

# RT2018 Monégasque Bâtiments rénovés

1 décembre 2021

Contact : **Nathalie TCHANG**  
140-142 rue du Chevaleret 75013 PARIS  
Tel : 01.43.15.00.06  
Mail : [mail@tribu-energie.fr](mailto:mail@tribu-energie.fr)  
web : [www.tribu-energie.fr](http://www.tribu-energie.fr)



# Contexte

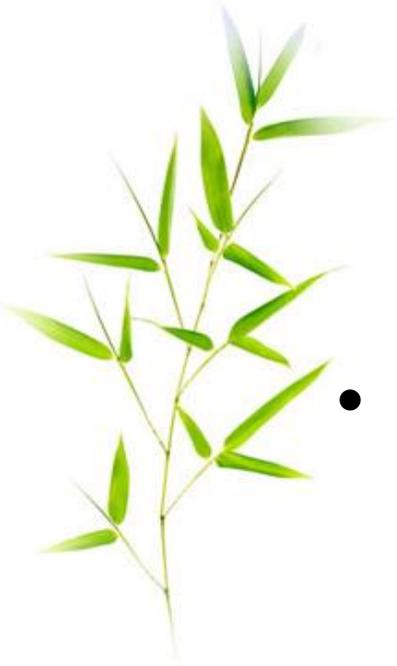
Suite à la COP 21, objectif de réduction de 55% d'émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 par rapport à 1990 :

- Améliorer significativement l'efficacité énergétique dans les bâtiments neufs et existants
- Evolution de la réglementation énergétique (anciennement équivalente à la RT2005)



# Constat

- La réglementation thermique de 2018 est à l'origine d'un grand changement dans l'acte de construire. Elle nécessite une attention particulière à la fois sur le bâti et sur les équipements techniques.
- Nous constatons au travers des demandes de permis que certaines préconisations sont méconnues des acteurs et/ou posent des questions.



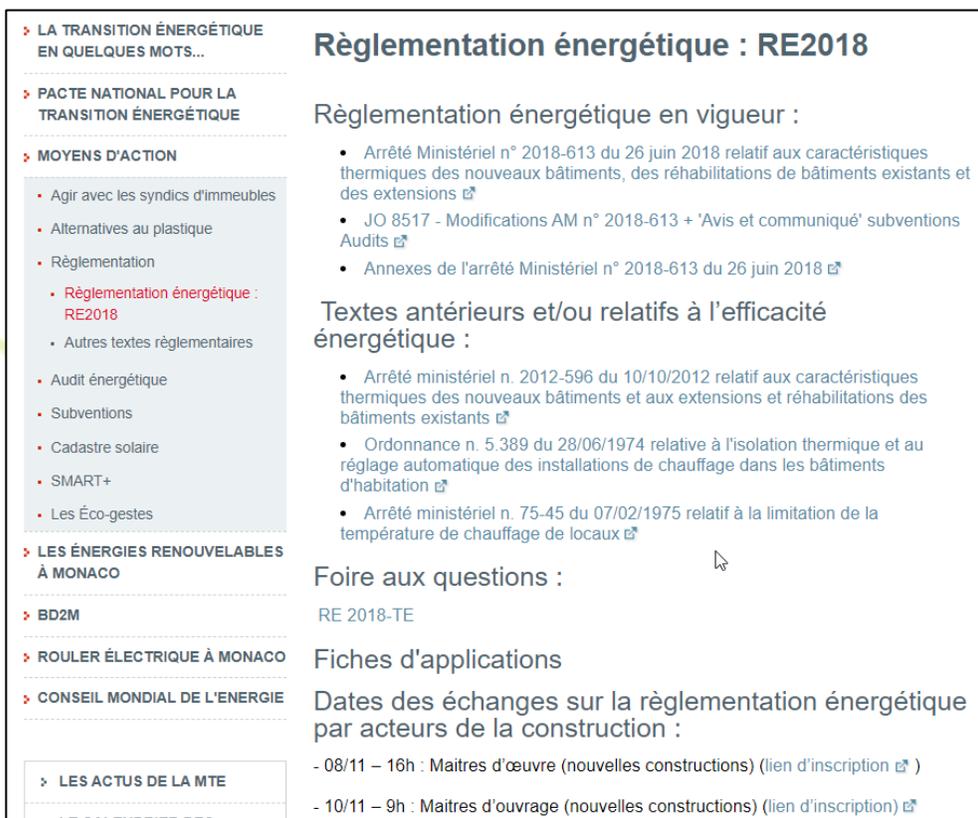
# En réponse à ce Constat

Un travail collaboratif MTE/DPUM a permis de vous proposer :

- Une page spécifique sur le site de la MTE pour répondre à vos questions et vous proposer des fiches d'application sur certaines thématiques :

<https://transition-energetique.gouv.mc/Moyens-d-action/Reglementation/Reglementation-energetique-RE2018>

- Des visios de présentation et d'échanges sur la RE2018 contextualisées aux acteurs et présentées par **Nathalie Tchang**, Directrice de Tribu Energie et partie prenante de la rédaction de la RE2018 Monaco.



LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE EN QUELQUES MOTS...

PACTE NATIONAL POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

MOYENS D'ACTION

- Agir avec les syndicats d'immeubles
- Alternatives au plastique
- Réglementation
  - **Réglementation énergétique : RE2018**
  - Autres textes réglementaires
- Audit énergétique
- Subventions
- Cadastre solaire
- SMART+
- Les Éco-gestes

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES À MONACO

BD2M

ROULER ÉLECTRIQUE À MONACO

CONSEIL MONDIAL DE L'ÉNERGIE

LES ACTUS DE LA MTE

## Réglementation énergétique : RE2018

Réglementation énergétique en vigueur :

- Arrêté Ministériel n° 2018-613 du 26 juin 2018 relatif aux caractéristiques thermiques des nouveaux bâtiments, des réhabilitations de bâtiments existants et des extensions
- JO 8517 - Modifications AM n° 2018-613 + 'Avis et communiqué' subventions Audits
- Annexes de l'arrêté Ministériel n° 2018-613 du 26 juin 2018

Textes antérieurs et/ou relatifs à l'efficacité énergétique :

- Arrêté ministériel n. 2012-596 du 10/10/2012 relatif aux caractéristiques thermiques des nouveaux bâtiments et aux extensions et réhabilitations des bâtiments existants
- Ordonnance n. 5.389 du 28/06/1974 relative à l'isolation thermique et au réglage automatique des installations de chauffage dans les bâtiments d'habitation
- Arrêté ministériel n. 75-45 du 07/02/1975 relatif à la limitation de la température de chauffage de locaux

Foire aux questions :

RE 2018-TE

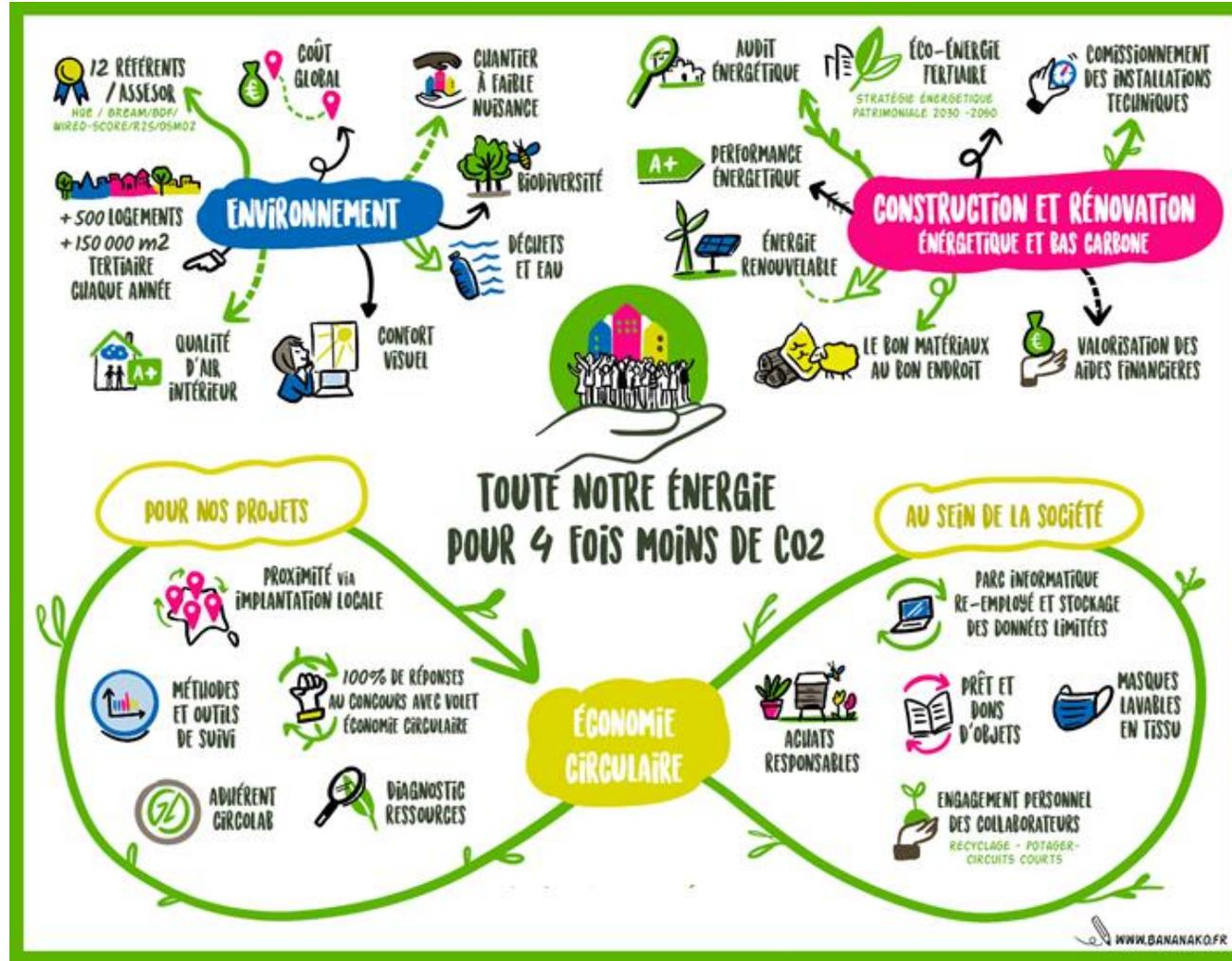
Fiches d'applications

Dates des échanges sur la réglementation énergétique par acteurs de la construction :

- 08/11 – 16h : Maîtres d'œuvre (nouvelles constructions) (lien d'inscription)
- 10/11 – 9h : Maîtres d'ouvrage (nouvelles constructions) (lien d'inscription)

Extrait site internet MTE

# BET Tribu Energie



# Objectifs

Les objectifs de la RTM sont de fixer des objectifs de performances énergétiques pour concevoir des bâtiments plus performants.



# SOMMAIRE

- Fondamentaux
- RT/élément
- Travaux embarqués
- Audit énergétique
- Dispositions diverses
- Attestations



# RTM → Un travail collaboratif



# Fondamentaux



# La bibliothèque de l'applicateur

CENT SOIXANTE-ET-UNIÈME ANNÉE - N° 8.390 - Le numéro 1,90 €

VENDREDI 13 JUILLET 2018

## JOURNAL DE MONACO

Bulletin officiel de la Principauté

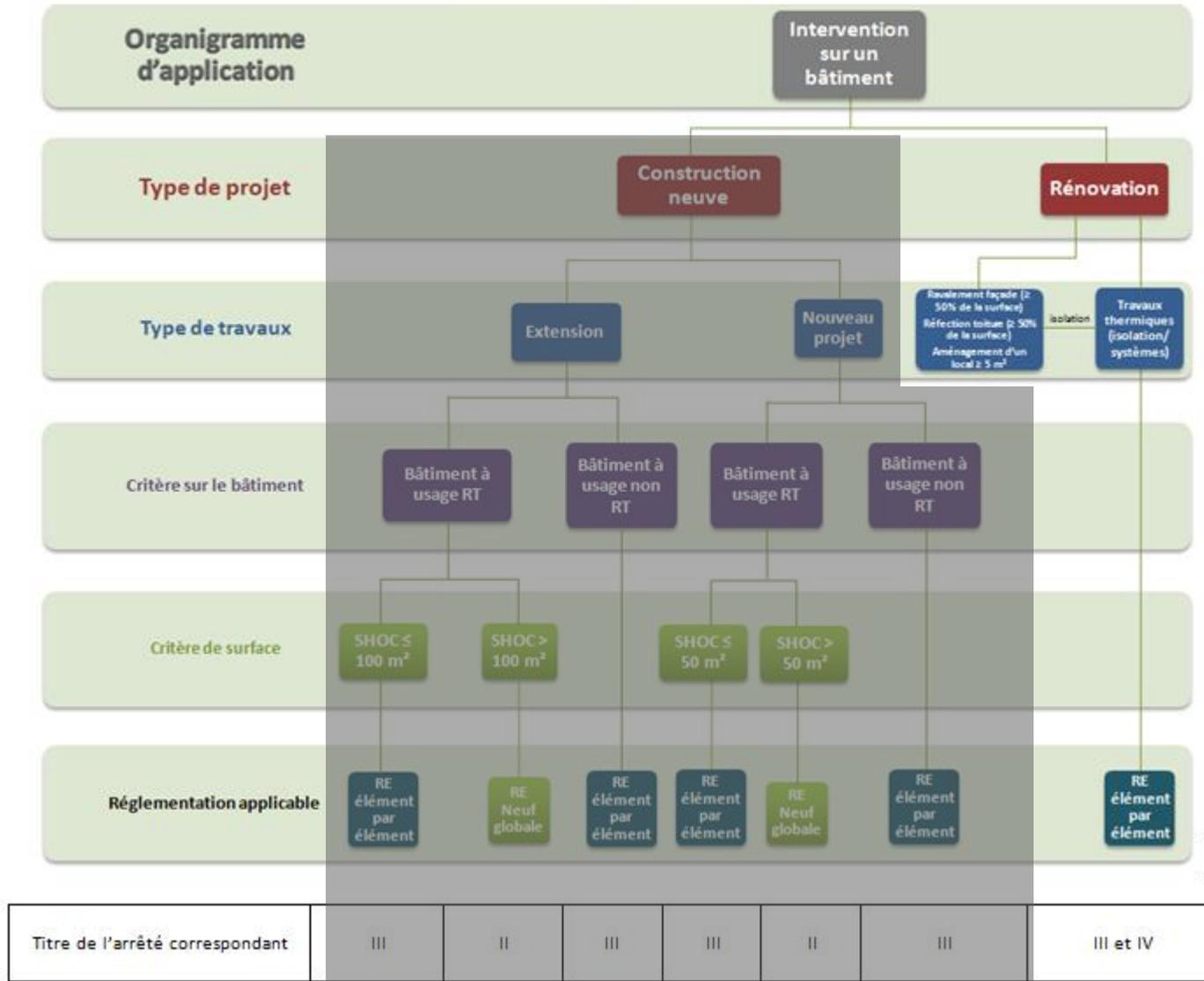
JOURNAL HEBDOMADAIRE PARAISSANT LE VENDREDI

