

Réhabilitation énergétique

+ Focus : matériaux biosourcés

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

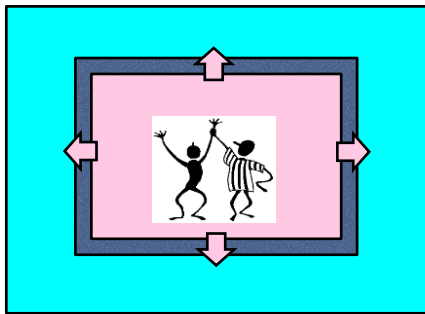
4

1.

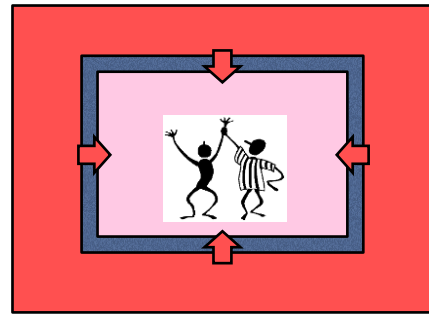
Thermique



THERMIQUE - LES BASES



Hiver



Été

6



THERMIQUE - LES BASES

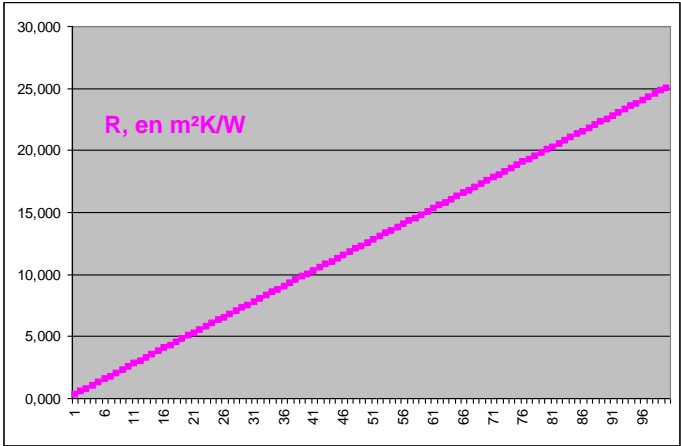


- Le flux (thermique) se fait du chaud au froid
- L'intensité du flux dépend des matériaux constituant la paroi et de la différence de température (Δt), de part et d'autre de la paroi
- Ça « marche » dans les deux sens... et peu importe la saison
- La conductance (thermique) "**U**" (ou "coefficient de transmission thermique surfacique"), en **W/m^2K** 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 m^2K/W)

7



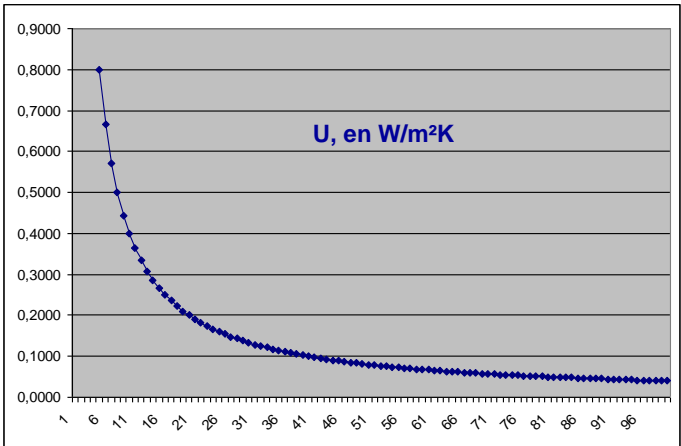
Résistance thermique **R** d'une couche d'isolant (λ de 0,04) selon épaisseur :



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

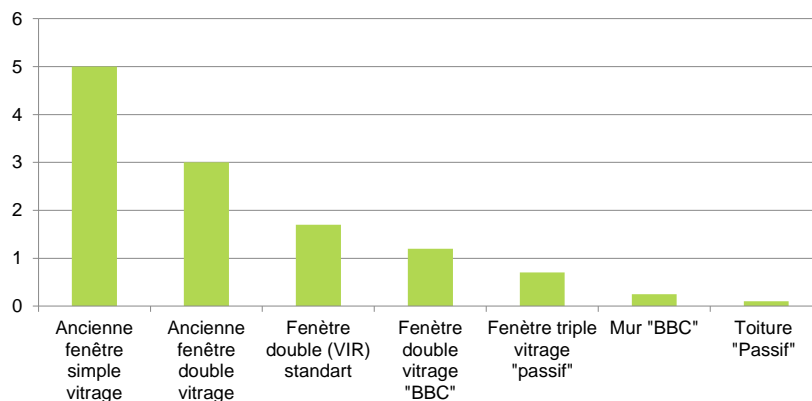


Conductance thermique **U** d'une couche d'isolant (λ de 0,04) selon épaisseur :



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

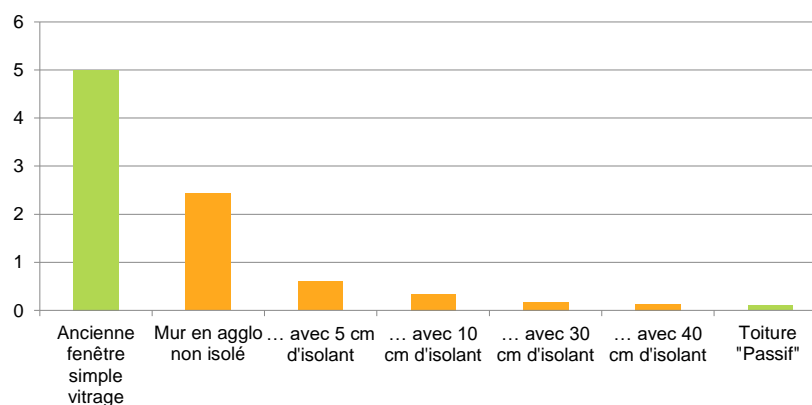
Exemples de conductances (Valeur U, en W/m^2K)



12

Exemples de conductances (Valeur U, en W/m^2K)

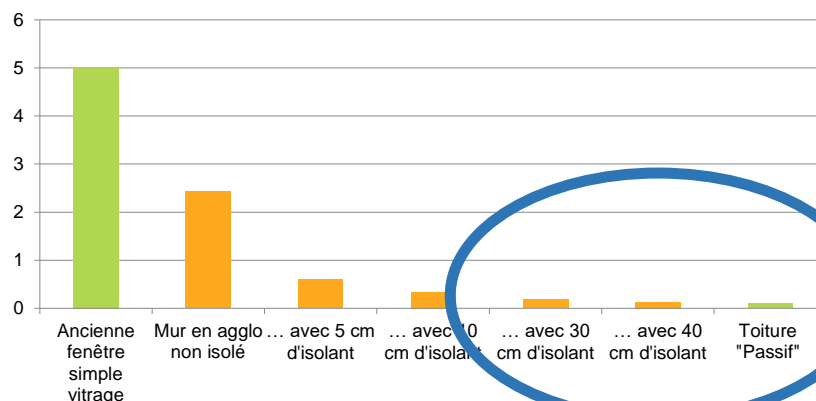
Calculs réalisés avec un isolant ayant une conductivité λ de $0.04 W/mK$



13

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

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



14

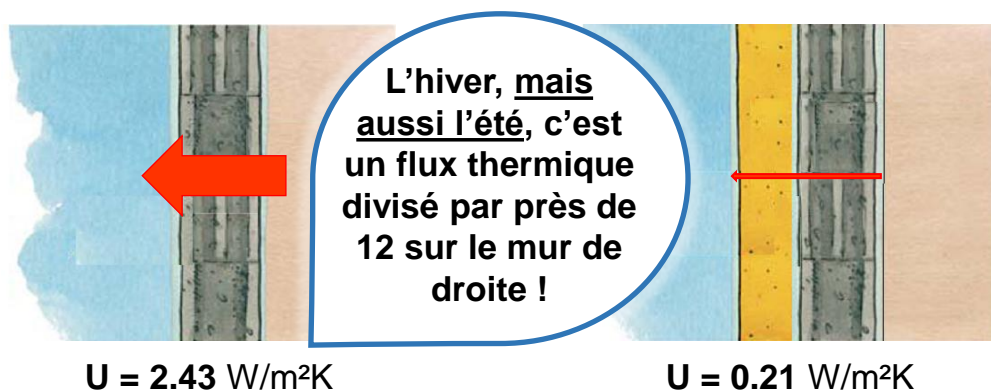
**Le calcul du U de chaque
paroi est la base de
toute étude thermique.**

Rapide présentation du calcul du U d'une paroi



19

Calcul des déperditions d'une paroi



32

2.
Confort
thermique

Samuel Courgey

Réhabilitation énergétique 1/2

ECHOBat Dévelop. 1 sept. 2021

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

m


34

Samuel Courgey - Arcaine

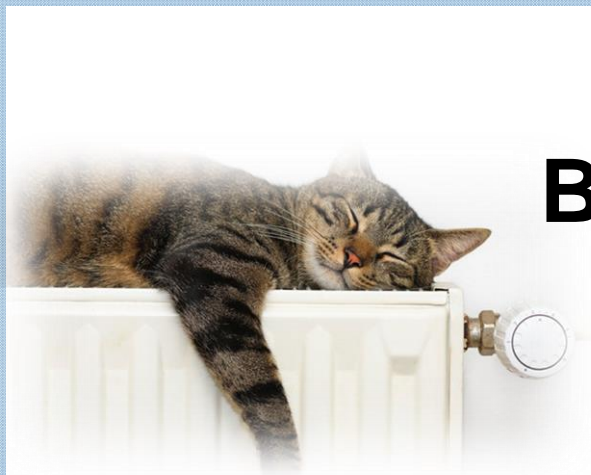
Réhabilitation énergétique

SYNANOMIE BFC - Déc. 2022

Être bien !



