

maisons
paysannes
de drôme



Amélioration du confort thermique, en hiver comme en été, des maisons de Chatillon en Diois

Le 21 juillet 2023

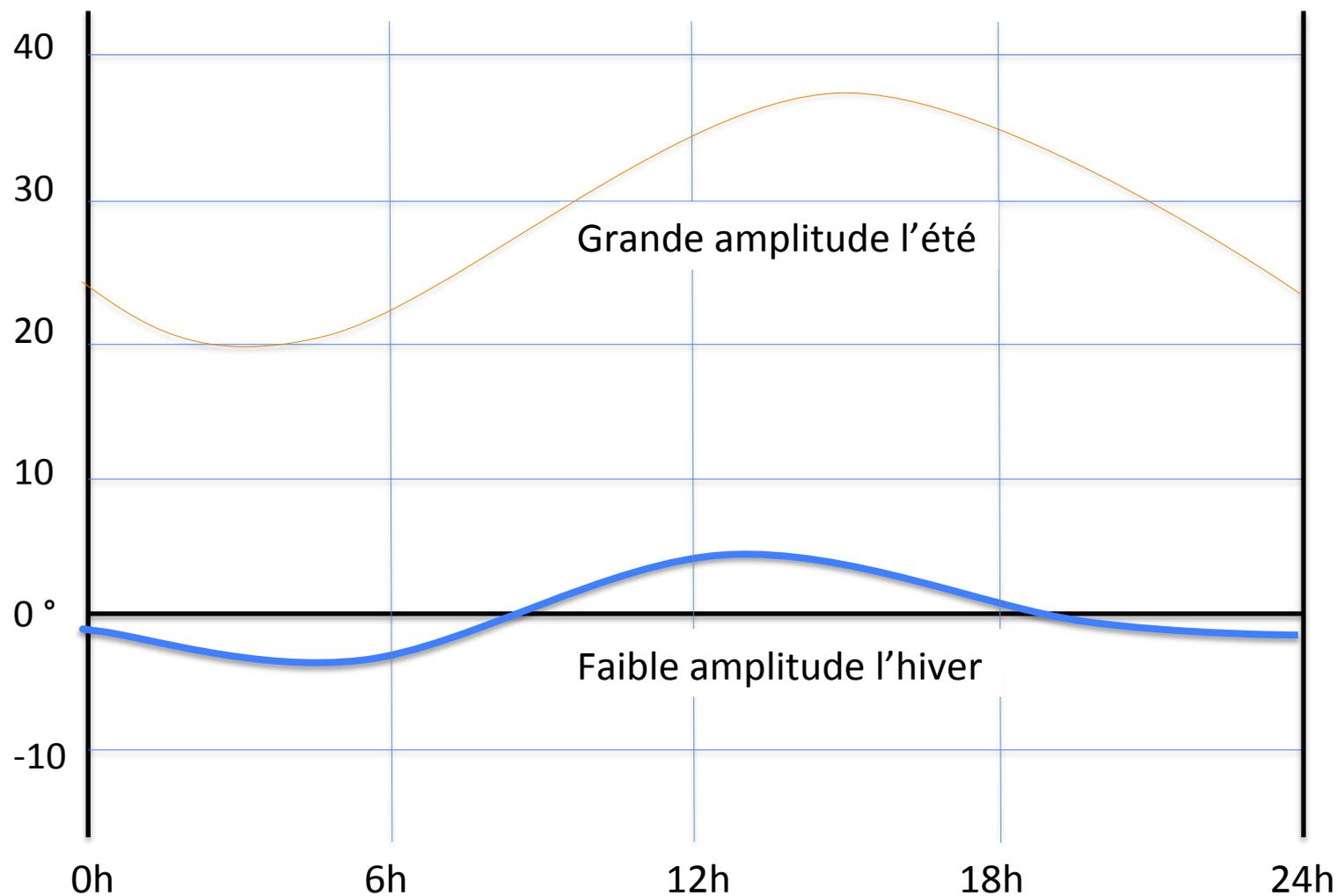
Bernard Leborne, drome@maisons-paysannes.org 06 21 31 52 27

Traiter les causes d'inconfort
pour l'hiver comme pour l'été
est la première source d'économies d'énergie.