DIRECTION - RÉDACTION - ADMINISTRATION MINISTÈRE D'ÉTAT - Place de la Visitation - B.P. 522 - MC 98015 MONACO CEDEX  
Téléphone : 98.98.80.00 - Compte Chèque Postal 30 1947 T Marseille

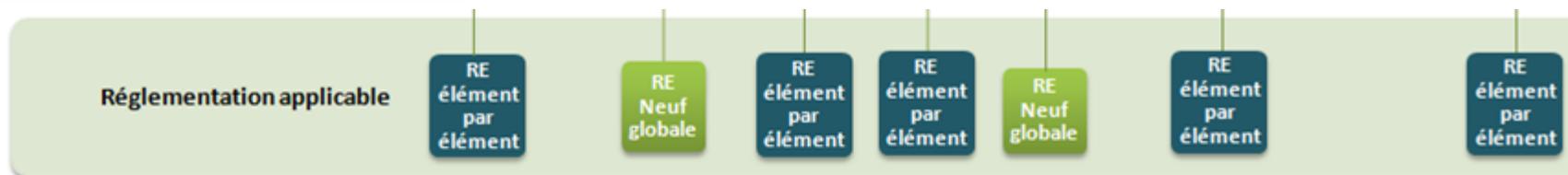
+ MAJ

<https://journaldemonaco.gouv.mc/Journaux/2020/Journal-8517/Arrete-Ministeriel-n-2020-870-du-15-decembre-2020-portant-modification-de-l-arrete-ministeriel-n-2018-613-du-26-juin-2018-relatif-aux-caracteristiques-thermiques-des-nouveaux-batiments-des-rehabilitations-de-batiments-existants-et-des-extensions>

# Organisation générale de l'arrêté



# Organisation générale de l'arrêté



Titre de l'arrêté correspondant	III	II	III	III	II	III	III et IV
Réalisation d'une étude de faisabilité ENR	Non	Oui si SHOC nouvelle $\geq 1000 \text{ m}^2$	Oui si SHOC nouvelle $\geq 1000 \text{ m}^2$	Oui	Oui	Oui	Non
Etude thermique avec rapport bureau de contrôle	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non
Commissionnement	Non	Oui si SHOC nouvelle $\geq 5000 \text{ m}^2$	Non	Non	Oui si SHOC $\geq 5000 \text{ m}^2$	Non	Non
Audit technique préalable	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui, uniquement pour le ravalement
Formulaires correspondants	B et E	A et D	B et E	B et E	A et D	B et E	C et E

## Titre III : RT/élément



# Principes

- Lorsqu'un projet nécessite de remplacer/installer un élément d'isolation, un équipement de chauffage, ECS, refroidissement, éclairage, ventilation, robinetterie, ENR ;  
→ il doit être mis en œuvre des produits de performances au moins égales aux caractéristiques minimales prévues



# RT élément par élément : champ d'application

- ❑ **Quand ?** : Lors de travaux de :
  - Rénovation
  - Amélioration
  - Installation
  - Remplacement
  
- ❑ **Quoi ?** : Exigences de caractéristiques thermiques et de performances énergétiques des équipements, ouvrages et systèmes installés ou remplacés
  
- ❑ **Objectifs** :
  - Profiter pleinement des économies d'énergies
  - Faire évoluer l'offre de produits vers la performance
  - Sensibiliser particuliers et installateurs à l'amélioration de la performance énergétique

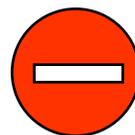
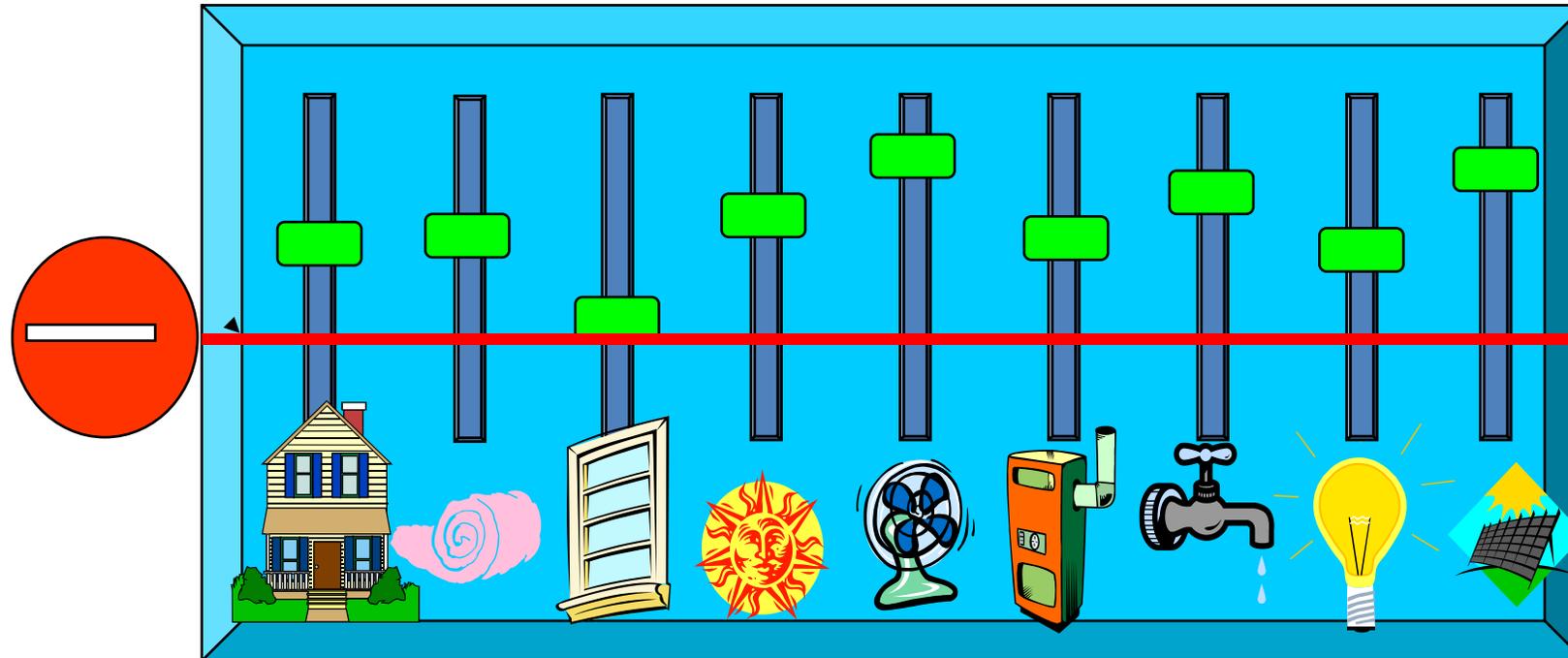


# RT élément par élément : champ d'application

- ❑ Les parois concernées sont les parois de surface  $> 0,5 \text{ m}^2$  donnant sur l'extérieur, un volume non chauffé, ou en contact avec le sol avec les constitutions suivantes :
  - Murs : briques industrielles, blocs béton industriels ou assimilés, béton banché et bardages métalliques
  - Planchers bas : terre cuite ou béton
  - Tous types de toitures

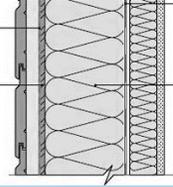


# RT élément par élément : principes



Garde-fous sur l'enveloppe et les composants **pour tous les bâtiments dès que des travaux sont réalisés**

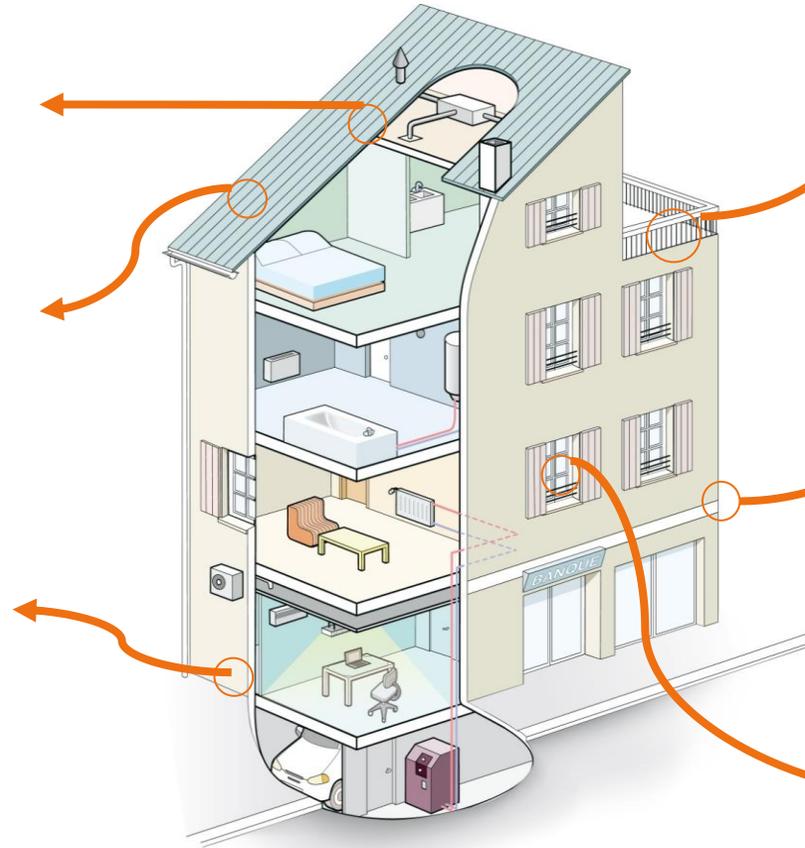
# Isolation thermique minimale



**Plancher de combles perdus**  
 $R \geq 6,5 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 20cm de laine minérale 32

**Rampant < 60°**  
 $R \geq 6 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 20cm de laine minérale 32

**Plancher bas sur extérieur ou local non chauffé**  
 $R \geq 2,1 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 8cm de fibrastyrène 35  
 10cm de flochage 40



**Toit terrasse**  
 $R \geq 6,5 \text{ m}^2\text{K/W}$

14cm de polyuréthane 22  
 26cm de Foamglass 40

**Mur sur volume non chauffé**  
 $R \geq 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 8cm de polystyrène 32

**Mur extérieur**  
 $R \geq 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 8cm de polystyrène 32

**Baies :**

Type de paroi vitrée ou de porte extérieure	Coefficient de transmission thermique maximal
Fenêtre de surface supérieure à 0,5 m <sup>2</sup> , porte fenêtre, double fenêtre, façade rideau	$U_w \leq 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Porte d'entrée de maison individuelle donnant sur l'extérieur	$U_d \leq 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Verrière	$U_{cv} \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Véranda chauffée	$U_{véranda} \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Exemptions pour : vitrine, porte d'entrée, lanterneaux, ...(Article 58)

# RT élément par élément : chauffage



## GENERATION : EXIGENCES

- Les chaudières étanches à combustible liquide ou gazeux, installées ou remplacées, doivent satisfaire simultanément aux prescriptions suivantes :

Dispositif	Prescription
Dispositifs de chauffage des locaux par chaudière à combustible ayant une puissance thermique nominale $\leq 70$ kW et dispositifs de chauffage mixtes par chaudière à combustible ayant une puissance thermique nominale $\leq 70$ kW, à l'exception des chaudières de type B1 ayant une puissance thermique nominale $\leq 10$ kW et des chaudières de type B1 mixtes ayant une puissance thermique nominale $\leq 30$ kW	L'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux n'est pas inférieure à 86 %
Chaudières de type B1 ayant une puissance thermique nominale $\leq 10$ kW et chaudières de type B1 mixtes ayant une puissance thermique nominale $\leq 30$ kW	L'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux n'est pas inférieure à 75 %
Dispositifs de chauffage des locaux par chaudière à combustible ayant une puissance thermique nominale $> 70$ kW et $\leq 400$ kW et dispositifs de chauffage mixtes par chaudière à combustible ayant une puissance thermique nominale $> 70$ kW et $\leq 400$ kW	L'efficacité utile à 100 % de la puissance thermique nominale n'est pas inférieure à 86 %, et l'efficacité utile à 30 % de la puissance thermique nominale n'est pas inférieure à 94 %



# RT élément par élément : chauffage



- Lorsque la totalité de l'installation de chauffage à combustible liquide ou gazeux est réalisée, les radiateurs doivent être adaptés au fonctionnement à basse température.
- L'installation ou le remplacement d'une chaudière à combustible liquide ou gazeux doit être accompagné de la mise en place d'un appareil de régulation programmable du chauffage, sauf dans les cas où l'installation existante en est déjà munie.