35



Bien être !

36



~~Être bien~~ ~~Bien être~~

CONFORT THERMIQUE

37



Le confort thermique

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

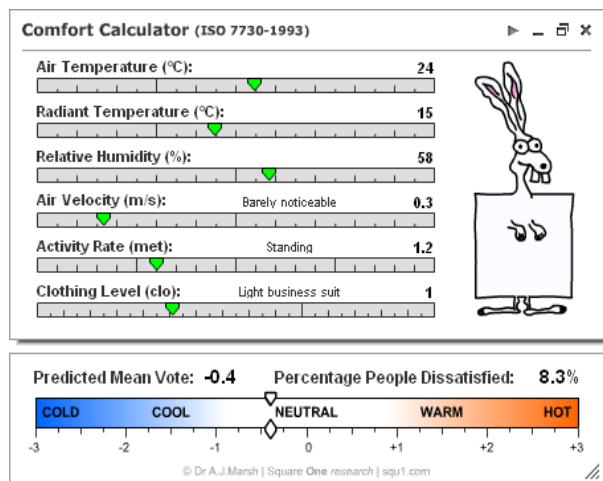


La norme **NF EN ISO 7730** définit le confort thermique

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 élever 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 élever la t° de l'air (selon le type de bâtiment : 7 à 20% de chauffage en plus par degré supplémentaire).

41

41

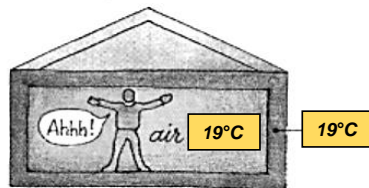


Le confort thermique

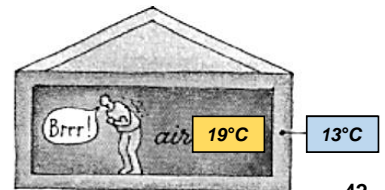
Avec une humidité relative moyenne (30 à 60%) et en l'absence de mouvement d'air* :

$$t^{\circ} \text{ ressentie (ou opérative)} = \frac{1}{2} \times (t^{\circ} \text{ Air} + t^{\circ} \text{ Parois})$$

T° ressentie par les occupants = 19 °C



T° ressentie = 16 °C,
... soit une sensation d'inconfort



42

* 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.

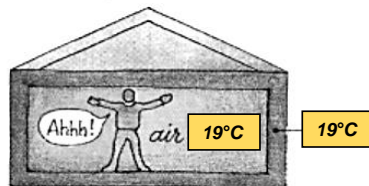


Le confort thermique

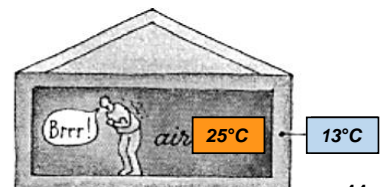
Avec une humidité relative moyenne (30 à 60%) et en l'absence de mouvement d'air* :

$$t^{\circ} \text{ ressentie (ou opérative)} = \frac{1}{2} \times (t^{\circ} \text{ Air} + t^{\circ} \text{ Parois})$$

T° ressentie par les occupants = 19 °C



Toujours une sensation d'inconfort... ❄️



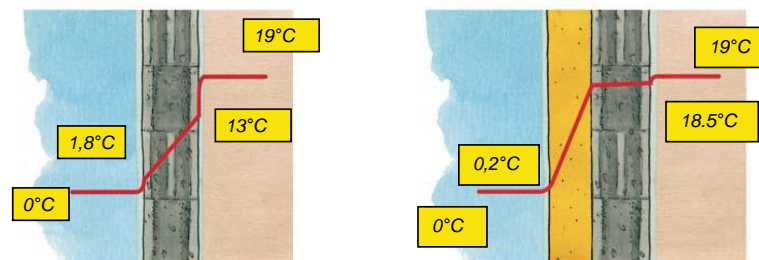
44

* 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.



Le confort thermique

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



46



Rappel

Calcul des déperditions d'une paroi



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

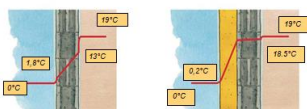
$U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$

44

Rappel

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 (apports) ;
- 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 m^2), et **1 milliard** de
 m^2 de tertiaire.

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




Photo Laurent Boiteux

51

ECHOBat Dévelop. 1 sept. 2021

Réhabilitation énergétique 1/2

Samuel Courgey




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

52

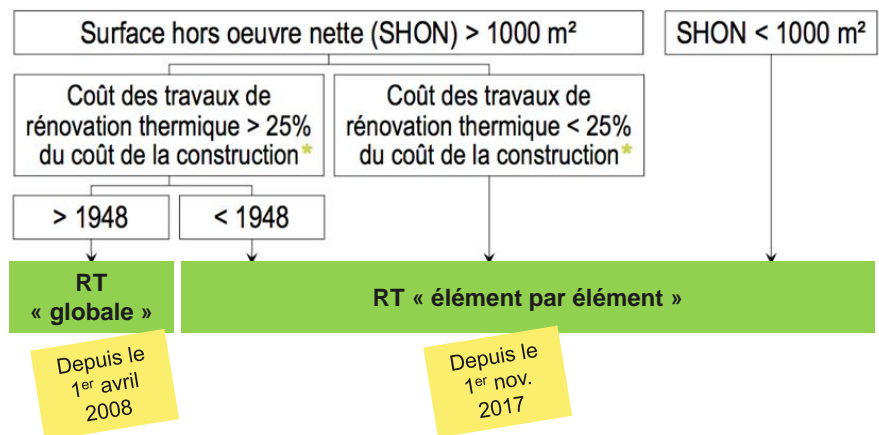
SYNAMOIE BFC- Déc. 2022

Réhabilitation énergétique

Samuel Courgey - Arcaine



Les textes réglementaires : RT Ex. (pour existant)



```
graph TD; A["Surface hors oeuvre nette (SHON) > 1000 m²"] --> B["Coût des travaux de rénovation thermique > 25% du coût de la construction*"]; A --> C["SHON < 1000 m²"]; A --> D["RT « élément par élément »"]; B --> E["> 1948"]; B --> F["< 1948"]; E --> G["RT « globale »"]; F --> D; C --> D; G --- H["Depuis le 1er avril 2008"]; D --- I["Depuis le 1er nov. 2017"];
```

Surface hors oeuvre nette (SHON) > 1000 m²

SHON < 1000 m²

Coût des travaux de rénovation thermique > 25% du coût de la construction*

Coût des travaux de rénovation thermique < 25% du coût de la construction*

> 1948

< 1948

RT « globale »

RT « élément par élément »

Depuis le 1^{er} avril 2008

Depuis le 1^{er} nov. 2017

* 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 »)

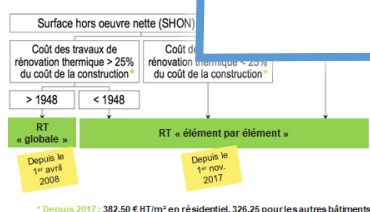
53



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



11

* Isolation thermique respectant les niveaux de la RT_{ex}

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 RT_{ex}

15

* Nommer et couvrir de honte

59



S'additionne au décret tertiaire le "décret BACS" (GTB 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 GTB (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).

Dans la suite de la loi ELAN (loi pour l'évolution du logement, de l'aménagement et du numérique) et du "décret tertiaire" (23.07.2021), les obligations faites aux bâtiments

Pour les bâtiments >1000m² elles déclarent des consos (pour les bâtiments >1000m²) et engagement à les baisser de 40% en 2040, et 60% en 2050, avec contrôle et sanction « name & shame ». (« Nommer et couvrir de honte »)

A ces obligations, dont il existe de nombreuses exemptions, il faut ajouter, à partir du 1er janvier 2022, la mise en œuvre d'une isolation thermique, en cas de travaux de renouvellement de l'habitat, de réfection de toitures, d'aménagement de locaux en vue de les rendre habitables.

17

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...

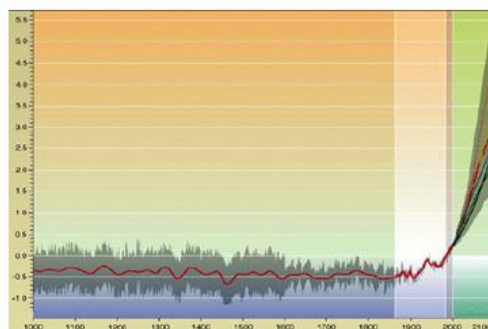
Le bâtiment utilise plus de 40% de l'énergie, 50% des matières premières...