Les problèmes à régler sont fondamentalement différents pour l'hiver et pour l'été.

Variation de température journalière

Faible amplitude l'hiver hiver



Le comportement thermique
et les améliorations à apporter
pour l'hiver

-> Traiter les parois froides sources d'inconfort

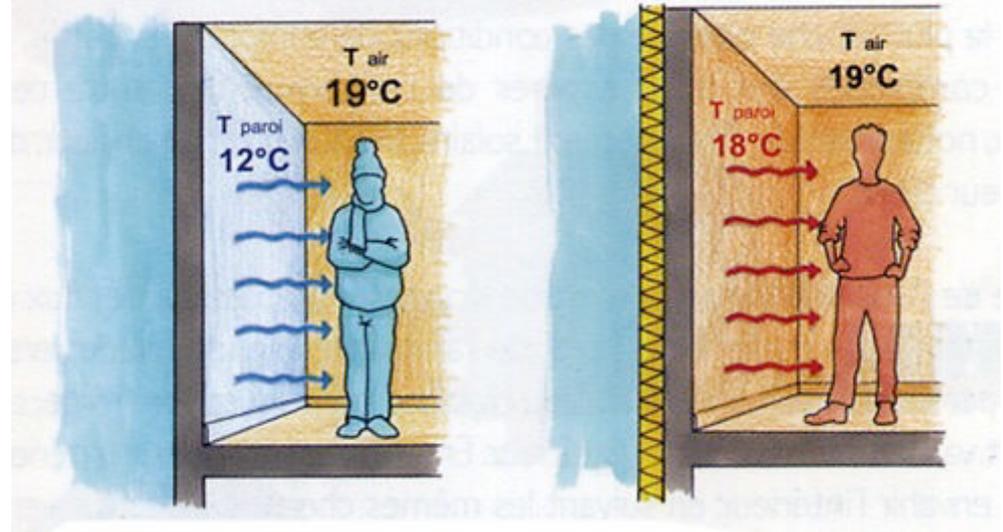
La chaleur perçue dans une pièce est la moyenne de la température de l'air et de la température des parois.

Les murs en pierre des bâtis traditionnels sont des parois froides.

Un correcteur thermique de surface est au minimum nécessaire.

L'enduit chaux chanvre remplit parfaitement ce rôle.

Notion d'effusivité ->



-> traiter les parois froides, l'effusivité

Les différents matériaux ne donnent pas la même impression de chaleur quand ils sont à la même température.

L'effusivité rend compte de la quantité de calories qu'absorbe un matériau pour se réchauffer.

Béton cellulaire	200	Métal	14 000
Enduit chaux chanvre	200	Pierre dure	2 500
Fibre de bois	110	Maçonnerie	2 000
Liège	100	Bois massif	500
Laine minérale	70	Carreau de plâtre	450
Polystyrène	40	Sapin	346
Laine de mouton	< 1		

Un revêtement de mur à faible effusivité, plus rapidement à la température de la pièce, accroît le confort.

On comprend pourquoi les châtelains ornaient les murs de leurs châteaux de tapisseries...

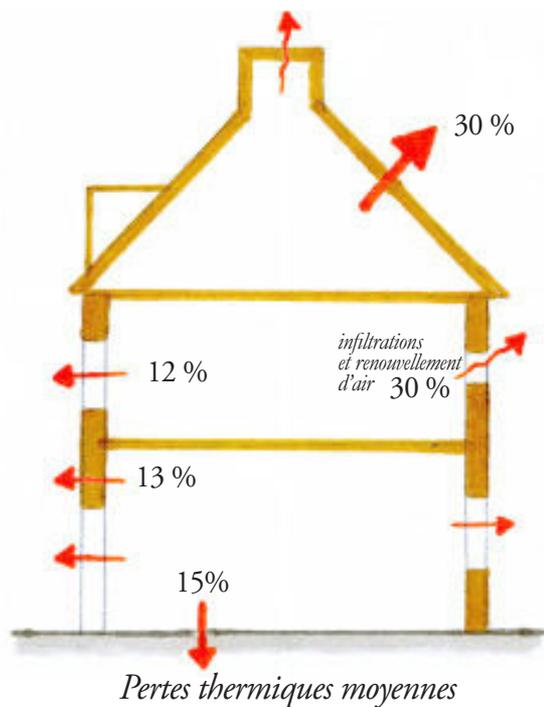
-> traiter les parois froides, l'effusivité

L'illustration concrète de l'effusivité est la différence de perception de température entre un morceau de bois et un morceau de métal à température ambiante : la main ne perçoit pas de froid en touchant le bois alors que le métal lui paraît froid longtemps.