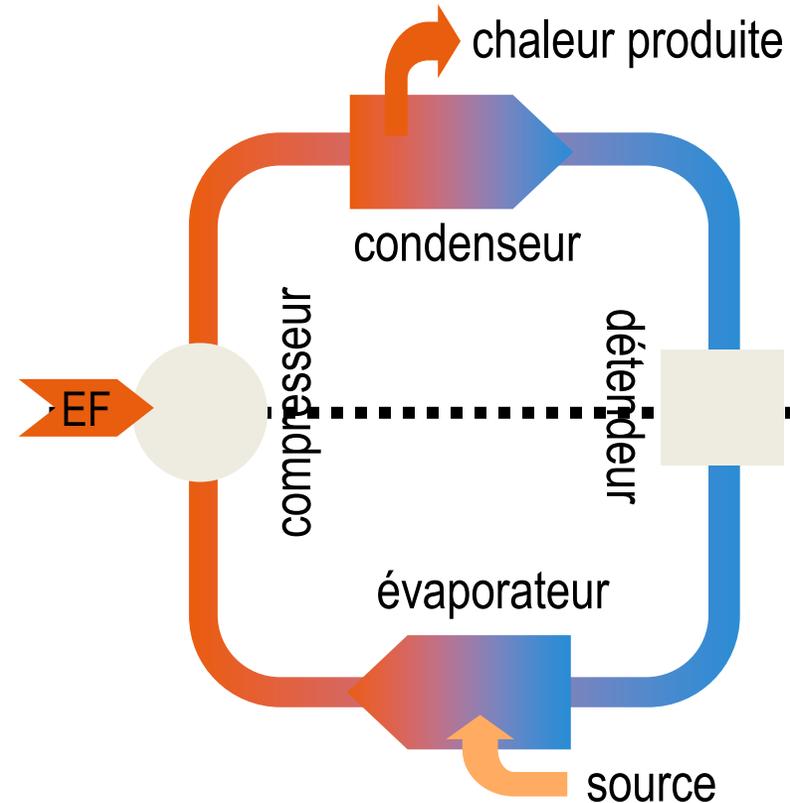


# RT élément par élément : chauffage



## GENERATION : NOTIONS DE BASE

- Le coefficient de performance (COP)
  - Rapport entre chaleur produite et électricité consommée
  - Plus le COP est élevé, plus l'appareil est efficace
  - Fonction des températures de la source et du régime de température dû à l'émetteur
- Exemple
  - 3 kWh produit
  - 1 kWh électrique utilisé
  - $COP = 3/1 = 3$



# RT élément par élément : chauffage



## GENERATION : EXIGENCES

- Les pompes à chaleur utilisant l'électricité à destination de chauffage, installées ou remplacées, doivent satisfaire à un coefficient de performance (COP), au sens de la norme NF EN 14-511, supérieur ou égal à la valeur donnée dans le tableau suivant, pour les températures indiquées et selon leur puissance nominale P :

Type d'équipement	Coefficient de performance (COP) nominal minimal mode chauffage	Température de source extérieure (°C)	Température de source intérieure (°C)
Air extérieur / air	3,8 si P < 99kW	7	20
Eau / air sur boucle	3,2 si P > 99 kW	15	
Air extérieur / eau		7	35
Eau / eau sur nappe phréatique	4 si P < 99kW 3,6 si P > 99 kW	10	
Eau / eau avec capteurs enterrés		0 / -3	
Sol / eau		-5	
Sol / sol			
Sol / air			20



# RT élément par élément : chauffage



## DISTRIBUTION : EXIGENCES

- Les réseaux de distribution de chaleur et de froid et les raccordements aux réseaux de chaleur et de froid, installés ou remplacés à l'extérieur ou dans des locaux non chauffés, doivent être équipés d'une isolation de classe au minimum 4.



# Réseaux hydrauliques : classe isolation



Les tableaux (issus de la NF EN12828), pour chacune des classes d'isolation 1 à 6, l'épaisseur d'isolation minimale (en mm) en fonction de :

- la conductivité thermique de l'isolant (coefficient en W/m.K),
- le  $\varnothing$  extérieur du tube (d1 en mm).

$\varnothing$ EXTÉRIEUR DU CONDUIT (SANS ISOLANT)	CLASSE 3				CLASSE 4					
	Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique de l'isolant (W/m.K)				Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique de l'isolant (W/m.K)			
		0.03	0.04	0.05	0.06		0.03	0.04	0.05	0.06
10 mm	0.20	4	7	13	20	0.18	6	11	9	31
20 mm	0.22	10	17	26	38	0.19	13	23	36	56
30 mm	0.24	14	23	35	50	0.21	19	31	49	72
40 mm	0.26	18	28	41	58	0.22	24	38	58	84
60 mm	0.30	23	35	50	69	0.25	30	47	70	99
80 mm	0.34	26	39	55	74	0.28	35	54	77	107
100 mm	0.38	29	42	59	78	0.31	38	58	82	112
200 mm	0.58	35	50	66	85	0.56	47	68	92	120
300 mm	0.78	38	53	69	86	0.61	51	72	96	122
Plan	(0.66)	42	56	70	84	(0.49)	58	77	96	116

# RT élément par élément : chauffage



## DISTRIBUTION et EMISSION : EXIGENCES

- Les pompes de circulation des installations de chauffage intégrées au générateur ou situées dans le local de la chaufferie, installées ou remplacées, doivent être munies d'un dispositif permettant leur arrêt.
- Les planchers chauffants installés ou remplacés dont la face inférieure ne donne pas sur un local chauffé doivent être isolés à l'aide d'un matériau isolant, dont la résistance thermique de la paroi, exprimée en  $m^2.K/W$ , doit être supérieure ou égale à 2.
- Lors du remplacement de radiateurs, en l'absence d'un calcul justifiant du dimensionnement de la puissance, la puissance installée ne doit pas être inférieure à celle qui préexistait.



# RT élément par élément : chauffage



## EMISSION : EXIGENCES

- Les radiateurs installés ou remplacés doivent être munis de robinets thermostatiques, sauf dans les cas de monotubes non dérivés et dans les locaux où est situé un thermostat central.
- Lorsque l'installation de chauffage ne comporte pas de thermostat central, un des émetteurs de l'installation ne doit pas être équipé de robinet thermostatique.



# RT élément par élément : chauffage



## EFFET JOULE : EXIGENCES

- Les émetteurs de chauffage à effet Joule à action directe ou à accumulation, installés ou remplacés, doivent être munis d'un dispositif de régulation électronique intégré, conduisant à une amplitude de régulation maximum de 0,5 K et à une dérive en charge maximum de 1,5 K.
- Le dispositif de régulation visé au § 1. doit permettre la réception d'ordres de commande pour assurer le fonctionnement en confort, réduit, hors gel et arrêt.
- Lorsque l'émetteur visé au § 1. possède une fonction secondaire (soufflante, sèche-serviette...), celle-ci doit être temporisée.



# RT élément par élément : chauffage



## EFFET JOULE : EXIGENCES

Les émetteurs de chauffage électriques à effet Joule intégrés aux parois, installés ou remplacés, doivent être pourvus, sauf dans le cas où l'installation en est déjà munie :

- a) soit d'un thermostat ou d'un régulateur par pièce, avec un CA inférieur à 2K et permettant la réception d'ordres de commande pour assurer le fonctionnement en confort, réduit, hors gel et arrêt ;
- b) soit d'un dispositif de régulation raccordé à une sonde de température extérieure.

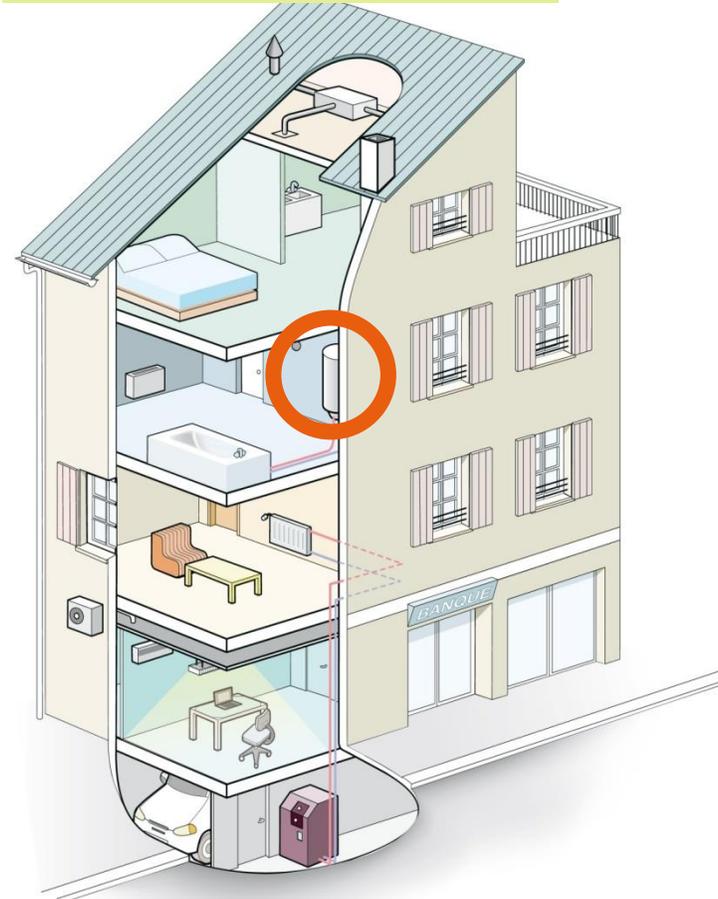
Lorsque le chauffage est assuré par un plancher chauffant à eau chaude fonctionnant à basse température, le thermostat, régulateur ou dispositif de régulation peut être commun à des locaux d'une SHOC totale maximum de 150 m<sup>2</sup>.

# LES 9 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »



Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement du  
chauffe-eau

- Isolation parois opaques
- Isolation parois vitrées
- Chauffage
- Eau chaude sanitaire**
- Refroidissement
- Ventilation mécanique
- Éclairage non résidentiel
- Énergies renouvelables
- Robinetterie



# RT élément par élément ECS



Les pertes exprimées en kWh par 24 heures au sens de la norme NF - EN 60 379 des chauffe-eau électriques à accumulation installés ou remplacés doivent être inférieures ou égales aux valeurs suivantes :

Matériel	Pertes maximales autorisées, en kWh par 24h
Chauffe-eau de V inférieur à 75 litres	$0,1474 + 0,0719 V^{2/3}$
Chauffe-eau horizontal de V supérieur ou égal à 75 litres	$0,75 + 0,008 V$
Chauffe-eau vertical de V supérieur ou égal à 75 litres	$0,22 + 0,057 V^{2/3}$

où V est la capacité de stockage du ballon, en litres.



# RT élément par élément ECS

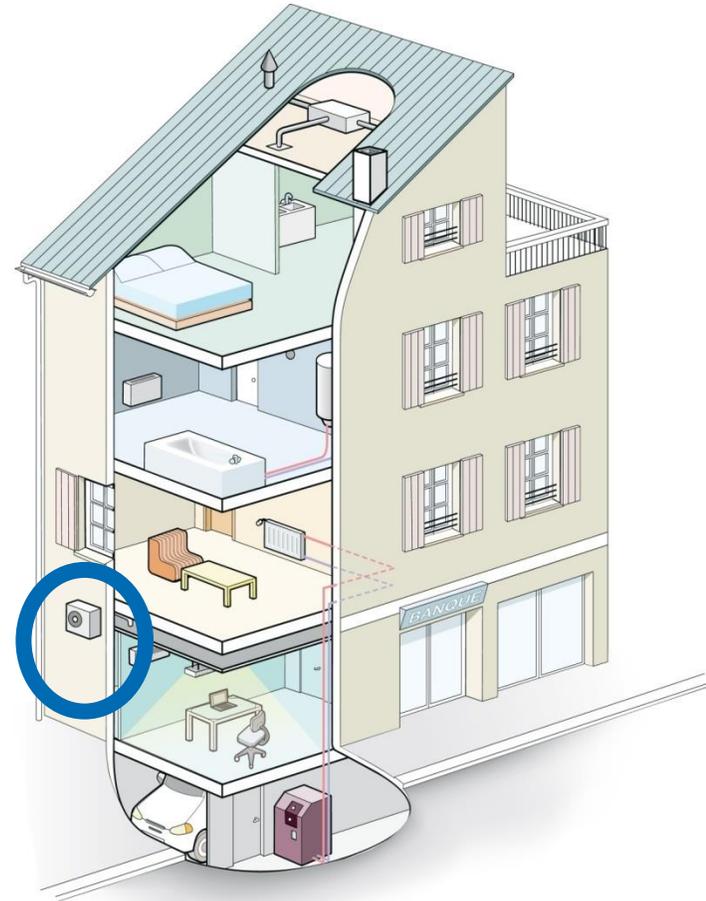
Les accumulateurs gaz et les chauffe-bains installés ou remplacés doivent avoir des performances thermiques au moins égales aux normes européennes : EN 89 pour les accumulateurs gaz et EN 26 pour les chauffe-bains à production instantanée.



# LES 9 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Lors des travaux d'installation ou de remplacement du système de refroidissement

Isolation parois opaques  
Isolation parois vitrées  
Chauffage  
Eau chaude sanitaire  
**Refroidissement**  
Ventilation mécanique  
Éclairage non résidentiel  
Énergies renouvelables  
Robinetterie



# RT élément par élément : refroidissement

## NOTION DE BASE

- ❑ Éviter ou réduire les consommations de climatisation
  - Installation de protections solaires
  - Isolation de la toiture
  - Rafrâichissement passif par ventilation nocturne
- ❑ Installer du matériel performant
  - Coefficient d'efficacité énergétique EER (energy efficiency ratio), au sens de la norme NF EN 14511, de refroidissement
    - Rapport entre froid produit par le générateur de froid et l'électricité consommée
    - Plus le EER est élevé, plus le matériel est efficace



# RT élément par élément : refroidissement

## PROTECTIONS SOLAIRES

- Lors de l'installation ou du remplacement d'un système de refroidissement dans un local, les baies non orientées au Nord du local refroidi doivent être équipées de protections solaires s'il n'en existait pas préalablement.
- Dans les locaux d'habitation, la protection doit être mobile et conduire à un facteur solaire de la baie inférieur ou égal à 0,15 ou bien être de classe 3 ou 4 au sens de la NF EN 14501, sauf en cas d'impossibilité résultant de l'application des règles d'urbanisme, de non-conformité à des servitudes ou au droit de propriété, de dénaturation l'aspect des façades ou lorsque la protection est de nature à compromettre le caractère des voies et emprise publiques.



# RT élément par élément : refroidissement

## CLIMATISEURS

- Les climatiseurs électriques à usage domestique de puissance frigorifique inférieure ou égale à 12 kW doivent appartenir à la classe de performance énergétique B ou à une classe supérieure, définie selon la directive européenne 2002/31/CE.



# RT élément par élément : refroidissement

## CLIMATISEURS

- Les autres climatiseurs et les refroidisseurs de liquide à compression utilisant l'électricité, installés ou remplacés, doivent présenter un niveau d'efficacité énergétique en mode froid (EER), au sens de la norme NF EN 14511, supérieur ou égal à la valeur donnée dans le tableau suivant, mesuré pour les températures indiquées.