47

64

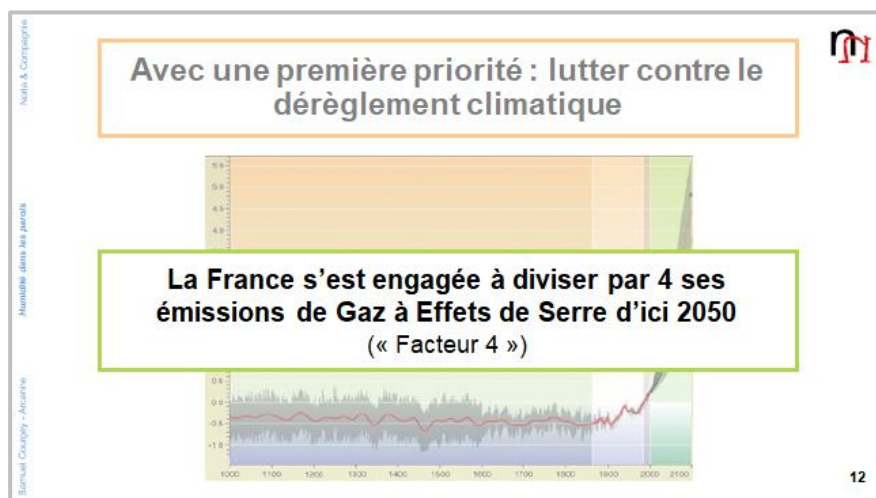


Avec une première priorité : lutter contre le dérèglement climatique



11

65



**Pour y arriver,
il faut diviser par environ
3 nos consommations
d'énergie, soit entre autres :**

- ne construire que des bâtiments de type « **passif** »
- réhabiliter l'ensemble du parc, et ce, à un niveau de type « **facteur 4** »

73



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 !



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

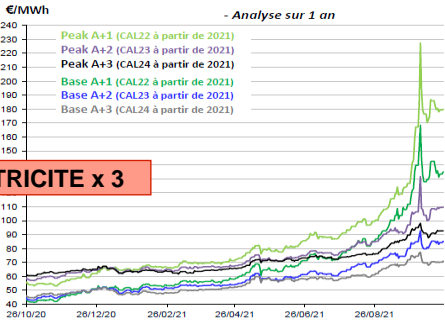
Pour une facture énergétique de 2000 € (moyenne 2020 par logement), coût en €uros constants sur 10 ans...

	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

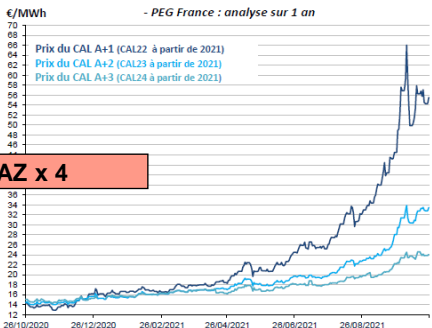
→ Réalisons qu'une rénovation BBC divise la facture de chauffage par 3 à 8 !

ELECTRICITE x 3

Marché de gros de l'électricité France



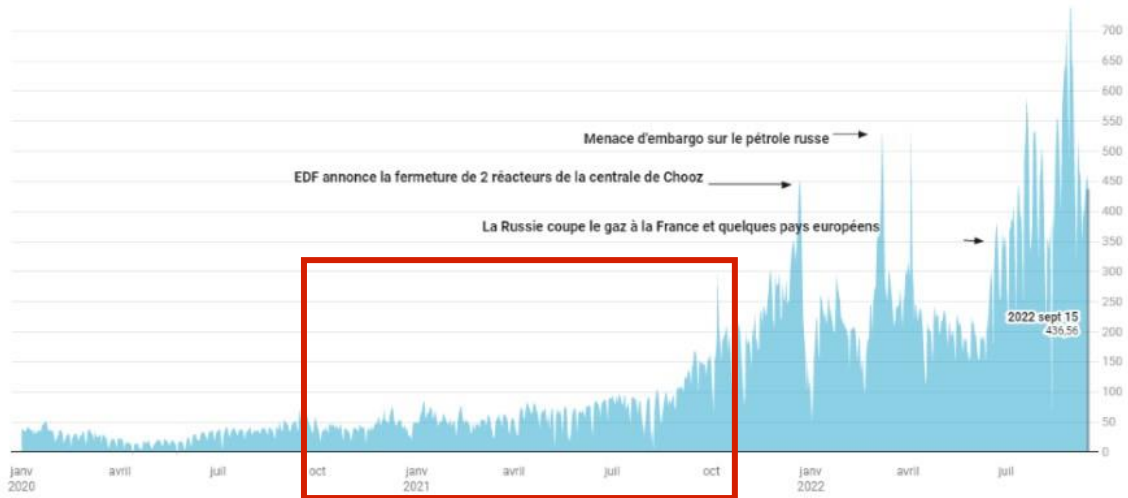
Marché de gros du gaz en France



GAZ x 4



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 m^2), et **1 milliard** de
 m^2 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 » !



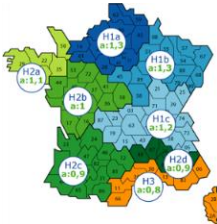
Le niveau BBC_{Rénovation}

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 x

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).



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

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

* Exigences ajustées, applicable au 1er octobre 2021

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 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

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 x



Efforts	Coefficient
≤ 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

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



... 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

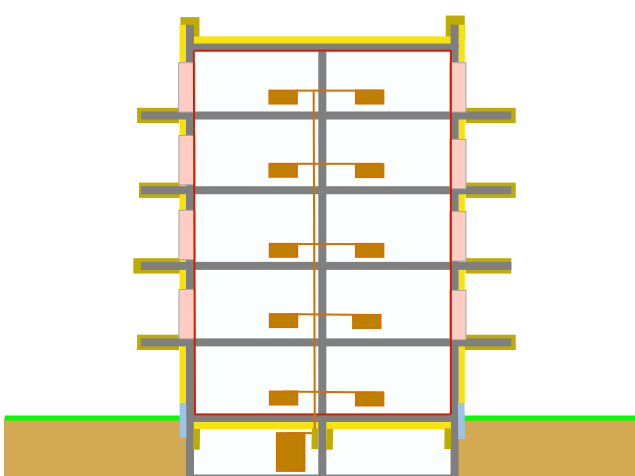
C'est plus du « prêt à porter »

90

Samuel Courgey
Rehabilitation énergétique 1/2
ECHOBat Dévelop. 1 sept. 2021

nm

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

Samuel Courgey - Arcaine
Rehabilitation énergétique
SYNAMOIE BFC - Déc. 2022

nm



Une isolation conséquente

	MURS	U en W/m².K	Isolant (cm)	
Anciennement	Non isolé			
Hier	Isolé	0,40	10	
Désormais	Très, et bien isolé	≈ 0,25 à 0,15	15 à 30	R> ≈ 4, voire jusqu'à ≈ 7
	TOITURE	U en W/m².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	R> ≈ 7, voire jusqu'à ≈ 10
	SOLS	U en W/m².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> ≈ 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.



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/m²K) Cadre bois, alu, acier	Nombreux mais faibles	Baies + cheminées. Perméabilité 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 hygrorèglable. Perméabilité 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 Conso, simple ou double flux assujetties (hygro, CO2...). Perméabilité vérifiée du bâtiment et des réseaux

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



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 ^{ères} chaudières	Cheminées, puis poêles... 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. (*Voire cogénération)	Sur-isolation des pompes, des conduits..., vannes électro-thermiques, boucles (?), très basse t°... voire chauffage par air ?	Robinetterie économe, points de puisage limités, tuyaux limités et sur-isolés, ballons décentralisés, sur isolés... et, ECS solaire ou PAC sur énergie récupérée ?

95



32

104

ECHOBat Dévelop. 1 sept. 2021

Retours d'expériences !

Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant

... Les principes ?

C'est plus de la methodo !

Samuel Courgey

Réhabilitation énergétique 1/2

105

SYNANOMIE BFC - Déc. 2022

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... ?

Samuel Courgey - Arcanne

Réhabilitation énergétique

106



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 ?

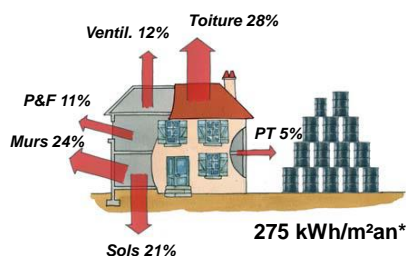
Qui apporte la compétence dans la mise en oeuvre, dans la gestion de chantier... ?

107



Le diagnostic énergétique

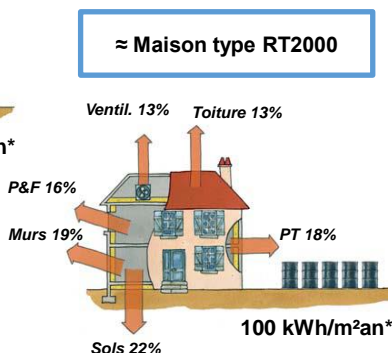
Repérer / évaluer les enjeux énergétiques ?



