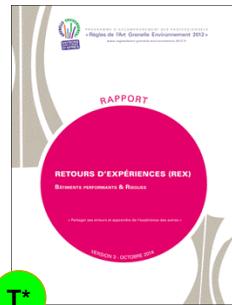
L*



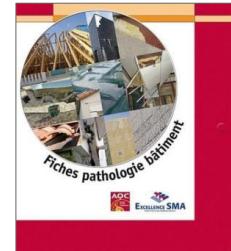
L*

Voir également les Parc naturels nationaux ([liens](#)) et régionaux ([lien fédération](#)), et les divers CAUE ([lien fédération](#)).

332



Sur l'approche « pathologie »



Et plus largement l'ensemble des productions de l'**Agence Qualité Construction** (www.qualiteconstruction.com), entre autres son application pour smartphone.

T* : lien internet actif

335



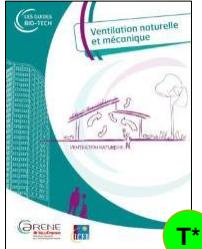
Lien internet

336



SYNAMOME BFC - Déc. 2022

1ères références sur le sujet « ventilation »















PROMOVENT :
Méthode pour réaliser le diagnostic d'installations VMC

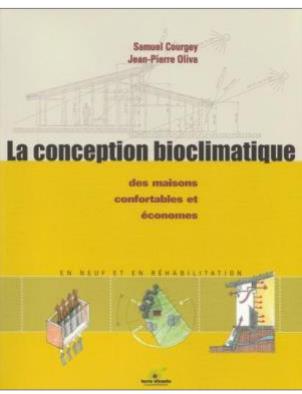
Et en site riche de réflexions sur le sujet : www.fiebitat.com

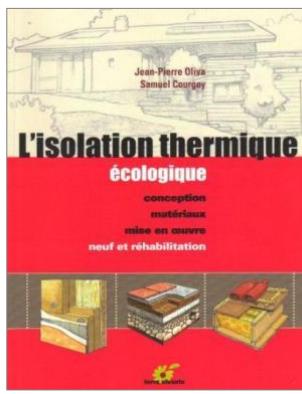
337

SYNAMOME BFC - Déc. 2022

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













* Chaque image contient un lien internet actif

338



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

MOOC
RÉNOVATION PERFORMANTE
LES CLÉS DE LA RÉHABILITATION ÉNERGÉTIQUE

S'INSCRIRE maintenant
Désormais en ligne en continu

* Chaque image contient un lien internet actif (info, lien inscription...)



Mais également de très nombreux autres MOOC sur www.mooc-batiment-durable.fr

Paroles de pros
Retours d'expérience du MOOC Rénovation pe... ▶

341



ACCUEIL QUI SOMMES-NOUS ? FORMATION BLOG RESSOURCES JEAN-PIERRE OLIVA SAMUEL COURGEY

Construction & Développement Durable
arcanne

A PROPOS DE L'ASSOCIATION

Principes de l'écologie
neuf et réhabilitation

L'ISOLATION THERMIQUE ÉCOLOGIQUE

LA CONCEPTION BIACLIMATIQUE

EN RÉHABILITATION

STRUCTURES & SITES QUE NOUS CONSEILLONS

T*



Avec de nombreuses pages ressources, dont une sur le sujet « Humidité »

* Images avec lien internet actif

[https://associationarcanne.com](http://associationarcanne.com)

342



=

Parrallèlement au MOOC, entièrement disponible, les différentes pages de la rubrique "Pour Aller Plus Loin" vous sont accessibles par les liens :

- Cours 1 à 3. ["La réhabilitation aujourd'hui"](#)
- Cours 4. La clé ["Organisation des espaces"](#)
- Cours 5. La clé ["Renouvellement d'air"](#)
- Cours 6. La clé ["Etanchéité à l'air"](#)
- Cours 7. La clé ["Isolation renforcée des parois"](#)
- Cours 8. La clé ["Pont thermiques"](#)
- Cours 9. La clé ["Chauffage performant"](#)
- Cours 10. La clé ["Eau Chaude Sanitaire"](#)
- Cours 11. La clé ["Eclairage et équipements électriques"](#)
- Cours 12 à 14. ["Mon métier aujourd'hui"](#)
- Cours 15 à 18. ["Bénéfices de la rénovation performante"](#)
- Focus ["L'humidité dans le bâtiment"](#)
- Focus ["Le confort thermique, même en été"](#)
- Focus ["La maison ancienne"](#)
- Focus ["Retours d'expérience"](#)

343



Suite de conférences proposée depuis le confinement par la SCOP des 2 rives, structure partenaire d'Arcanne sur la formation professionnelle :

Le Pôle énergie Bourgogne Franche-Comté:



, et pour suivre les productions / conférences de l'approche frugale :



* Lien Internet

344



www.flickr.com/photos/150184035@N07/45004001622

(autres) Ressources

Approche préfabriquée en atelier

EnergieSprong : Déployer à grande échelle des rénovations zéro énergie garantie

La France a des objectifs ambitieux de rénovation énergétique des bâtiments, mais le marché de la rénovation énergétique peine à changer d'échelle. Ayant fait face à la même situation, les Pays-Bas ont mis en œuvre depuis 2012 une approche globale et innovante appelée EnergieSprong (« saut énergétique » en hollandais), qui a fait ses preuves et a permis de lancer une dynamique nouvelle sur le sujet.

L'ambition d'EnergieSprong est de déployer à grande échelle des rénovations énergétiques zéro énergie en en démocratisant l'accès au plus grand nombre, cela en commençant par le logement social, pour ensuite bénéficier à d'autres marchés : bâtiments éducatifs, logement privé...

Pour ce faire, la démarche EnergieSprong propose de nouveaux standards de rénovation qui alignent les intérêts de l'ensemble des acteurs de l'écosystème (bailleurs, maîtres d'œuvre et fournisseurs de solutions, occupants, collectivités locales) à travers un cahier des charges orienté sur les résultats plutôt que sur les moyens :



E = 0

Des bâtiments à zéro énergie garantie sur 30 ans : le logement produit autant d'énergie qu'il en consomme grâce à une meilleure efficacité énergétique et à la production locale d'énergie renouvelable.



RAPIDITE

Des travaux réalisés en site occupé et en un temps court grâce à l'utilisation d'éléments préfabriqués de haute qualité et d'outils numériques.



ACCESIBILITE

Un surinvestissement financier par les économies d'énergie et de maintenance réalisées sur 30 ans, sans surcoût pour les occupants



ATTRACTIVITE

Une attention spécifique portée au confort des occupants, à l'esthétique et à la qualité d'usage (avec l'inclusion de travaux d'amélioration non énergétiques)

energie sprong
fr

- Particulièrement adapté aux collectifs du XX^{ème} et aux MI en bande, EnergieSprong se veut facilitateur pour des rénovations « zéro énergie » financiables sur les économies faites sur 30 ans.
- Pour réduire les coûts, l'objet est d'industrialiser les solutions techniques à partir de 3 modules intégrés : "mur", "toit" et "systèmes".

<http://www.energiesprong.fr/>

345



Etat initial

(autres) Ressources

Approche préfabriqué en atelier

- Rénovation BBC par caissons de mur et de toiture préfabriqués, dont surélévation (récupération de 85 m² de SH)
- 3 jours de levage pour ré-envelopper le bâtiment
- SCOP Clairlieu Eco-Rénovation Solidaire - Yves Jautard Architecte (et système bois)



346