TYPE D'ÉQUIPEMENT	EER NOMINALE MINIMALE EN MODE FROID	TEMPÉRATURES DE SOURCES EN °C	
		Extérieure	Intérieure
Air-Air	2,8	35	27
Eau-Air	3	35	27
Air-Eau	2,6	35	7
Eau-Eau	3	30	7



# RT élément par élément : refroidissement

## CLIMATISEURS

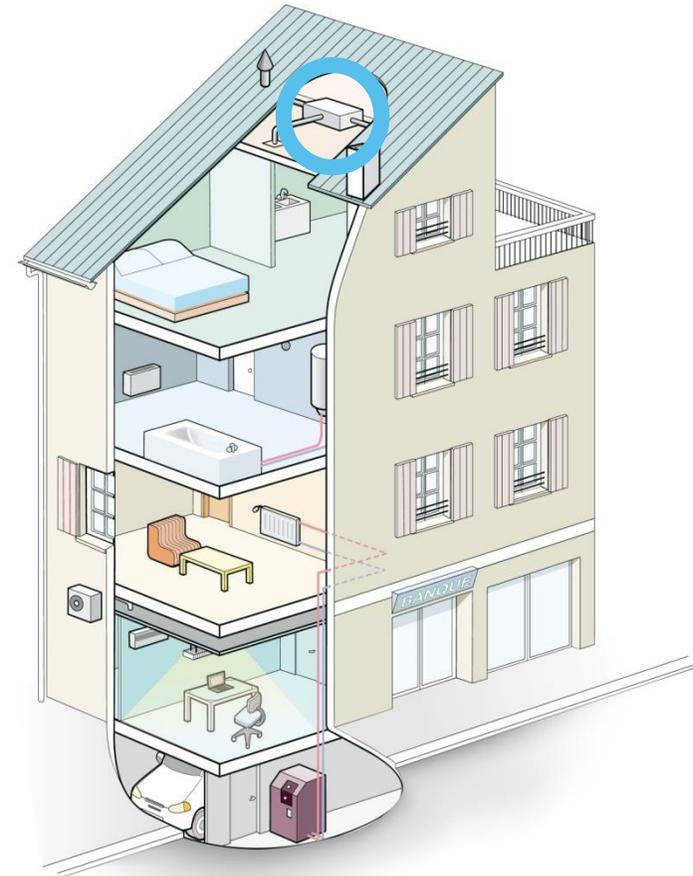
- Les pompes de circulation des nouvelles installations de refroidissement doivent être munies d'un dispositif permettant leur arrêt.
- Dans le cas de bâtiments ou de parties de bâtiments à usage autre que d'habitation et faisant l'objet d'un remplacement ou de l'installation d'un système de refroidissement pour une SHOC refroidie supérieure à 400 m<sup>2</sup>, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations de refroidissement et de mesurer la température intérieure d'au moins un local par partie de réseau de distribution de froid.



# LES 9 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Lors des travaux d'installation ou de remplacement du système de ventilation

Isolation parois opaques  
Isolation parois vitrées  
Chauffage  
Eau chaude sanitaire  
Refroidissement  
**Ventilation mécanique**  
Éclairage non résidentiel  
Énergies renouvelables  
Robinetterie



# RT élément par élément : ventilation mécanique

## PRINCIPE

- Les exigences portent sur les performances des caissons de ventilation
- Dans le respect des réglementations d'hygiène



# RT élément par élément : ventilation mécanique



## EXIGENCES EN RESIDENTIEL

- ❑ Consommation maximale des auxiliaires de ventilation
  - 0,25 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur
  - 0,4 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur en présence de filtres F5 à F9.

## EXIGENCES EN NON RESIDENTIEL

- ❑ Consommation maximale des auxiliaires de ventilation
  - 0,3 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur
  - 0,45 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur en présence de filtres F5 à F9.

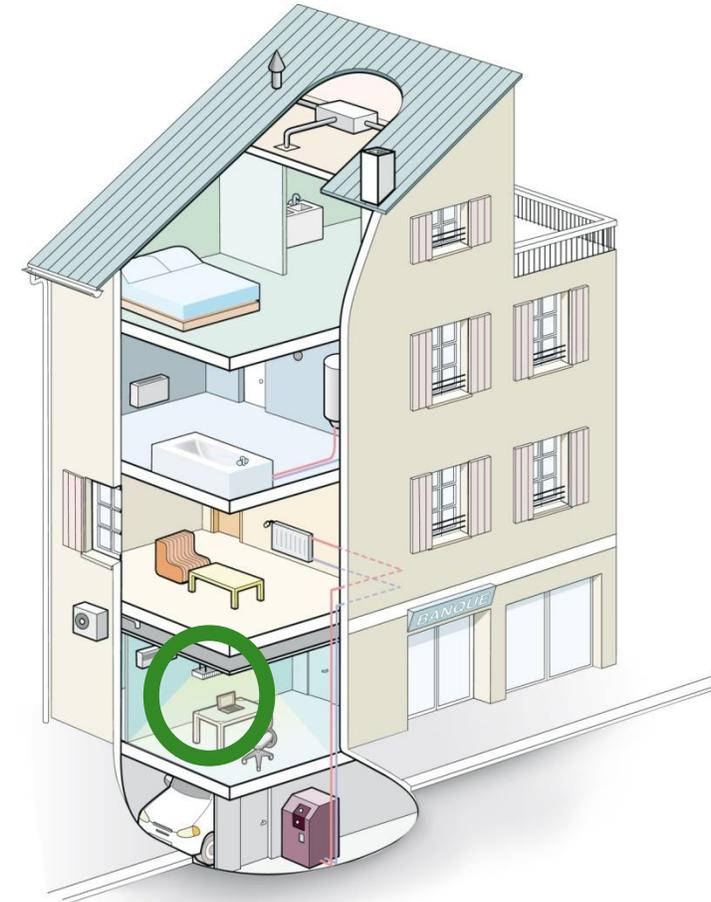
ne sont pas applicables aux établissements sanitaires avec hébergement.

- ❑ Dans le cas de bâtiments ou de parties de bâtiments à usage autre que d'habitation et faisant l'objet d'un remplacement ou de l'installation d'un système de ventilation pour une SHOC supérieure à 400 m<sup>2</sup>, un dispositif doit permettre de gérer automatiquement les débits en périodes d'occupation et d'inoccupation.

# LES 9 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Lors des travaux d'installation ou de remplacement de l'installation d'éclairage

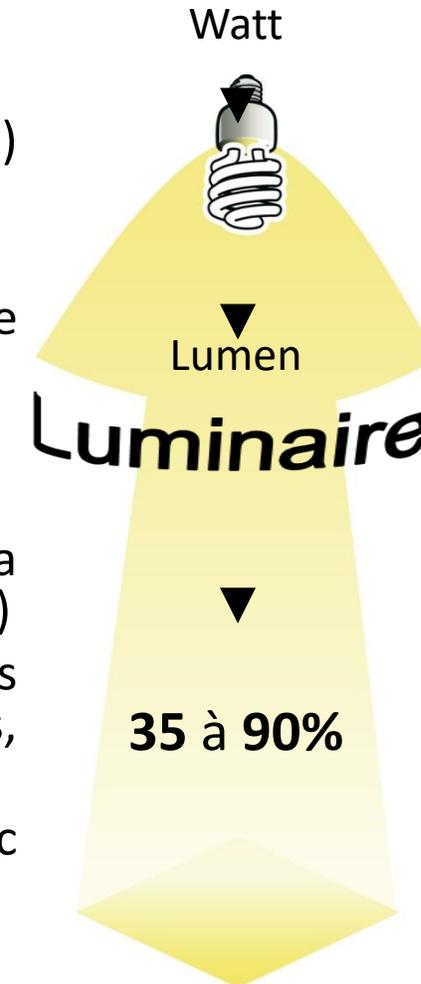
Isolation parois opaques  
Isolation parois vitrées  
Chauffage  
Eau chaude sanitaire  
Refroidissement  
Ventilation mécanique  
**Éclairage non résidentiel**  
Énergies renouvelables  
Robinetterie



# RT élément par élément : éclairage non résidentiel

## NOTION DE BASE

- ❑ Efficacité lumineuse d'une lampe
  - Rapport entre le flux lumineux émis (lumen) et sa consommation (Watt)
    - Fluo plus efficace que halogène
    - Halogène plus efficace que incandescence
  
- ❑ Rendement d'un luminaire
  - Rapport entre le flux lumineux émis par la lampe et celui du luminaire (entre 35 et 90%)
  - Le rendement dépend des caractéristiques du luminaire : direct/indirect, réflecteurs, opacité
  - Exemple : luminaire basse luminance avec réflecteur : 69%



# RT élément par élément : éclairage non résidentiel



## EXIGENCES

- L'exigence concerne l'ensemble des réseaux électriques et des luminaires remplacées ou installées ; SHOC > 100m<sup>2</sup>
- la puissance installée pour l'éclairage général du local est inférieure ou égale à 2 watts par mètre carré de SHOC et par tranche de niveaux d'éclairement moyen à maintenir de 100 lux sur la zone de travail ;
- ou bien la nouvelle installation d'éclairage général est composée de luminaires de type direct ou direct/indirect de rendement normalisé supérieur à 55 %, équipés de ballasts électroniques et qui utilisent des lampes présentant une efficacité lumineuse supérieure ou égale à 65 lumens par watt.



# RT élément par élément : éclairage non résidentiel

## EXIGENCES

- Lorsque les occupants peuvent agir sur la commande de l'éclairage, le local doit comporter au moins l'un des dispositifs suivants :
  - a) un dispositif d'extinction ou de variation du niveau d'éclairage à chaque issue du local ;
  - b) un dispositif, éventuellement temporisé, procédant à l'extinction automatique de l'éclairage lorsque le local est vide ;
  - c) une commande manuelle permettant l'extinction ou la variation du niveau d'éclairage depuis chaque poste de travail.



# RT élément par élément : éclairage non résidentiel

## EXIGENCES

- Dans le cas où la commande de l'éclairage est du ressort de son personnel de gestion, même durant les périodes d'occupation, le local doit comporter un dispositif permettant l'allumage et l'extinction de l'éclairage ; si ce dispositif n'est pas situé dans le local considéré, il doit alors permettre de visualiser l'état de l'éclairage dans ce local depuis le lieu de commande.



# RT élément par élément : éclairage non résidentiel

## EXIGENCES

- Dans un même local requérant des niveaux d'éclairement très différents pour au moins deux usages, tels que les locaux sportifs et les salles polyvalentes, un dispositif doit réserver aux personnes autorisées la commande de l'éclairement supérieur au niveau de base.



# RT élément par élément : éclairage non résidentiel

## EXIGENCES

- Dans un même local, les points éclairés artificiellement qui sont placés à moins de 4 mètres d'une baie doivent être commandés séparément des autres points d'éclairage dès que la puissance totale installée dans chacune de ces positions est supérieure à 200 watts.



# RT élément par élément : éclairage non résidentiel

## EXIGENCES

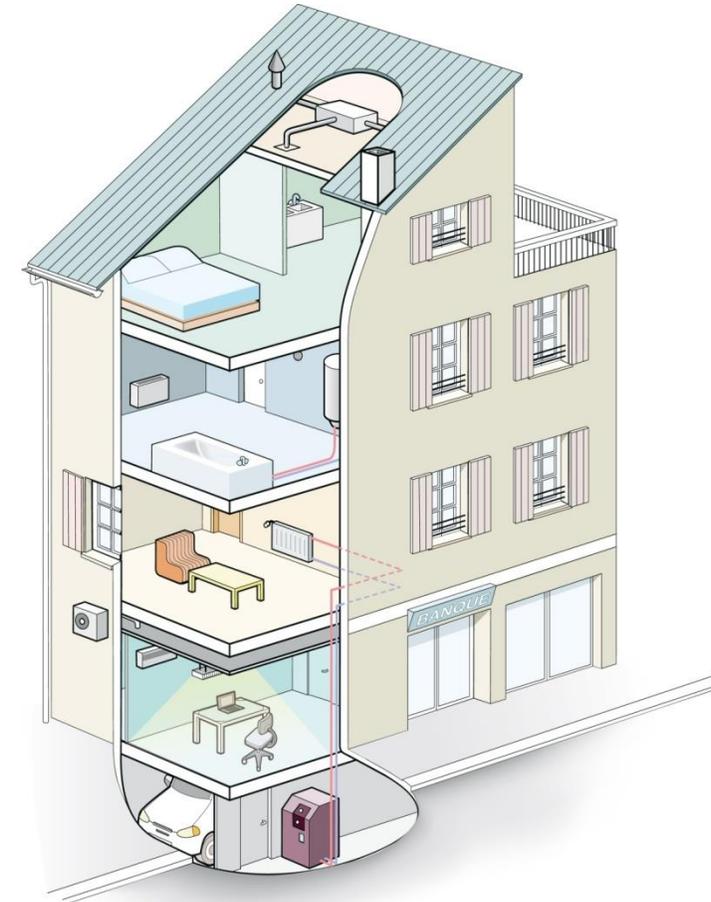
- Lorsque l'éclairage naturel est suffisant, l'éclairage artificiel commandé par un système de gestion (horloge, détecteur de présence, etc.) ne doit pas pouvoir être mis en route automatiquement.



# LES 9 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Lors des travaux d'installation ou de remplacement du système de chauffage au bois

Isolation parois opaques  
Isolation parois vitrées  
Chauffage  
Eau chaude sanitaire  
Refroidissement  
Ventilation mécanique  
Éclairage non résidentiel  
**Énergies renouvelables**  
Robinetterie



# RT élément par élément : énergies renouvelables

## EXIGENCES

en cas de remplacement ou d'installation de chaudière utilisant le bois comme énergie par une nouvelle chaudière bois, celle-ci doit présenter un rendement PCI à pleine charge en pourcentage ( $\eta_s$ ), pour une température moyenne de l'eau dans le générateur de 70°C, répondant aux exigences suivantes :

Puissance thermique nominale inférieure ou égale à 20 kW	$\eta_s \geq 75 \%$
Puissance thermique nominale supérieure à 20 kW	$\eta_s \geq 77 \%$



# RT élément par élément : énergies renouvelables

## EXIGENCES

En cas de remplacement ou d'installation de foyer fermé ou de poêle utilisant le bois comme énergie par un nouveau foyer fermé ou poêle à bois, celui-ci doit répondre aux exigences de rendement et d'émissions de polluants suivantes :