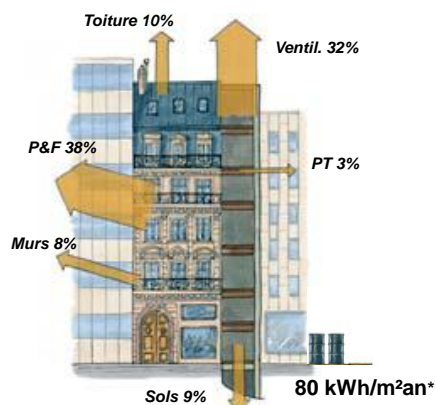
≈ Maison non isolée des années 60

*Consommations de chauffage en kWh énergie primaire par m² Shon

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



≈ Maison type RT2000

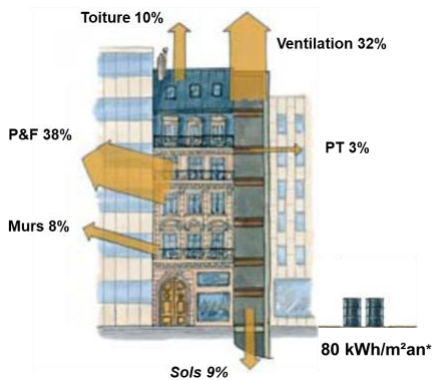


Immeuble haussmannien mitoyen

15

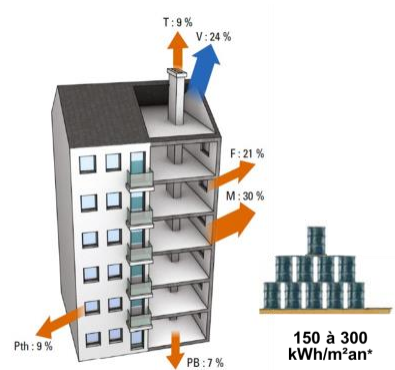


Ex. d'immeuble haussmannien mitoyen sur 2 côtés



Murs : 8% de 80, soit
6,4 kWh/m².an

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

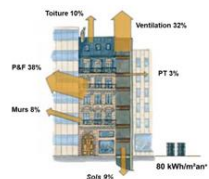


Murs : de 45 à 90
kWh/m².an

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

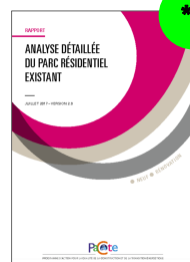
En plus de la littérature qui propose de nombreux types de bâtiments*, plusieurs méthodes permettent d'avoir une 1^{ère} idée des dépenses et déperditions.

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



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

** Téléchargeable sur Internet, lien actif



118



Comment rendre un bâtiment BBC, voire passif ?



32



120

Retours d'expériences !

Pour faire atteindre le niveau BBC à un bâtiment existant

... Les leviers possibles?

Pour une approche plus « sur mesure »

121

Samuel Courgey
Rehabilitation énergétique 1/2
ECHOBat Dévelop. 1 sept. 2021

nm

Les leviers actionnables pour rendre un bâtiment énergétiquement performant

1. Ajuster / Optimiser les espaces

2. Enveloppe : limiter les flux thermiques

3. Enveloppe : augmenter les apports

4. Enveloppe : Eviter les surchauffes

5. Changer/ Ajuster les installations

6. Faciliter les bons comportements

7. Entretenir bâtiment et équipements

Bâtiment BBC

122

Samuel Courgey - Arcaine
Rehabilitation énergétique
SYNAMOIE BFC - Déc. 2022

nm

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

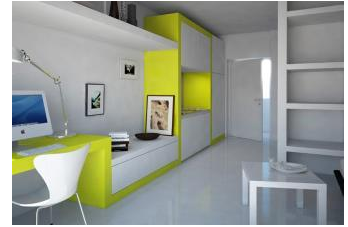
1.

Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces



Ajout d'un ou deux niveaux

Le projet dégage t-il des opportunités d'investissement ?

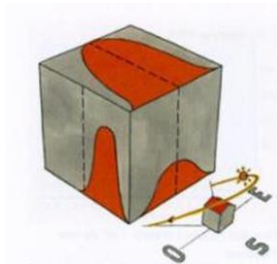
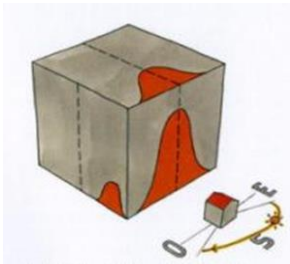


Aménagement d'une chambre d'étudiant, d'une chambre d'hôtes...

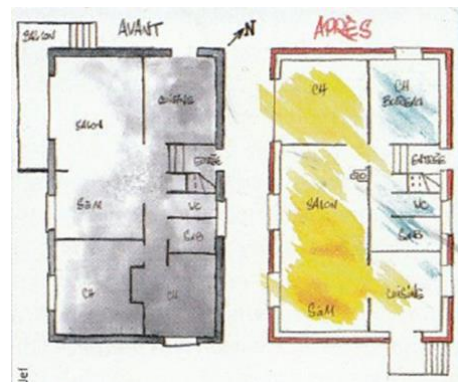
126

1.

Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces



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



128

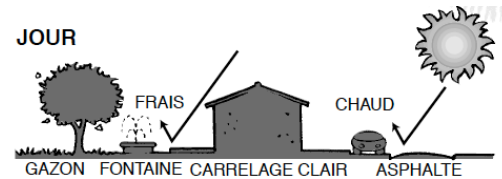
1. Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces



, également à
l'extérieur (façades,
parcelles)



JOUR



NUIT



129

1. Ajuster l'aménagement / Optimiser les espaces

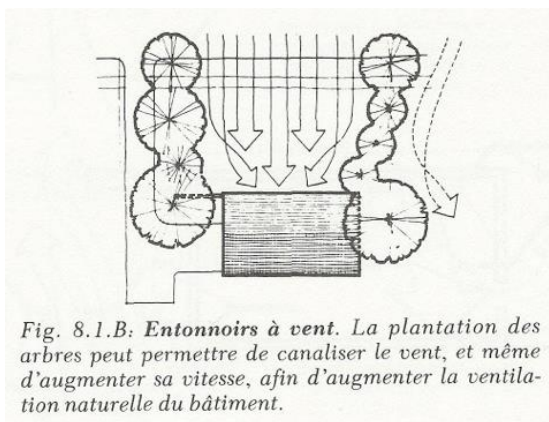
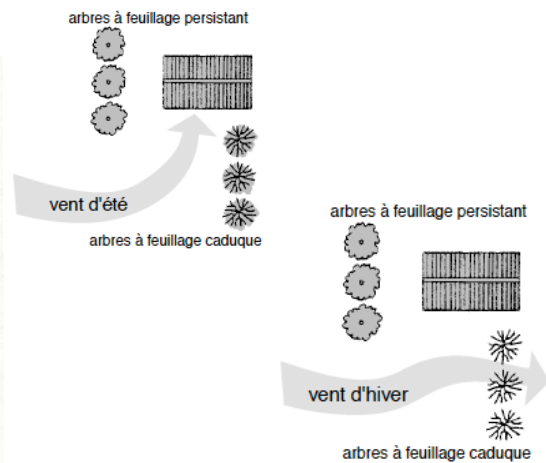


Fig. 8.1.B: Entonnoirs à vent. La plantation des arbres peut permettre de canaliser le vent, et même d'augmenter sa vitesse, afin d'augmenter la ventilation naturelle du bâtiment.



131



Levier n°2

Agir sur l'enveloppe pour réduire les pertes.

132



Une isolation performante ?

- Une isolation qui permet des bâtiments confortables, économes 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, économes en énergie et pérennes, soit une isolation :
 - **conséquence**
 - 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/m².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/m².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/m².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 ≈ 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'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

138



Une isolation performante ?

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

139

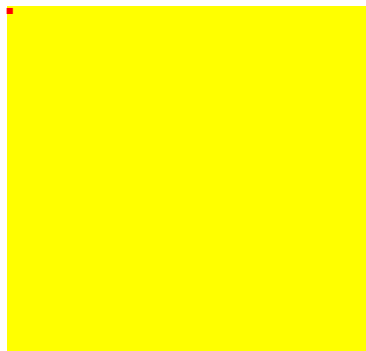


Une isolation performante ?

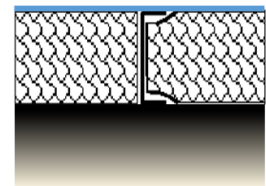
Limitier les ponts thermiques



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"**



Source : Lignotrend

**Montant ajouré,
à âme isolée...**

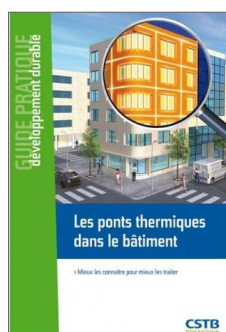


**Espaceurs
"plastiques"**

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 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

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 points 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 appréhender le sujet « ponts thermiques »

79

146



Une isolation performante ?

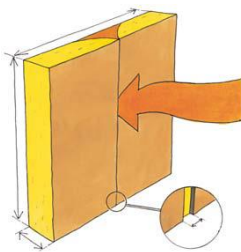
- Une isolation qui permet des bâtiments confortables, économes en énergie et pérennes, soit une isolation :
 - conséquente
 - générant très peu de ponts thermiques
 - **accompagnée d'une réelle étanchéité à l'air**

147

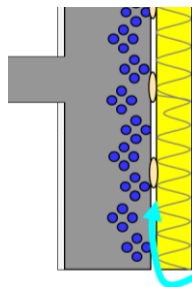


Une isolation performante ?