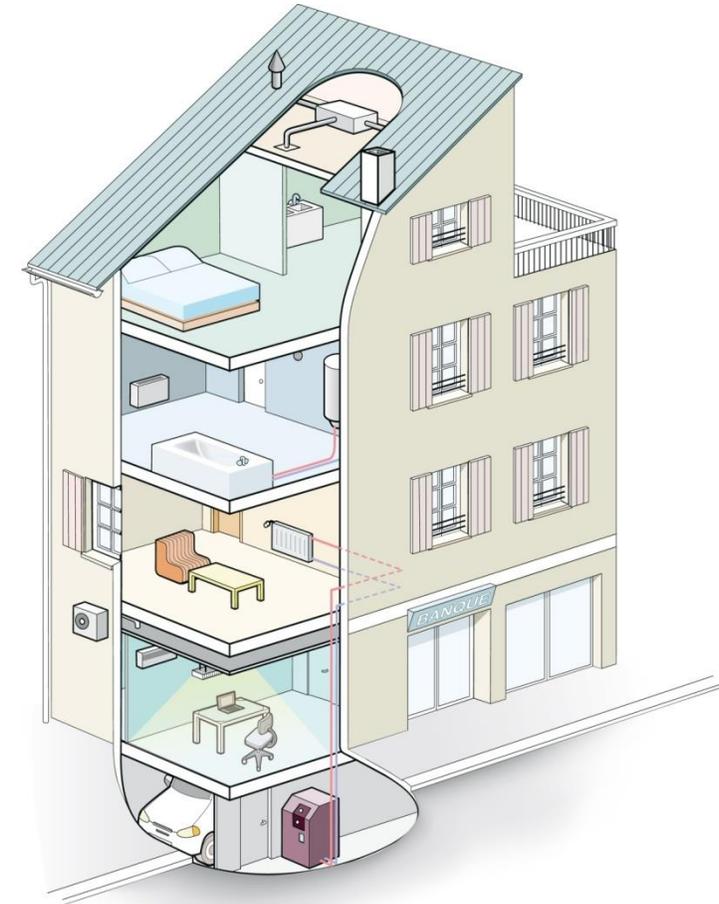
Dispositifs de chauffage à foyer fermé	$\eta_s \geq 30\%$ $PM \leq 70 \text{ mg/Nm}^3$ $CO \leq 2500 \text{ mg/Nm}^3$ $COV \leq 200 \text{ mgC/Nm}^3$ $NO_x \leq 250 \text{ mg/Nm}^3$
Dispositifs de chauffage à foyer fermé utilisant les combustibles solides autres que le bois comprimé sous forme de granulés, cuisinières	$\eta_s \geq 65 \%$ $PM \leq 50 \text{ mg/Nm}^3$ $CO \leq 1875 \text{ mg/Nm}^3$ $COV \leq 200 \text{ mgC/Nm}^3$ $NO_x \leq 250 \text{ mg/Nm}^3$
Dispositifs de chauffage à foyer fermé utilisant le bois comprimé sous forme de granulés	$\eta_s \geq 79 \%$ $PM \leq 40 \text{ mg/Nm}^3$ $CO \leq 375 \text{ mg/Nm}^3$ $COV \leq 100 \text{ mgC/Nm}^3$ $NO_x \leq 250 \text{ mg/Nm}^3$



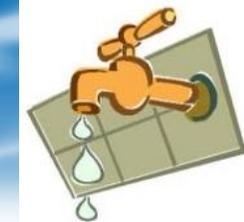
# LES 9 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Lors des travaux d'installation ou de remplacement du système de chauffage au bois

Isolation parois opaques  
Isolation parois vitrées  
Chauffage  
Eau chaude sanitaire  
Refroidissement  
Ventilation mécanique  
Éclairage non résidentiel  
Énergies renouvelables  
**Robinetterie**

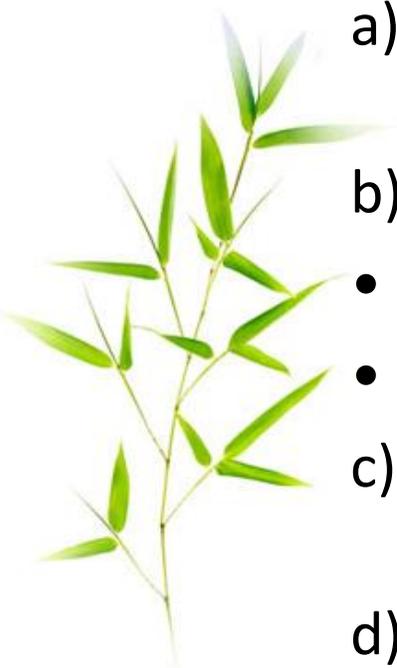


# Robinetterie - logements



Les équipements de robinetterie installés devront au minimum avoir les performances ci-dessous :

- a) La robinetterie des équipements sanitaires doit être certifiée NF - Robinetterie et disposer du classement ECAU ;
- b) Les classes de débit ci-dessous sont respectées :
  - Douche inférieur ou égal à E1 ;
  - Lavabo, bidet, lave mains, évier : E00 ou E0 ;
- c) La robinetterie présente *a minima une classe de confort C2* et une classe d'usure U3 ;
- d) Les réservoirs de WC doivent être équipés d'un mécanisme « à double commande » ;
- e) L'ensemble « cuvette-réservoir-mécanisme de vidange robinet de remplissage-robinet d'arrêt » doit être certifié NF - Appareils sanitaires.

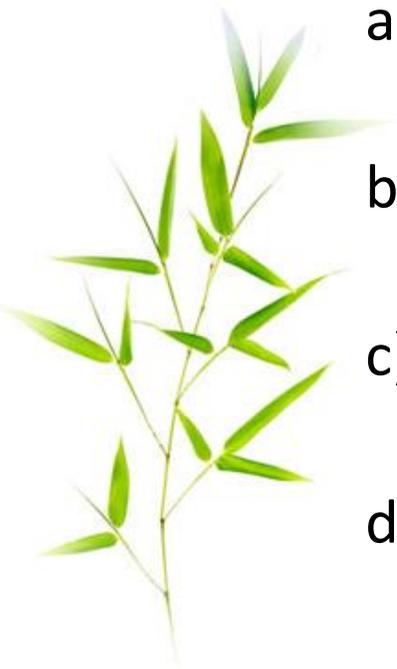


# Robinetterie – non résidentiel



Les équipements de robinetterie installés devront au minimum avoir les performances ci-dessous :

- a) Pour les robinets des sanitaires, les débits doivent être inférieurs à 3 L/min et s'il y a une temporisation elle doit être inférieure à 5 secondes ;
- b) Les débits des douches présentes dans les vestiaires doivent être inférieurs à 10 L/min ;
- c) Les débits des lave-vaisselles des restaurants doivent être inférieurs à 0,5 L par casier ;
- d) Les débits des robinets installés pour les cuisines de restaurant doivent être inférieurs à 12 L/min ;
- e) Les réservoirs de WC doivent être équipés d'un mécanisme « à double commande » ;
- f) L'ensemble « cuvette-réservoir-mécanisme de vidange robinet de remplissage-robinet d'arrêt » doit être certifié **NF - Appareils sanitaires.**



# Robinetterie et ECAU

La norme NF EN 200 définit les performances minimales à atteindre (étanchéité, résistance à la pression, débit, résistance mécanique, endurance, protection contre les retours d'eau, acoustique).

Le document technique 2 issu de NF 077, complément aux Règlement. Certification de la Marque NF, définit les conditions d'obtention du classement EAU qui permet de classer les robinetteries en fonction de leurs performances réelles dans 3 caractéristiques indépendantes les unes des autres :

**E** (comme Écoulement) pour le débit

**C** (comme confort) pour le confort

**A** (comme Acoustique) pour le bruit

**U** (comme Usure) pour la durabilité



# Robinetterie et ECAU

## Synthèse des normes et leurs exigences pour les mitigeurs et mélangeurs

MARQUE NF	EAU / E.C.A.U.		USURE :	
	E.C.A.U. / E.A.U.	EN 200 / 817 / 1111	U 1	U 2
QUALITEL			Cartouche 70 000 TETES 200 000 BECS 80 000 INVERSEURS 30 000	Cartouche 122 500 TETES 350 000 BECS 140 000 INVERSEURS 50 000
			U 3	Cartouche 175 000 TETES 500 000 BECS 200 000 INVERSEURS 80 000
NF NORME FRANÇAISE	LAVABO BIDET EVIER	DOUCHE	BAINOIRE	
ECOULEMENT :	QUALITEL			
	E0 Minimum	E1	E2	E3 Minimum
EN 200/817/1111 NORME EUROPEENNE	Evier : 9 l/min			20 l/min entre 34 & 44°C 19 l/min eau froide & eau chaude
DEBIT (1)	9 0.15	12.0 0.2	15 0.25	18 0.27
LAPendB(A)	A	S	B	C
ACUSTIQUE (1) < LAP < 15	A3			
GRUPE I 15 < LAP < 20 Minimum	A2	Sous 3 Bars & toutes parois		
GRUPE II 20 < LAP < 30	A1	Sous 3 Bars & parois pleines		

(1) Ex: Conrect Lavabo B0174AA: IA, le premier dit donc le Groupe acoustique et le second correspond au débit

### Classement Qualitel :

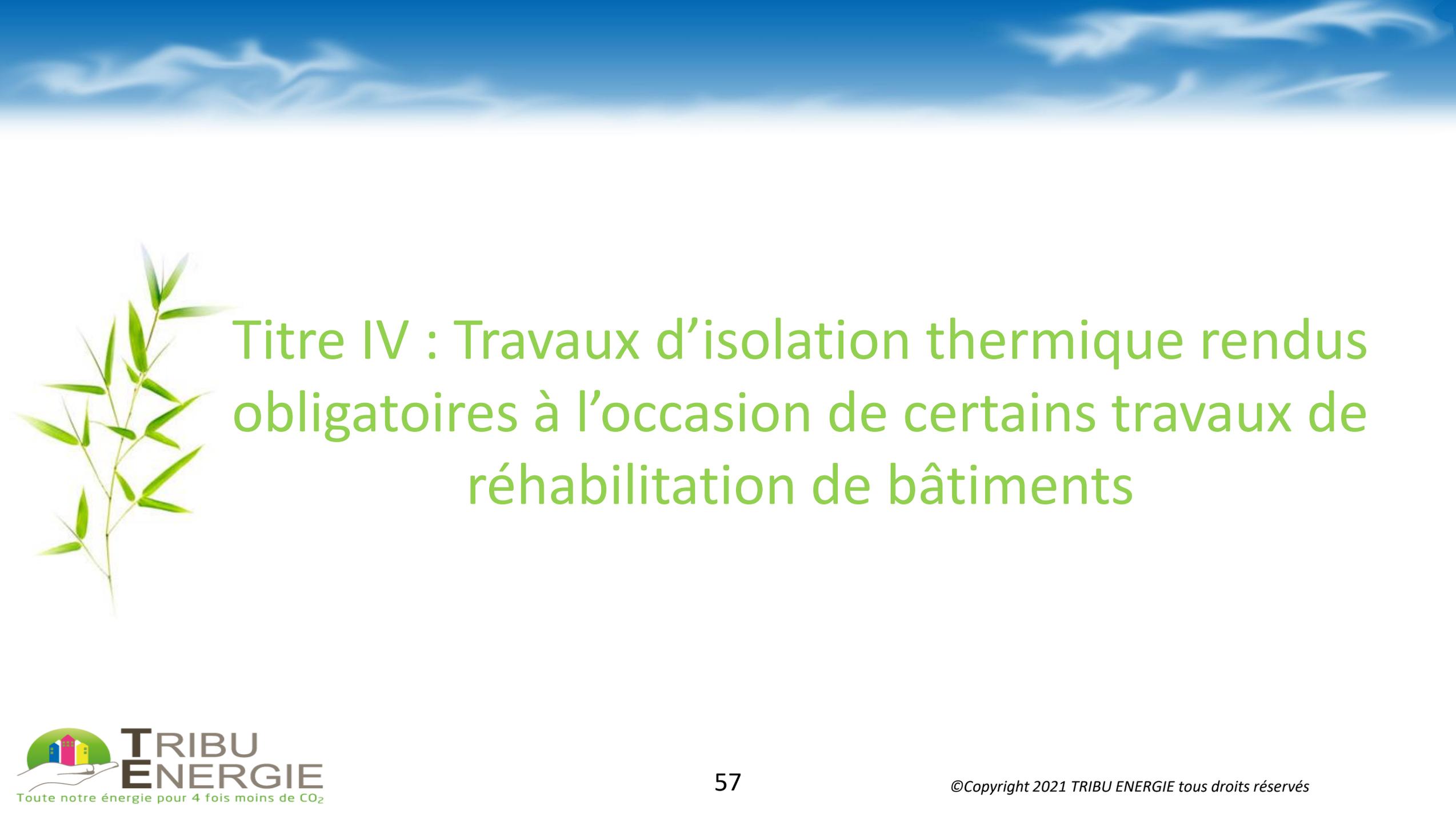
- GE5** • Mitigeur disposant du classement C3U3.
  - Respect des classes de débit de la note 3 et de l'exigence sur les robinetteries des parties collectives.
- GE3** • Mitigeur disposant du classement C2U3.
  - Evier, bidet, lavabo, lave-mains : E0.
  - Douche E1.
  - Baignoire E3 ou E4.
  - Les robinetteries des parties collectives, placées sur les canalisations collectives d'eau froide ou d'eau chaude devront être certifiées NF robinetterie de réglage et de sécurité.

### Classement CONFORT des Mitigeurs :

- C1** : Dimensions, effort de manœuvre
- C2** : Système d'économie d'eau
- C3** : Système d'économie d'énergie (ECS)

### Classement CONFORT des Thermostatiques :

- C1** : Effort de manœuvre
- C2** : Système d'économie d'eau
- C3** : Limitation de température Eau Chaude à 50 °C maxi.



# Titre IV : Travaux d'isolation thermique rendus obligatoires à l'occasion de certains travaux de réhabilitation de bâtiments



**Obligations lors de travaux de :**

- Ravalement
- Réfection de toiture
- Aménagement de locaux annexes



Travaux d'isolation thermique simultanément engagés.

# Travaux embarqués

## Dispositions en cas de « ravalement » :

### Sont concernés :

Si **travaux de ravalement** importants sur des parois de locaux chauffés donnant sur l'extérieur → Le maître d'ouvrage réalise « *des travaux d'isolation thermique conformes aux prescriptions définies au Titre III* ».

Travaux concernés : peinture, réfection de l'enduit existant, remplacement d'un parement existant ou mise en place d'un nouveau parement », concernant au moins 50% d'une façade du bâtiment hors ouvertures.



# Travaux embarqués

Lorsqu'un bâtiment fait l'objet de travaux de ravalement importants, portant sur des parois de locaux chauffés donnant sur l'extérieur, le maître d'ouvrage réalise un **audit technique réalisé par un architecte ou par un bureau d'études ou par un organisme de contrôle**

Lorsqu'un audit énergétique a déjà été réalisé, il peut se substituer à l'audit technique.

**→ l'objectif est de limiter les risques de pathologies liées à l'ITE**

# Travaux embarqués

**Dispositions en cas de « réfection de toiture » :**

Sont concernés :

**Si travaux importants de réfection de toiture →** Le maître d'ouvrage réalise *« des travaux d'isolation thermique de la toiture ou du plancher haut du dernier niveau occupé ou chauffé conformes aux prescriptions définies au Titre III »*

Travaux concernés : remplacement ou recouvrement d'au moins 50% de l'ensemble de la couverture, hors ouvertures.



# Travaux embarqués

## Dispositions en cas de « locaux annexes » :

### Sont concernés :

Si **travaux d'aménagement** pour rendre un local habitable, comble, garage annexe ou toute autre pièce non habitable d'une surface de plancher de 5 m<sup>2</sup>, non enterrée ou semi-enterrée → Le maître d'ouvrage devra réaliser « *des travaux thermiques des parois opaques donnant sur l'extérieur conformes aux prescriptions définies au Titre III* »



# Travaux embarqués

## Des dérogations sont possibles :

- S'il existe un **risque de pathologie** du bâti lié à tout type d'isolation ou une impossibilité technique
- Si les travaux d'isolation ne sont **pas conformes à des servitudes ou au droit de propriété**, dénaturent l'aspect des façades ou sont de nature à compromettre le caractère des voies et emprises publiques
- Si les travaux d'isolation **entraînent des modifications de l'aspect de la construction en contradiction** avec les prescriptions prévues pour les bâtiments et constructions des secteurs réservés au sens de l'article 12 de l'Ordonnance Souveraine n° 3.647 du 9 septembre 1966 concernant l'urbanisme, la construction et la voirie, modifiée, ou pour les éléments bâtis remarquables au sens de l'article 21 de l'Ordonnance Souveraine n° 4.482 du 13 septembre 2013 portant délimitation et règlement d'urbanisme du secteur des quartiers ordonnancés, modifiée ;
- Si le bâtiment est **déjà isolé** avec une résistance thermique supérieure à  $2\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$  sur plus de 50% des parois.



# Audit énergétique



# Audit énergétique

1. s'appliquent à tous les bâtiments.
2. Un audit énergétique permettant d'évaluer la consommation d'énergie du bâtiment et son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre doit être réalisé par une entreprise disposant de la qualification OPQIBI 1905 ou d'une autre qualification propre à Monaco, à la diligence et aux frais du propriétaire du bâtiment ou du syndic en cas de copropriété.
3. L'audit énergétique doit être réalisé conformément au cahier des charges figurant en Annexe IV et comporter une description du bâtiment (surface, orientation, murs, fenêtres, matériaux, etc.) ainsi que de ses équipements de chauffage, de ventilation, de refroidissement, de production d'eau chaude sanitaire, d'éclairage et de tout autre équipement.



# Audit énergétique

4. Il doit indiquer la quantité d'énergie effectivement consommée par le bâtiment et calculer la quantité de gaz à effet de serre émise par cette consommation.

5. Il doit être complété par un volet précisant la performance énergétique du bâtiment, notamment sur les usages qui en sont préconisés, et énonçant les recommandations nécessaires à l'amélioration de la performance énergétique (nature des actions et/ou travaux, gains de performance attendus, etc.).

6. L'audit énergétique a une durée de validité de 10 ans, au-delà de laquelle il doit être à nouveau réalisé.

# Audit énergétique

7. Une copie de l'audit énergétique en cours de validité doit être annexée à tout contrat de vente ou de location.

8. Une attestation sur l'honneur de réalisation de l'audit énergétique doit être établie, selon le cas, par le propriétaire ou par le syndic du bâtiment et transmise à la Mission pour la Transition Énergétique dans le délai de 30 jours après la remise du rapport final d'audit par le prestataire au maître d'ouvrage.



# Dispositions diverses



# Dates clés

L'interdiction de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire avec l'énergie fioul, visée à l'article 101, est applicable :

- aux travaux concernant en tout ou en partie l'équipement énergétique et pour lesquels le dossier de demande d'autorisation de construire ou de demande de travaux a été déposé plus de 6 mois après la date de publication du présent Arrêté ;
- au 1<sup>er</sup> janvier 2022 pour tous les bâtiments.

# Dates clés

4. L'obligation de réaliser un audit énergétique et de l'annexer aux contrats de vente et de location, visée à l'article 96, est applicable :

- a) au 1<sup>er</sup> janvier 2022 pour les bâtiments achevés entre 1930 et 1990 ;
- b) au 1<sup>er</sup> janvier 2025 pour les bâtiments achevés entre 1991 et 2013 ;
- c) au 1<sup>er</sup> janvier 2028 pour tous les bâtiments achevés avant 1930.



# Attestations



# Formulaire



Dans le cadre des projets soumis aux dispositions au Titre III nécessitant l'obtention d'une autorisation de construire, le maître d'Ouvrage doit fournir à Direction de la Prospective, de l'Urbanisme et de la Mobilité :

1°) lors du dépôt du dossier de demande d'autorisation de construire : le formulaire B ou C, selon le cas, figurant en Annexe III, dûment rempli, et comportant notamment une attestation formulant l'engagement de respecter la réglementation thermique en vigueur signée par le maître d'ouvrage ;

2°) au plus tard le jour du récolement des travaux : une attestation du respect de la réglementation établie par l'organisme de contrôle ou maître d'œuvre ou l'entreprise ayant réalisé les travaux sur la base du formulaire E figurant en Annexe III.

# Formulaire



Dans le cadre des projets soumis aux dispositions au Titre IV nécessitant une demande de travaux de ravalement de façade ou de réfection de toiture, ou l'obtention d'une autorisation de construire, le maître de l'ouvrage doit fournir à Direction de la Prospective, de l'Urbanisme et de la Mobilité :

1°) au plus tard lors du dépôt de la demande de travaux ou de la demande d'autorisation de construire, le formulaire C figurant en Annexe III, dûment rempli, et comportant notamment :

- a) une attestation listant les travaux concernés par l'obligation de travaux, établie sur la base du formulaire C figurant en Annexe III ;
- b) un audit technique réalisé par un architecte ou par un bureau d'études ou par un organisme de contrôle agréé en Principauté, lorsque celui-ci est requis en application des dispositions de l'article 91 ;

2°) au plus tard le jour du récolement pour les travaux soumis à autorisation, ou au plus tard 30 jours après la fin des travaux dans les autres cas : une attestation du respect de la réglementation validée par l'organisme de contrôle, le maître d'œuvre ou l'entreprise ayant réalisé les travaux, établie sur la base du formulaire E figurant en Annexe III.



# Formulaire C



C- Formulaire à joindre au dépôt de la demande d'autorisation de construire ou de la demande de travaux pour les projets soumis au Titre III ou au Titre IV

Nom du projet :

Adresse du projet :

Maitre d'ouvrage :

Architecte :

Bureau d'études :

Bureau de contrôle :

1- Des travaux soumis à une obligation d'amélioration de la performance énergétique sont-ils envisagés :

	OUI/ NON	
Ravalement de façade		<input type="checkbox"/> Si oui j'ai bien pris connaissance de l'obligation associée et je joins l'audit technique préalable (article 91)
Refection de la toiture		<input type="checkbox"/> Si oui j'ai bien pris connaissance de l'obligation associée
Aménagement de comble, garage, annexe ou autre pièce non habitable		<input type="checkbox"/> Si oui j'ai bien pris connaissance de l'obligation associée

2- Des travaux de performance énergétique sont-ils envisagés :

Enveloppe :

	OUI/ NON	Résistance thermique R envisagée (m <sup>2</sup> .K/W)	Remarques liées à des dérogations possibles
Murs			
Toiture			
Plancher bas			
		Conductivité thermique envisagée (W/m <sup>2</sup> .K)	Protections solaires associées
fenêtres		U <sub>w</sub> =	
Porte extérieure		U <sub>d</sub> =	
Verrière		U <sub>w</sub> =	
Veranda		U <sub>veranda</sub> =	
Façade rideau		U <sub>cw</sub> =	

Systèmes :

	OUI/ NON	Performance énergétique envisagée	Remarques
Pompe à chaleur		COP= EER=	
Chaudière		Rendement=	
Emetteurs effet joule		CA=	
Chauffe-eau électrique		Q <sub>pr</sub> =	
Chaudière bois		Rendement=	
Poêle bois		Rendement=	
Climatiseur		Classe : EER =	
Caisson de ventilation		Consommation (Wh/m <sup>3</sup> )=	
Eclairage		Puissance (W/m <sup>2</sup> ) = Mode de gestion =	

Autres remarques ou précisions sur les demandes de dérogations :

Maitre d'ouvrage :

Je m'engage à respecter la réglementation thermique en vigueur

Date

Signature

# Formulaire E



E- Formulaire à joindre au plus tard au recouvrement pour les projets soumis au Titre III ou 30 jours après l'achèvement des travaux pour les projets soumis au Titre IV

Nom du projet :

Adresse du projet :

Maitre d'ouvrage :

Architecte :

Bureau d'études :

Bureau de contrôle :

1- Des travaux soumis à une obligation d'amélioration de la performance énergétique ont-ils été réalisés :

	OUI/ NON	Les exigences liées à la performance énergétiques sont-elles respectées :
Ravalement de façade		
Refaction de la toiture		
Aménagement d'une nouvelle pièce		

2- Des travaux de performance énergétique ont-ils été réalisés :

Enveloppe :

	OUI/ NON	Résistance thermique R envisagée ( $m^2.K/W$ )	Remarques liées à des dérogations possibles
Murs			
Toiture			
Plancher bas			
		Conductivité thermique envisagée ( $W/m^2.K$ )	Protections solaires associées
fenêtres porte-fenêtres		$U_w =$	
Porte extérieure		$U_d =$	

	OUI/ NON	Résistance thermique R envisagée ( $m^2.K/W$ )	Remarques liées à des dérogations possibles
Verrière Veranda		$U_w =$ $U_{veranda} =$	
Façade rideau		$U_{cw} =$	

Systèmes :

	OUI/ NON	Performance énergétique envisagée	Remarques
Pompe à chaleur		$COP =$ $EER =$	
Chaudière		Rendement =	
Emetteurs effet joule		$CA =$	
Chauffe-eau électrique		$Q_{pr} =$	
Chaudière bois		Rendement =	
Poêle bois		Rendement =	
Climatiseur		Classe : $EER =$	
Caisson de ventilation		Consommation ( $Wh/m^3$ ) =	
Eclairage		Puissance ( $W/m^2$ ) = Mode de gestion =	

Bureau de contrôle ou maitre d'oeuvre ou entreprise :

J'atteste que les travaux réalisés sont conformes à la réglementation en vigueur

75

Date

Signature

1 TRIBU ENERGIE tous droits réservés

# Phasage des études (Titre II)



C



E

Formulaires à transmettre à la DPUM :

Conception

Chantier

Livraison

Suivi

Missions à réaliser :

Demande de travaux

- Etude de faisabilité sur les approvisionnements en énergie
- Préconisations techniques conformes RT/élément

- Préconisations techniques conformes RT/élément

- Vérification conformités RT/élément

Recollement des travaux

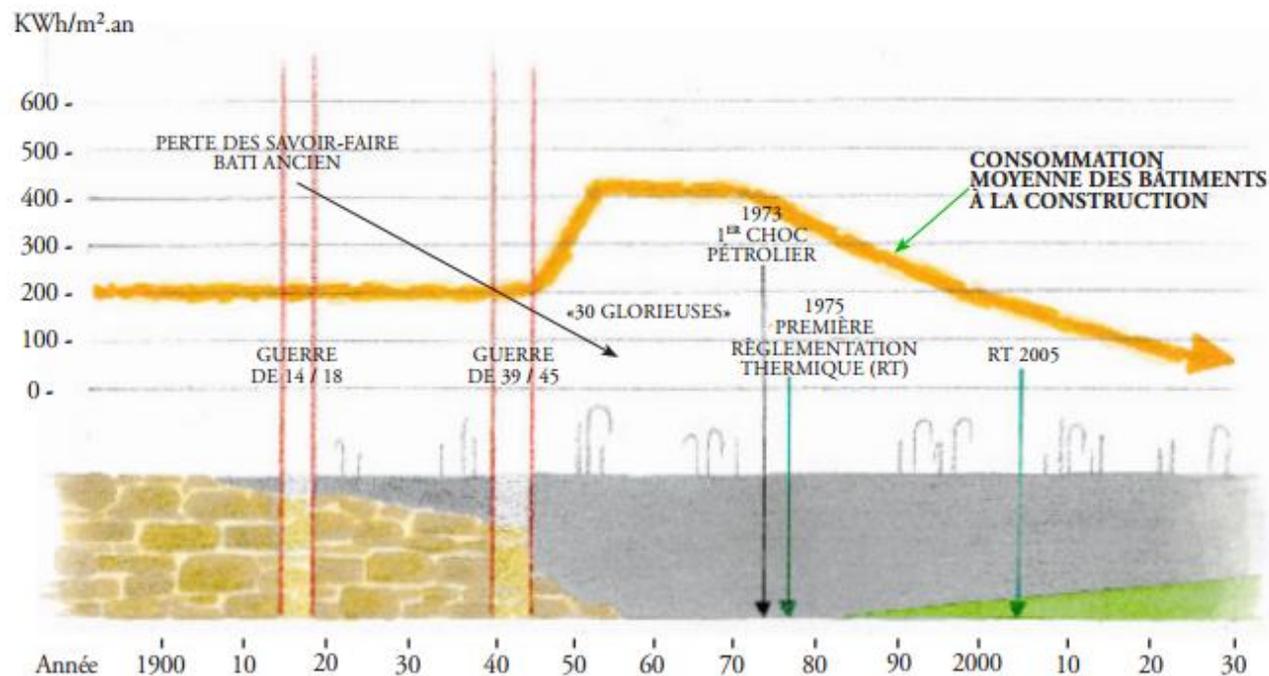
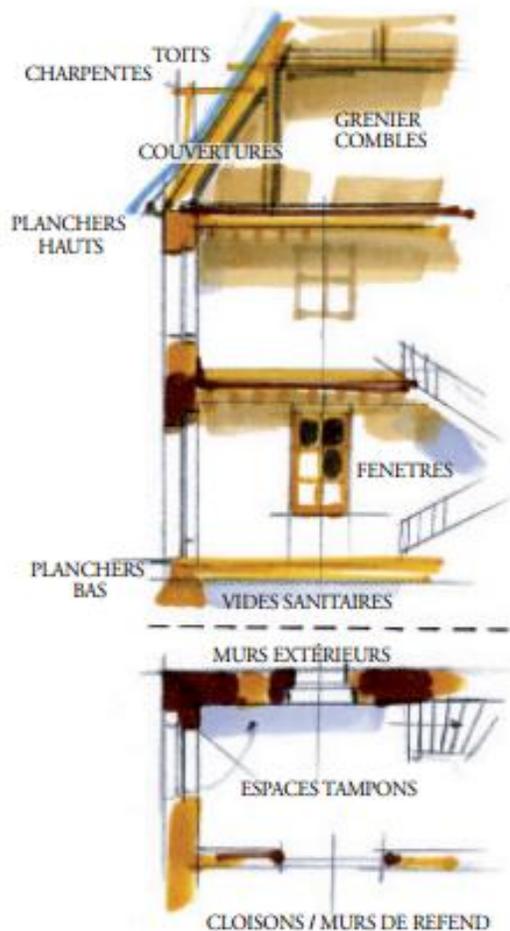