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



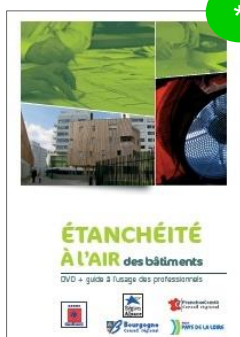
Une enveloppe étanche à l'air



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.

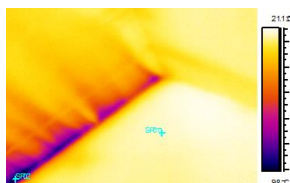
Carnet de détails sur sites du CéRéMA (**MININFIL**), sur celui du programme PACTE...

* 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 ?



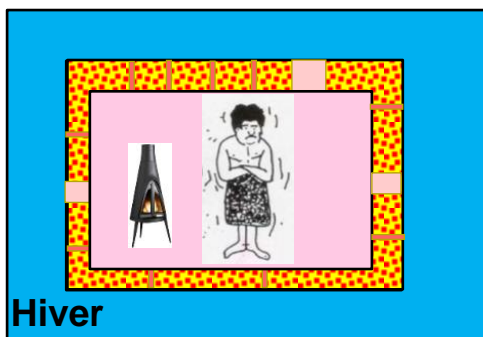
Photo : Pertine Courgey

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

157

Une isolation performante ?

...Triste constat



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



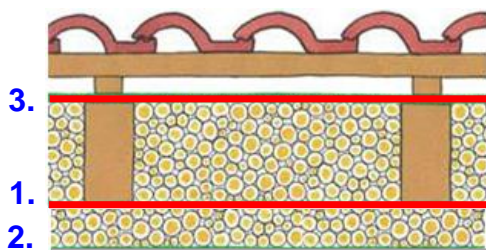
Au final, l'isolation de l'enveloppe est souvent dégradée de :

- 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)

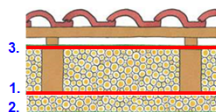
U/5 ???

160



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

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, profiter 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 $U_{jn} < 1,20 \text{ Wh/m}^2.K$)**
- **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 % →



45 %



63 %



69 %



73 %



78 %



82 %



178

Levier n°3



Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports.

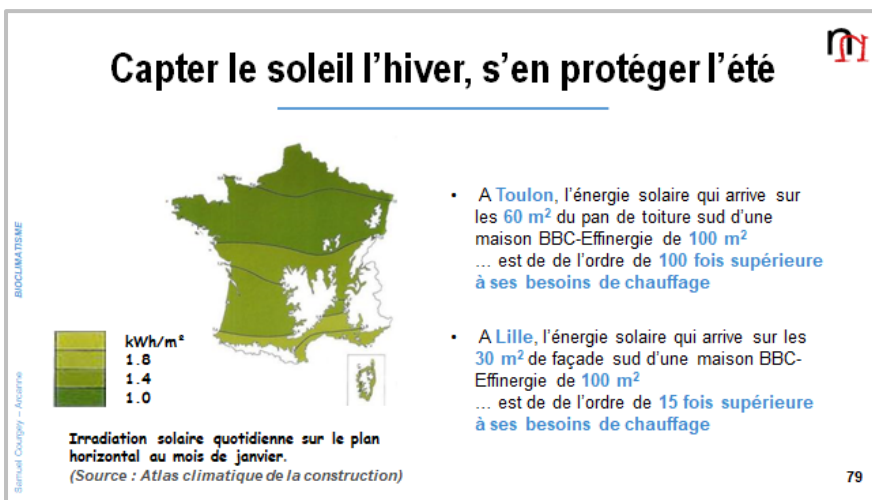
180

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



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



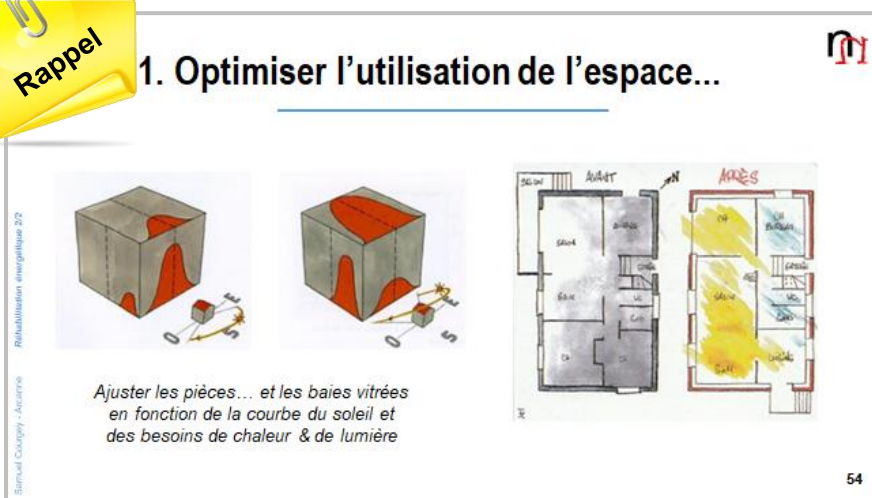
181

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



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



182

3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports

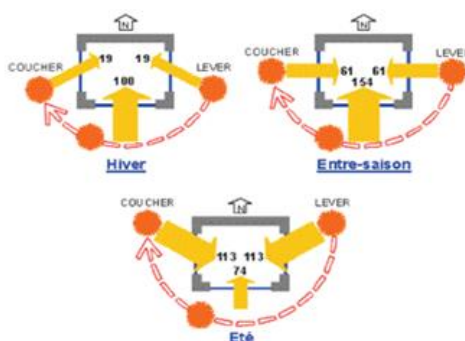


Une conception ajustée

Le vitrage, premier équipement de chauffage

Irradiation solaire selon façade

Base 100 donnée à la façade sud en hiver. Moyenne France métropolitaine.



82

183

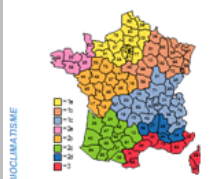
3.

Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



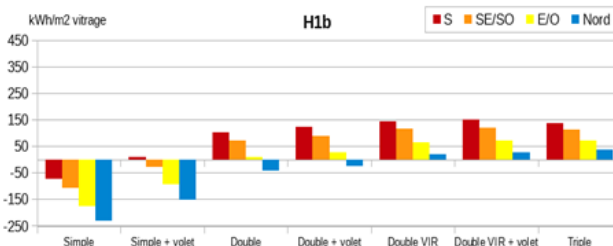
Fonctionnement thermique des parois

Bilan thermique d'un vitrage - Zone H1b



Type	Ug	g
Simple	5,7	0,82
Simple + volet	4,4	0,82
Double	2,5	0,75
Double + volet	2,2	0,75
Double VIR	1,2	0,63
Double VIR + volet	1,1	0,63
Triple	0,6	0,5

Calcul réalisé sur 7 mois, d'octobre à avril, base météo de Nancy (54)



142

187

3.

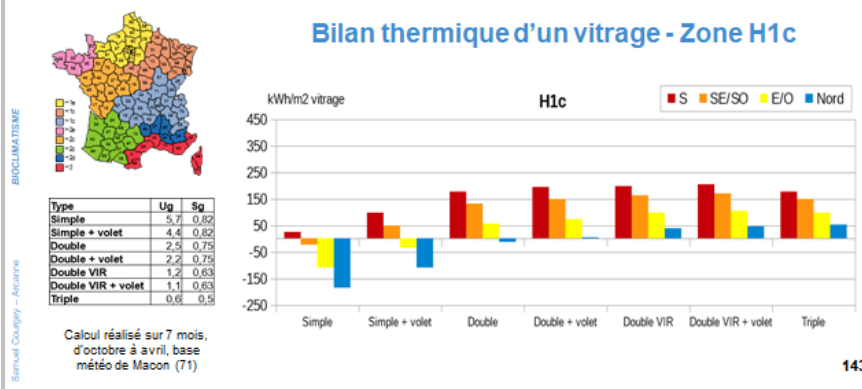
Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



Fonctionnement thermique des parois



Bilan thermique d'un vitrage - Zone H1c



143

188

3.

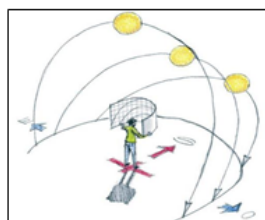
Agir sur l'enveloppe pour augmenter les apports



S'adapter au (micro) climat



Vérifier qu'il n'y a pas (trop) de masques solaires



Outils : planche à dessin + niveau + rapporteur... ou application de type « Sun Seeker », logiciel « Carnaval », www.incub.net, <http://trajectoiredusoleil.net/>

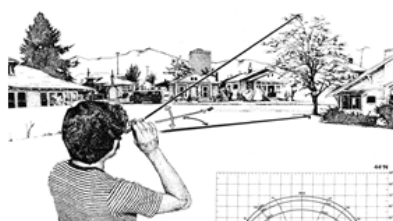


Fig. VI-16

tracé des masques



55

195

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 $U_{jn} < 1,20 \text{ Wh/m}^2.K$)**
- **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 % →



45 %



63 %



69 %



73 %



78 %



82 %



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

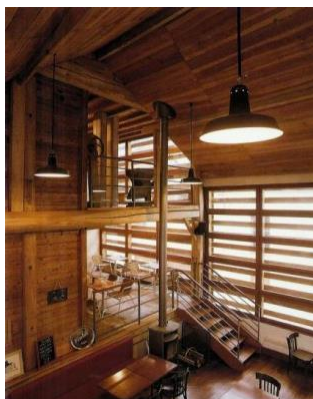


199

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



Rappel

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 étou trappes spécifiques...), pour le renouvellement d'air ?...
- Ya-t-il des contraintes esthétiques ? Réglementaires ?
- Quelles connaissances/compétences ont les acteurs locaux...