# Spécificités bâtiments patrimoniaux

Pour en savoir plus :

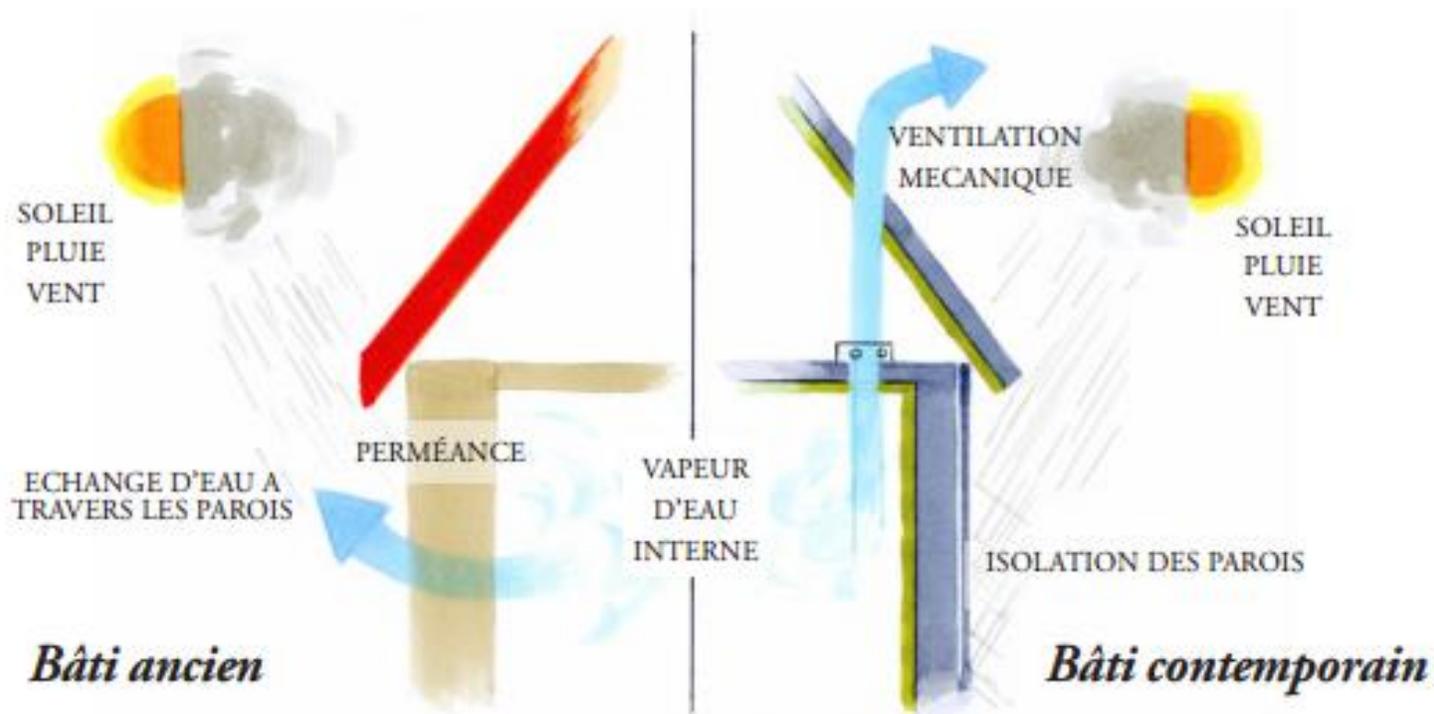
[Les maisons anciennes et les économies d'énergie - Maisons Paysannes de France \(maisons-paysannes.org\)](http://maisons-paysannes.org)

# Du bâti ancien au bâti moderne

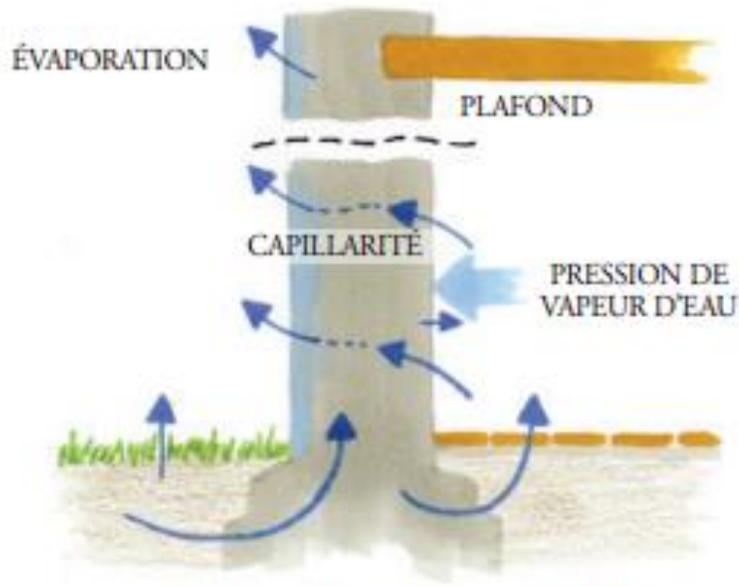


Le préalable indispensable : établir un diagnostic TCE avant toute intervention

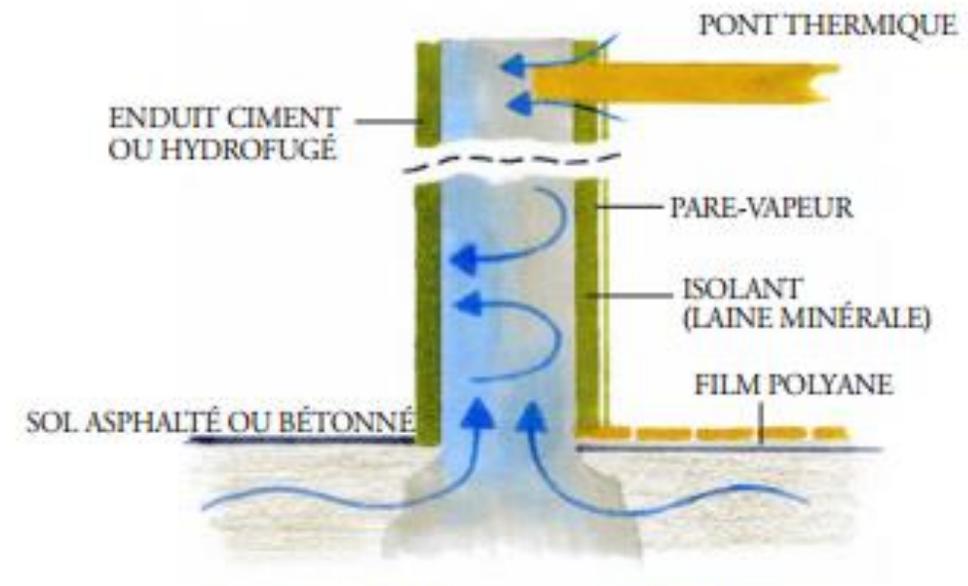
# Comportement hygrothermique



# Comportement hygrothermique



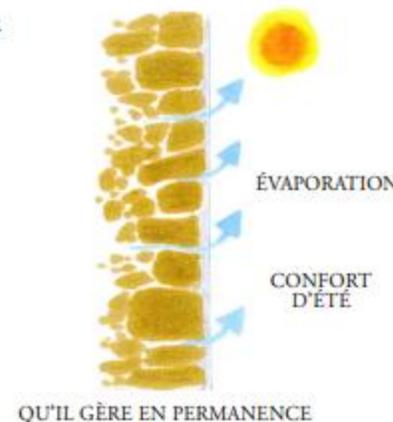
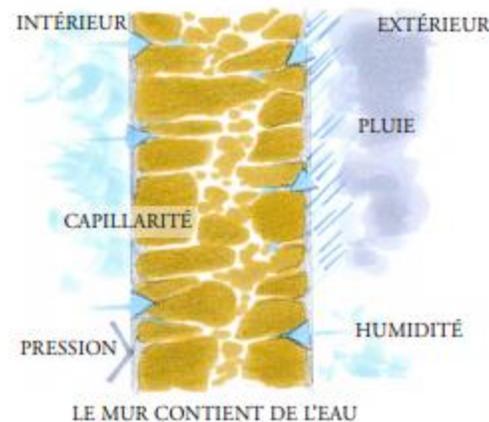
FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE D'UN MUR TRADITIONNEL NON ISOLÉ



FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE D'UN MUR TRADITIONNEL, ISOLÉ CONVENTIONNELLEMENT, EN HIVER: L'EAU S'ACCUMULE DANS LE MUR

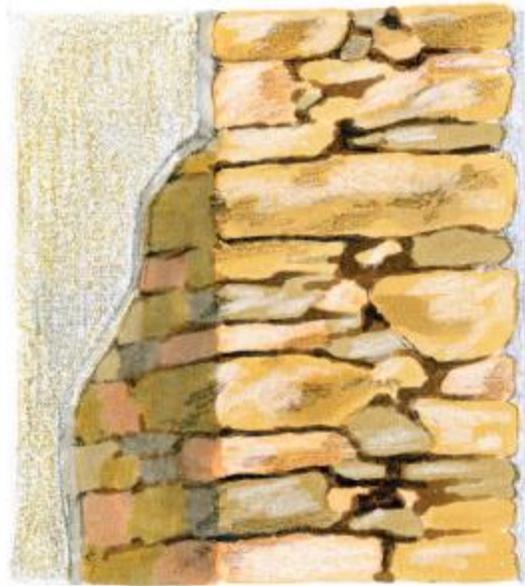
# Les transferts d'humidité

- Remontées capillaires
- Le rafraichissement par l'évaporation
- Les venues d'eau à travers l'enveloppe du bâtiment
- Les transferts de vapeur d'eau



# Les murs

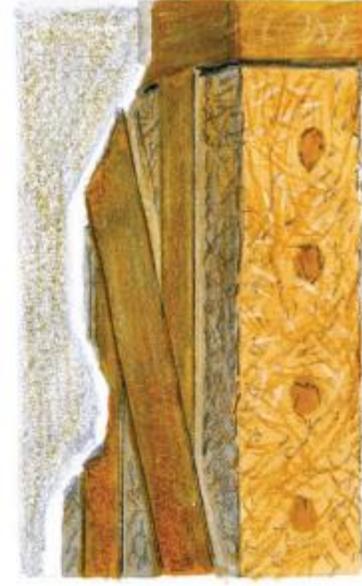
- Doit-on isoler les murs anciens ?



*mur ancien  
souvent maçonné à la terre,  
enduits fins à la chaux  
(intérieur et extérieur)*



*mur ancien en briques  
enduit au plâtre ou chaux*



*mur en pan de bois et  
torchis enduit à la chaux*

# Les murs

- Pas de solution universelle
- Le choix dépend de chaque bâtiment, de ses atouts, de ses faiblesses.
- La décision reposera sur des critères thermiques et économiques, certes, mais aussi sur l'hygrométrie, les matériaux, l'architecture intérieure et extérieure



# Les murs

→ les propriétés hygrothermiques des murs sont à préserver



 La perméabilité à l'eau des murs joue un rôle très important.

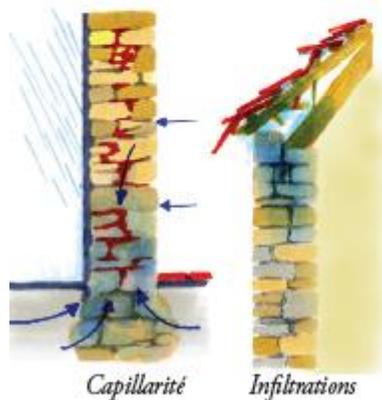
Tout enduit, tout jointoiement avec des matériaux à caractère hydrofuge est à bannir (cf. fiche chapitre 1: comprendre son comportement hygrométrique)

# Les murs



 *Le mur ancien  
a un vécu. Présente-t-il  
des pathologies  
éventuelles ?*

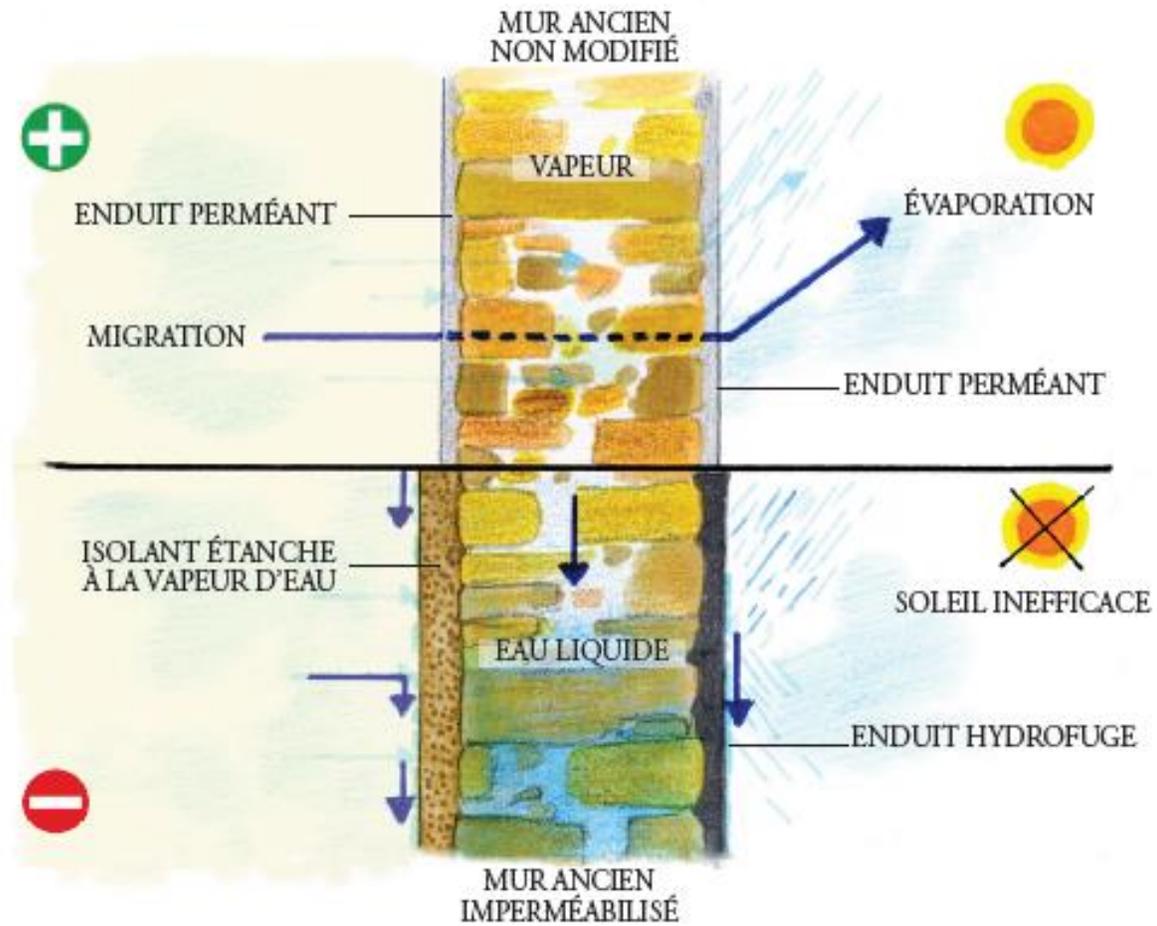
Le diagnostic peut faire apparaître des désordres, des fissures importantes, de l'eau dans les pieds de mur.