Exemples de coefficients de clair, en % →

45 %	61 %	69 %	73 %	78 %	82 %
------	------	------	------	------	------



Rappel

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 étou trappes spécifiques...), pour le renouvellement d'air ?...
- Ya-t-il des contraintes esthétiques ? Réglementaires ?
- Quelles connaissances/compétences ont les acteurs locaux...

Exemples de coefficients de clair, en % →

45 %	61 %	69 %	73 %	78 %	82 %
------	------	------	------	------	------



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 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 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** (dimensionnement 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 ajustée des sondes, régulateurs à faible différentiel, vannes à moteur électro-thermique...), **la basse ou très basse température...**

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

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). **Étudier la possibilité d'une cogénération**
- **Penser à l'arrivée d'air comburant, 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 !

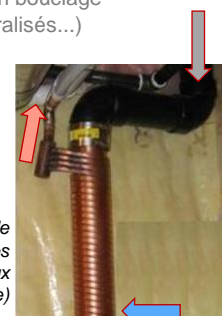
235

5. Installations - L'eau chaude sanitaire



Pour une installation performante :

- Installer des robinetteries économes (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 assujéti ?) Alimentation des lave-linges et lave-vaisselle ? 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'utilisateur !*



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



Rappel

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

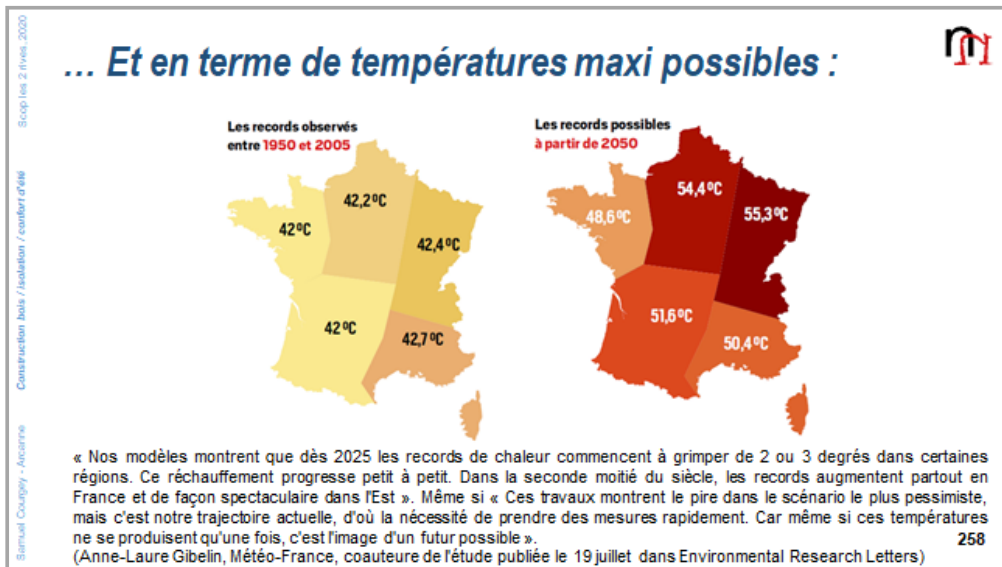
**« ... Vous avez besoin d'une clim ?
Mettez votre architecte à la porte ! »**

Jean-Pierre OLIVA



103

240



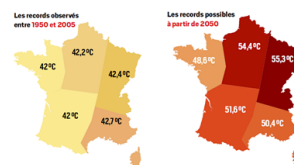
243

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.

... 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 ».

(Anne-Laure Gibelin, Météo-France, coauteure de l'étude publiée le 19 juillet dans Environmental Research Letters)

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



**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.**

5. Installations - Le rafraîchissement

Nombre de systèmes ont 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

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*



253

La ventilation

254



Ventilation : d'autres systèmes ?

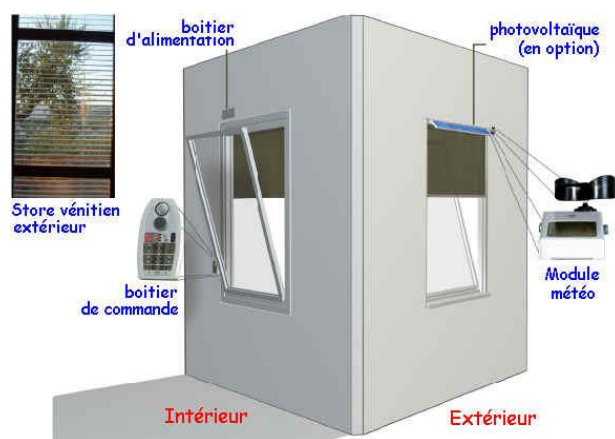
- **Ventilation naturelle** (à l'ancienne : inétanchéités à l'air et/ou ouverture des fenêtres). Elle n'est pas adaptée aux exigences actuelles de confort et d'efficacité énergétique
- **Ventilation naturelle assistée (VNA*)** et **ventilation par insufflation (VI)**. Si ce n'est sur quelques tertiaires, le budget et le temps actuellement alloués 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, déballonnage 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 ?



www.jaurearchitectes.com



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

259



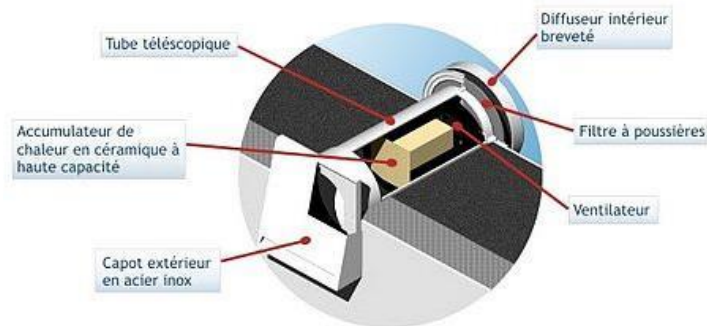
VMR : désormais des solutions DF



www.atlantic.fr



www.aldes-international.com



dd.magazine



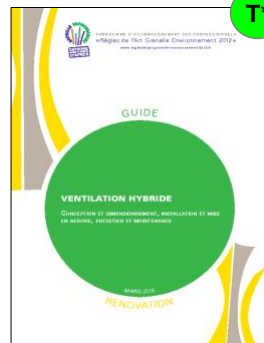
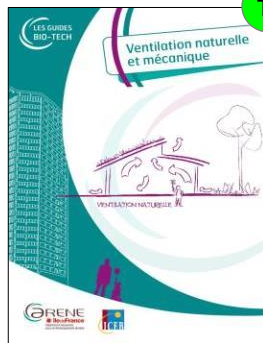
Ventilation naturelle assistée (VNA)

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

Mardi 24 novembre 2020 de 18h à 19h30 • Bulle #14

La ventilation naturelle en question(s) : approche hygiénique, confort d'été, frugalité...? Enjeux et approches pour viser le confort d'usage

Avec Karine Lapray, Ingénieure énergie et environnement Co-gérante de Tribu, conception de projets urbains éco-responsables



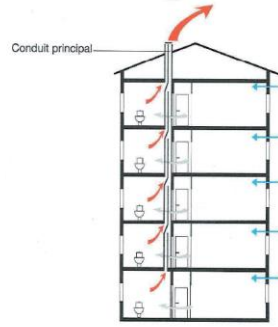
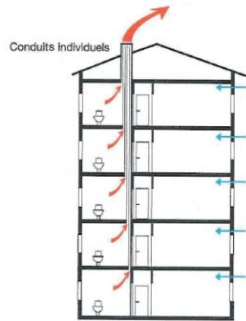
Une vidéo et 2 ouvrages en premiers repères (Cliquez sur les images pour télécharger les pdf)

Ventilation « basse pression* »

Pour les bâtiments collectifs disposant de conduits verticaux.



Extraitur stato-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 économes (→ VMC SF ou VMR).

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

262

5. Pour une ventilation efficace et économe :

- **Bien dimensionner l'installation** (débits globaux, débits des bouches, emplacement des entrées d'air et bouches d'extraction, diamètre des conduits, éviter les coudes 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 économes** ($< 0,10$ à $0,15 \text{ Wh/m}^3$)
- **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 aisé
des consommations**

271

ECHOBat Dévelop. 1 sept. 2021

Réhabilitation énergétique 1/2

Samuel Courgey

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

Pas certain !

272

SYNAMOIE BFC - Déc. 2022

Réhabilitation énergétique

Samuel Courgey - Arcanne

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.



Echanges

274

Levier n°7



Entretien 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/m².K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	0,40	10
Désormais	Très isolé	≈ 0,25 à 0,15	15 à 30
	Isolures	U en W/m².K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	≈ 0,20	20 à 30
Désormais	Très isolé	≈ 0,15 à 0,08	30 à 50
	Isolures	U en W/m².K	Isolant (cm)
Anciennement	Non isolé		
Hier	Isolé	0,80	0 à 8
Désormais	Très isolé	≈ 0,30	10 à 20

Epaisseurs calculées avec un U 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 perméabilité à l'air
Anciennement	Simple vitrage (Uv ≈ 5 W/m²K) Cadre bois, alu, acier	Nombreux mais faibles	Baies + cheminées. Perméabilité moyenne des parois opaques
Hier	Double vitrage devenu à isolation renforcée (Uv ≈ 1,0). Bois, PVC, ou alu avec rupteurs thermiques	Nombreux et importants	VMC auto puits hygro-réglable. Perméabilité moyenne à mauvaise
Désormais	Double ou triple VVR (0,60 à 0,80 W/m²K) ou PVC (voire alu) avec RT + protections nocturnes	Faibles à très faibles	Moteur Très Basse Consom. simple ou double flux assujetties (hygro, CO2, ...) + perméabilité vérifiée du bâtiment et des réseaux

de la baie intégrant la présence d'éventuelles protections nocturnes

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 ^{ère} chaudières	Cheminées, puis poêles... 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', PAC sur NGU récupérés, réseau de chaleur ++, ... voire cogénération gaz ou bois.	Sur-isolation des pompes, des conduits, ... et vannes électro-thermiques, boucles, Très Basse T°... voire chauffage par air.	Robinetterie économe, tuyaux limités et sur-isolés, ballons décentralisés, sur isolés... ECS solaire ou PAC sur énergie récupérée.

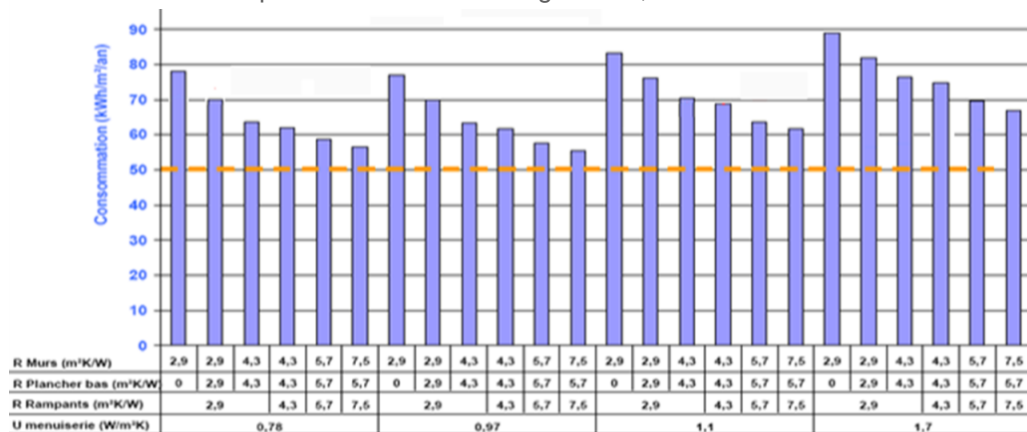
35

304

Jouer la complémentarité des solutions ...



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



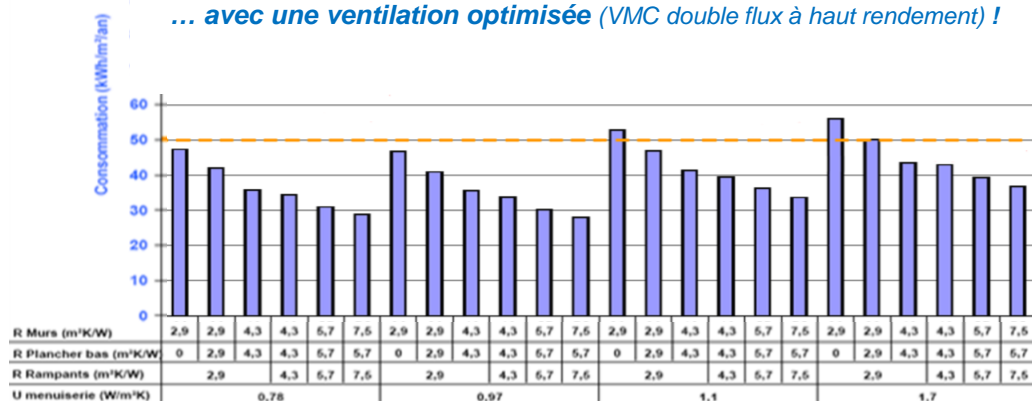
305



Jouer la complémentarité des solutions ...

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

... 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 : enertheq.

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



307



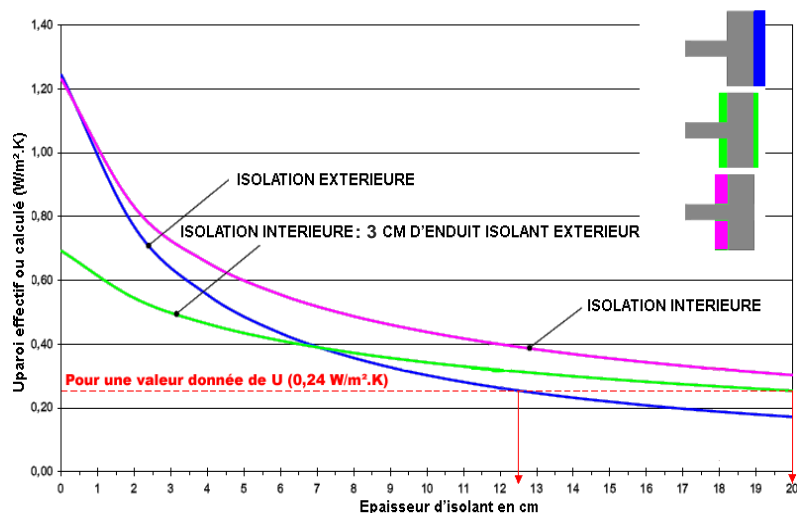
Jouer la complémentarité des solutions ...



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 adjuventée → Vérifier s'ils sont adaptés pour l'usage prévu !

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... $\lambda = 0,045$ $\lambda = 0,037$ $\mu = 4 \text{ à } 3$ 	UNILIT 20® (UNILIT/HD System®) Enduit chaux + silice expansé $\lambda = 0,066$ $\mu = 4$ 	FIXIT 222® FIXIT 244® (FIXIT®) Enduit chaux + aérogel de silice $\lambda = 0,028 (0,048)$ $\mu = 4 \text{ à } 5 (5 \text{ à } 7)$ 	Hagatherm® Haga biotherm® Hagatherm Aérogel® Enduit chaux + polystyrène (granulés de liège ; aérogel) $\lambda = 0,054 (0,07; 0,029)$ $\mu = \text{de } 5 \text{ à } 8$ 	+ Parnatur® (ParexLanco®) Enduit chaux + chènevotte $\lambda = 0,066 \text{ W/mK}$ $\mu < 5$ 
---	--	---	--	--	---

Plus, exclusivement en intérieur : **IsolArgilux** (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

ECHOBat Dévelop. 1 sept. 2021

Samuel Courgey

Réhabilitation énergétique 1/2



→ Vers des bâtiments performants :


... On change d'univers !

317

SYNAMOIE BFC - Déc. 2022

Samuel Courgey - Arcaine

Réhabilitation énergétique



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

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

318



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

, et des pistes pour aller plus loin :

- **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

Mais n'oublions pas !!!

Mais au fait, que recherche-t-on ?

Être bien !



324



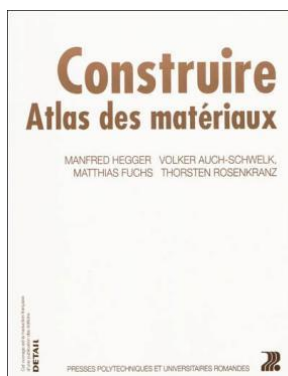
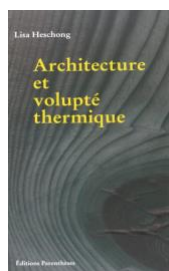
SOMMAIRE

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



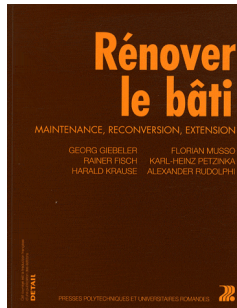
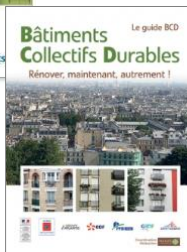
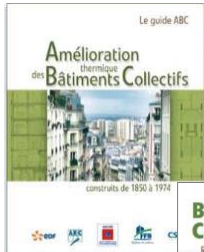
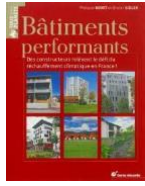
Newsletter mensuelle du
Réseau Bâtiment Durable