## *Que faire ?*

Déterminer les causes.  
Elles peuvent être multiples :  
manque d'entretien,  
défauts de construction,  
mouvements du sol, traitements  
inadaptés, hydrofuges  
notamment, joints ou enduits  
imperméables, mauvais drainages,  
ventilation des caves obturée,  
désordres de couverture,  
imperméabilisation des sols etc.  
**Le traitement de ces désordres  
devra impérativement précéder  
tous les autres travaux.**

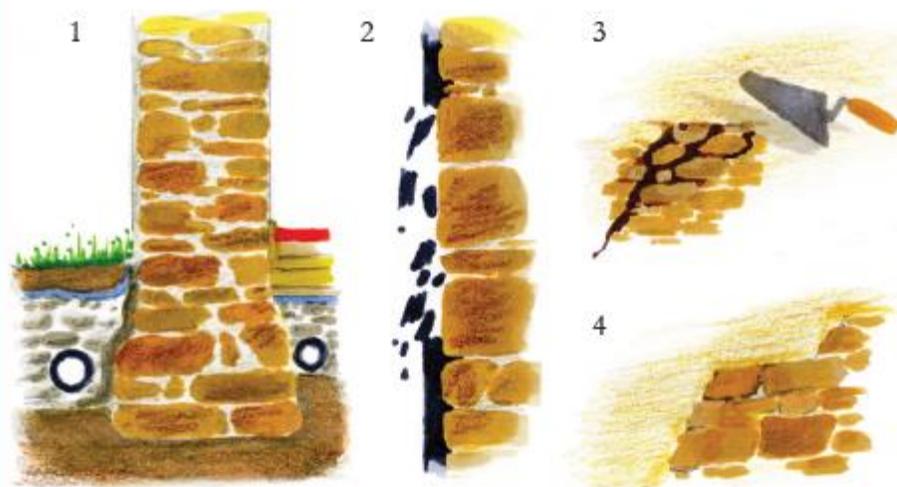
# Les murs



# Les murs

*L'amélioration hygrothermique des murs anciens dépend d'abord d'une réhabilitation de la maçonnerie.*

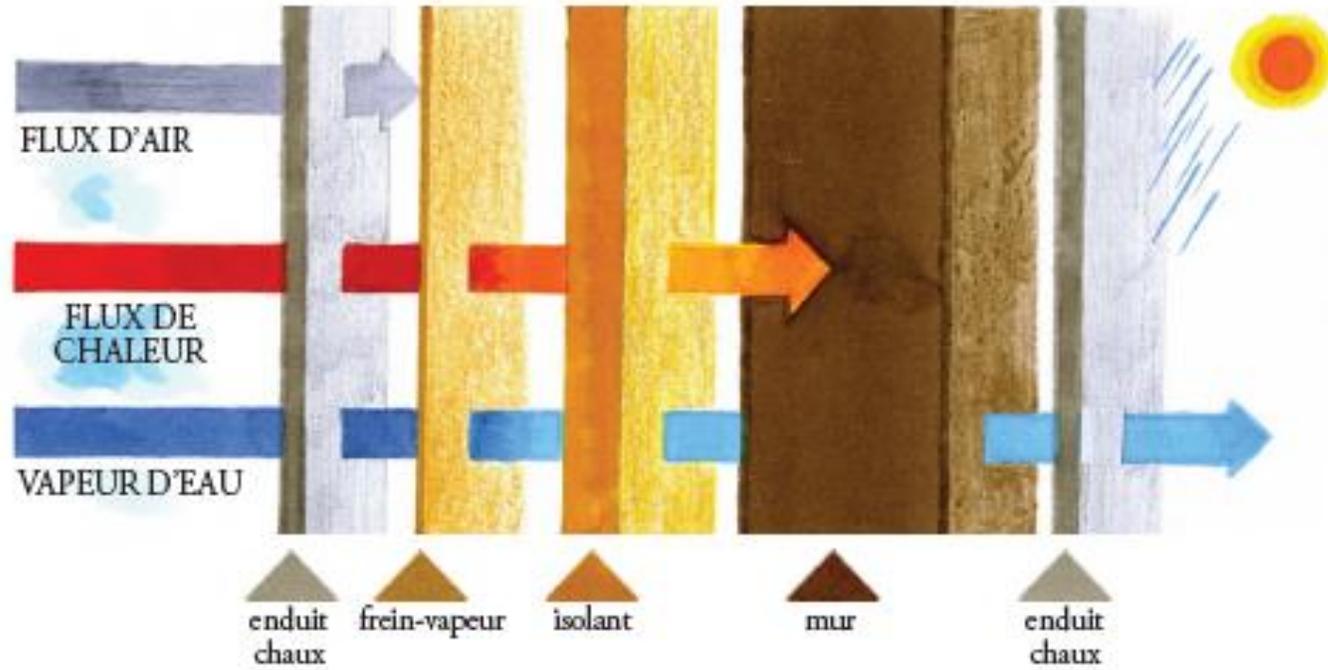
Pour retrouver les qualités d'origine, il faut d'abord :



1/ assurer un bon drainage intérieur voire extérieur  
2/ supprimer tout produit imperméable  
3 /traiter les désordres (fissures)

4/ protéger le mur par des enduits respirants, extérieurs et/ou intérieurs, en chaux naturelle ou plâtre par exemple.

# Les murs



*Principes fondamentaux du fonctionnement des flux à respecter*

# Les murs

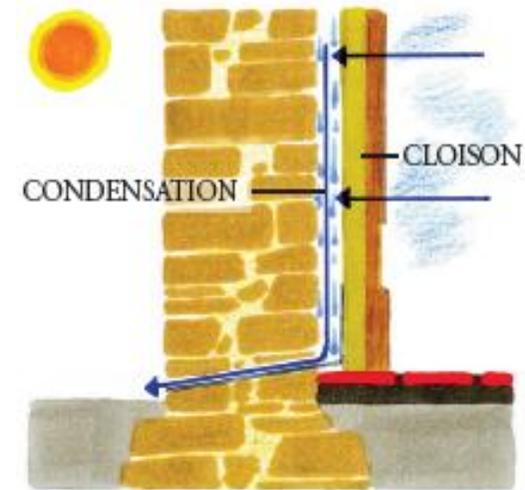
## Isolation par l'intérieur

Ce mode d'isolation sera possible si la modénature intérieure ne présente pas d'intérêt patrimonial. L'inertie du bâtiment sera alors réduite.

### + Techniques possibles:

- Ajout de laine d'isolant perméable à la vapeur d'eau (par exemple de type végétal ou animal, 5 à 10 cm), sans pare-vapeur mais avec un film dit « frein vapeur »\*, recouvert d'un parement intérieur (plâtre, enduit à la chaux, voire lambris bois, ...)

- pour les grands volumes: création d'une deuxième paroi intérieure ( $\approx 20$  cm) dite « isolante », entièrement séparée du mur initial par une lame d'air, ventilée par l'extérieur (technique de la boîte dans la boîte). D'un point de vue hygrométrique, le choix de l'isolant importe moins ici (l'isolant n'étant pas en contact avec le mur ancien)



# Les murs

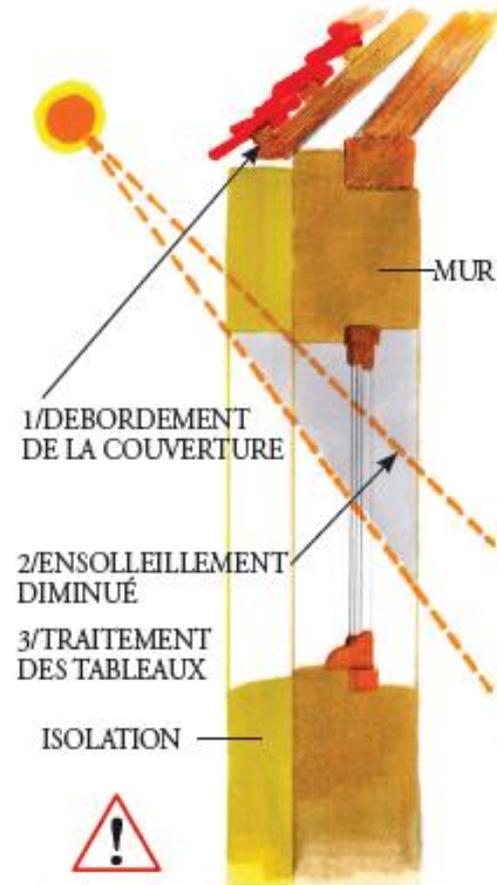
## Isolation par l'extérieur

Ce mode d'isolation sera possible si la modénature de façade ne présente pas d'intérêt patrimonial. Toute l'inertie du bâtiment est conservée.

### + Techniques possibles:

-Ajout d'un enduit extérieur (5 cm) isolant et perméable à la vapeur d'eau (par exemple: chaux chanvre, paille terre, ...)

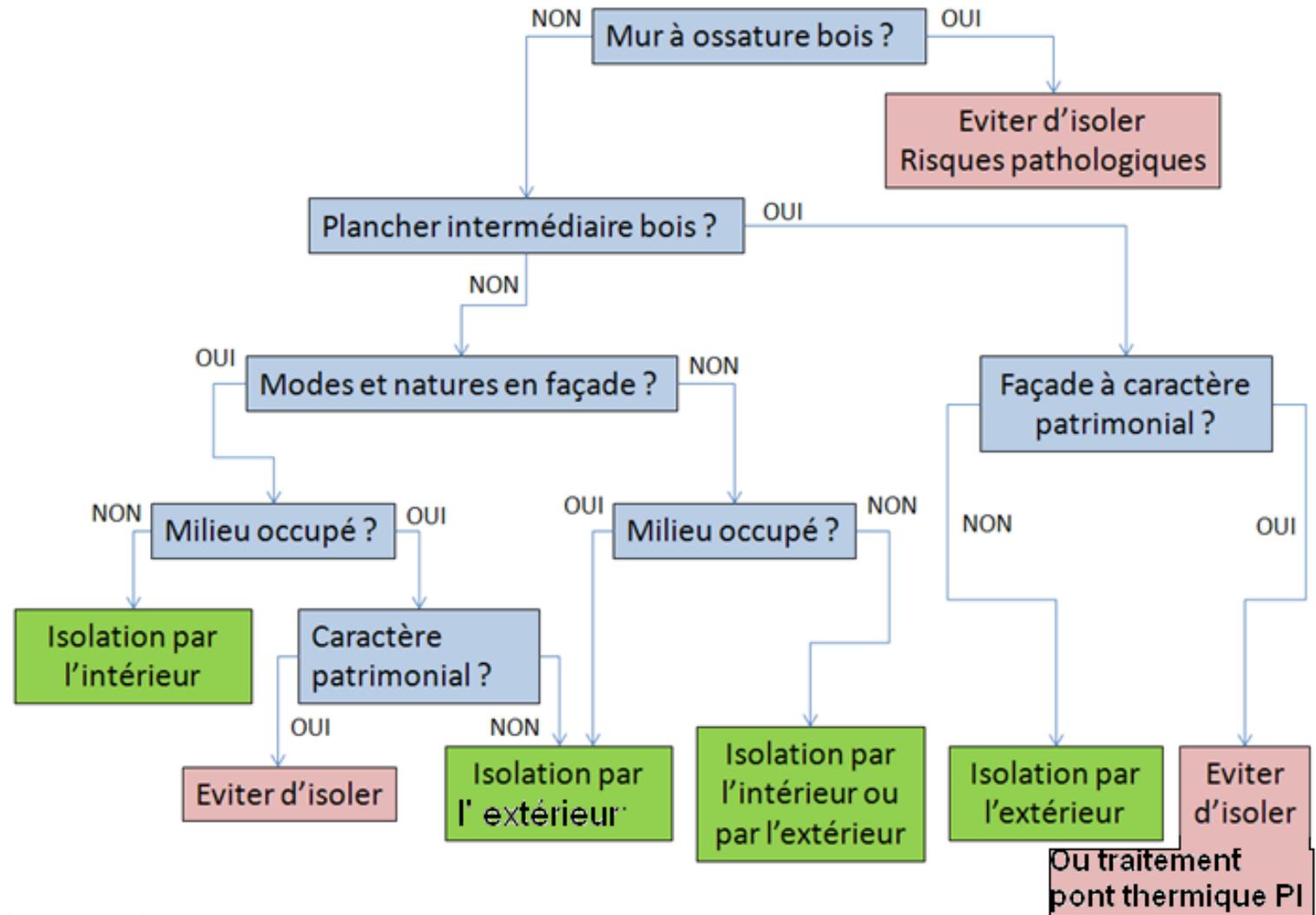
-Ajout de panneaux d'isolant perméable à la vapeur d'eau (10 à 20 cm de type laine de bois) protégés par un bardage ventilé ou un enduit respirant



Problèmes éventuels de l'isolation extérieure

9 \* Le frein-vapeur a pour but, de réguler le passage de la vapeur d'eau à travers le mur, jamais de l'arrêter, contrairement à un pare-vapeur.

# Organigramme décisionnel pour l'isolation des façades anciennes



# Les enduits isolants

- Il existe des enduits isolant que l'on peut appliquer à la place de l'ancien enduit.
  - Il est possible de recréer les singularités de la façade.
  - Il n'y a pas d'épaisseur supplémentaire très importante (en enlevant l'ancien enduit). Certains de ces enduits respectent les caractéristiques hygrothermiques du murs anciens en laissant transiter la vapeur d'eau.
  - Les enduits peuvent être à base de billes de polystyrène, de chanvre, de liège, etc.
- Weber propose un enduit isolant à base de bille de polystyrène et de chaux, son  $\lambda = 0.05\text{W/mK}$
- Autre enduit à base d'aérogel : Fixit  $\lambda = 0.028\text{W/mK}$



Merci de votre attention