L*

* Lien internet

326

Sur la réhabilitation



* Lien internet

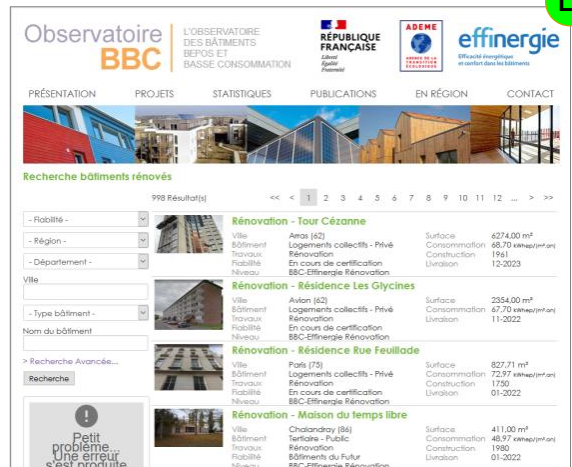
327



L'observatoire BBC



<https://observatoirebbc.org/>



* Lien internet

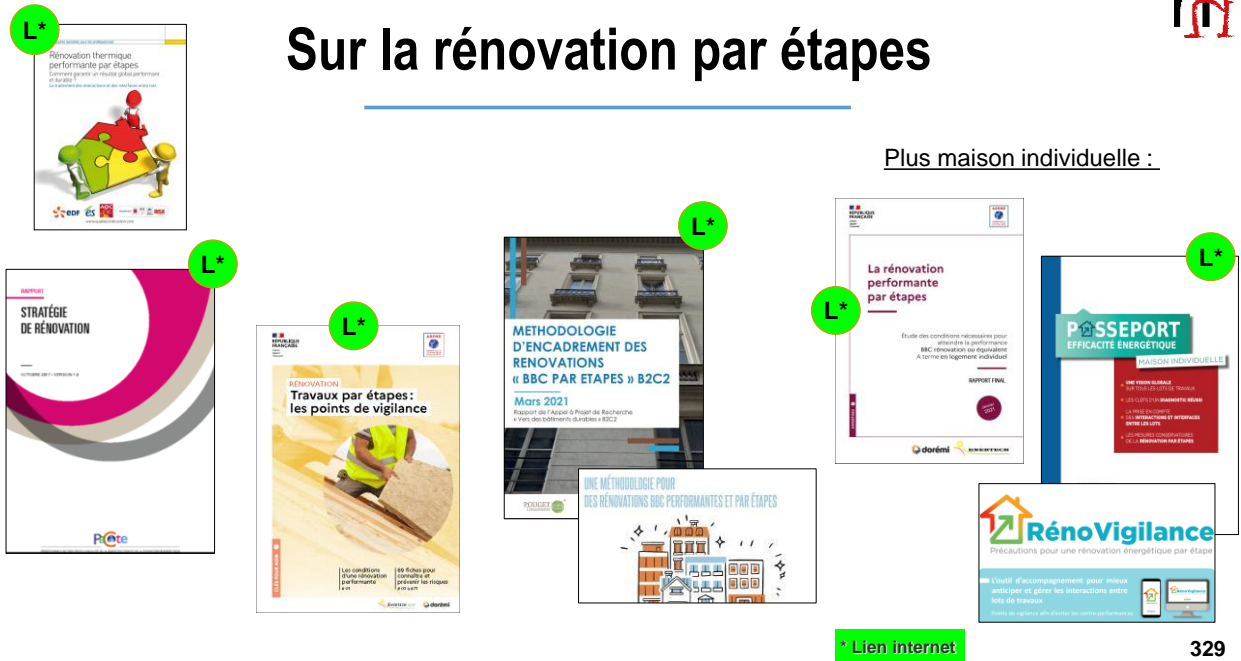
328





Sur la rénovation par étapes

Plus maison individuelle :



329



Sur les techniques de l'existant



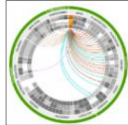
* Lien internet

... et sur les bâtiments anciens, patrimoniaux 1^{de2}



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

Et son outil "Guidance Wheel" →

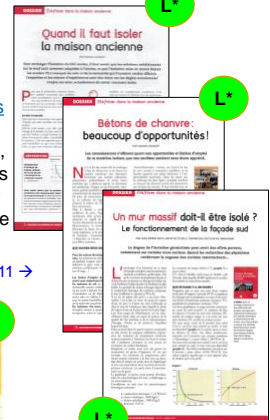


effinergie Patrimoine
(EXPERIMENTAL)

. Effinergie, soutenu par le Ministère de la Culture et celui de la Transition écologique propose un label expérimental pour reconnaître les réhabilitations énergétiques ambitieuses de bâtiments 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 →



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



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



331

* Lien internet

... et sur les bâtiments anciens, patrimoniaux 2^{de2}



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

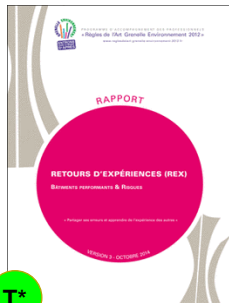


Voir également les Parc naturels nationaux ([liens](#)) et régionaux ([lien fédération](#)), et les divers CAUE ([lien fédération](#)).

332



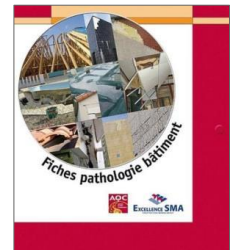
Sur l'approche « pathologie »



T*



T*



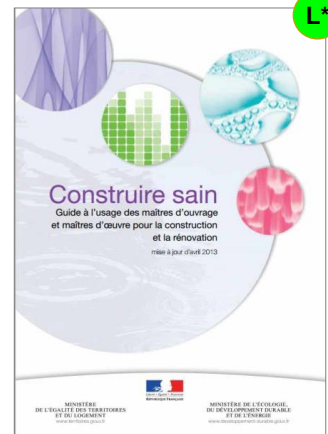
Et plus largement l'ensemble des productions de l'Agence Qualité Construction (www.qualiteconstruction.com), entre autres son application pour smartphone.

T* : lien internet actif

335



Sur l'approche sanitaire



L*

* Lien internet

336

SYNOPSIS BFC - Déc. 2022

Réhabilitation énergétique

Samuel Courgey - Arcane

1^{ères} références sur le sujet « ventilation »

T*

T*

T*

T*

T*

T*

T*

PROMOVENT :
Méthode pour
réaliser le diagnostic
d'installations VMC

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

T* : Image comportant un lien de téléchargement

337

SYNOPSIS BFC - Déc. 2022

Réhabilitation énergétique

Samuel Courgey - Arcane

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

T*

T*

Chaque image contient un lien internet actif

338



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



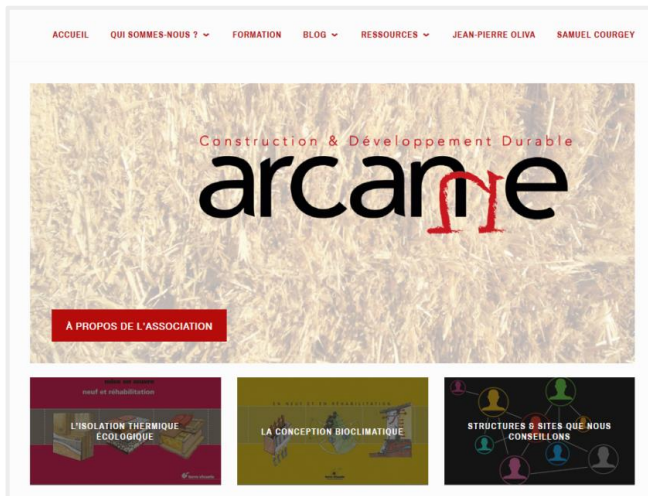
* Chaque image contient un lien internet actif (info, lien inscription...)



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



341



* Images avec lien internet actif

<https://associationarcanne.com>



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

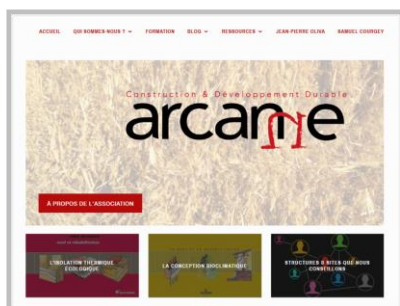
T*

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 ["Étanchéité 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 ["Éclairage et équipem.^{ts} électriques"](#)
- Cours 12 à 14. ["Mon métier aujourd'hui"](#)
- Cours 15 à 18. ["Bénéfices de la réno performante"](#)
- Focus ["L'humidité dans le bâtiment"](#)
- Focus ["Le confort thermique, même en été"](#)
- Focus ["La maison ancienne"](#)
- Focus ["Retours d'expérience"](#)

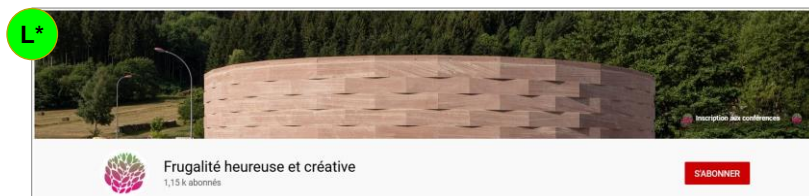
343

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**



Frugalité heureuse et créative
1,15 k abonnés

S'ABONNER

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. Avant fait face à la même situation, les Pays-Bas ont mis en œuvre depuis 2012 une approche globale et innovante appelée EnergieSprong (le 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.



RAPIDE

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.



ACCESSIBILITÉ

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



ATTRACTIVITÉ

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**

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

345

- Particulièrement adapté aux collectifs du XX^{ème} et aux MI en bande, EnergieSprong se veut facilitateur pour des rénovations « zéro énergie » finançables 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".



Etat initial

(autres) Ressources

Approche préfabriquée 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