C'est que le bois (effusivité 400) absorbe peu de chaleur pour élever sa température à celle de la main (effusivité 1400). C'est encore plus net avec un tissu de laine (effusivité 1) alors que le métal (effusivité 14000) va « pomper » un grand nombre de calories de la main pour élever sa température.

-> Limiter les pertes caloriques

les priorités d'amélioration



La toiture 30% des pertes

Le sol bas 15%

Les murs 13%

Les fenêtres 12%

Et aussi les infiltrations et le renouvellement d'air 30%

La perte de chaleur au travers des parois est caractérisée par le coefficient de transmission surfacique U . Il est l'inverse de la résistance thermique R . $U=1/R$

Bâti traditionnel (Atheba)

La propagation de la chaleur

Conduction, convection, rayonnement



Par conduction : transmission au sein du matériau.

Plus un matériau est isolant, moins il y a conduction.

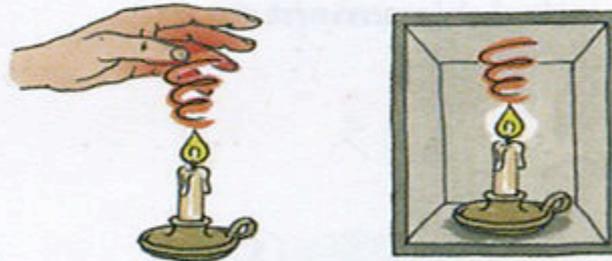
Des matériaux isolants et épais limitent les transferts par conduction.



Par rayonnement : propagation sous forme d'ondes (infrarouges).

Plus une surface est réfléchissante, plus le rayonnement est dévié.

Des parois continues, opaques et réfléchissantes dévient le rayonnement.



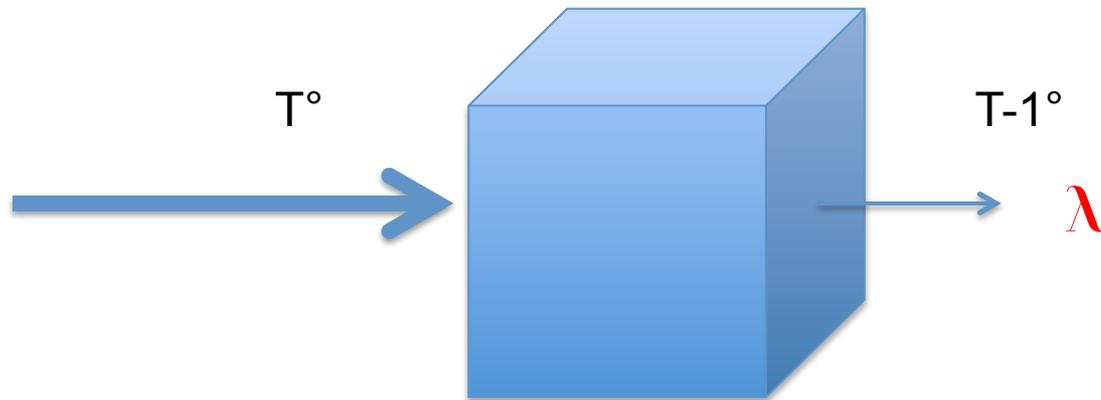
Par convection : déplacement du fluide chauffé.

Immobiliser l'air empêche la convection.

Des parois étanches à l'air arrêtent les transferts par convection.

-> la conductivité thermique des matériaux « λ » (lambda)

« λ » quantité de chaleur qui se propage en 1 seconde, à travers 1m^2 du matériau, épais d' 1 mètre, lorsque la différence de température entre les deux faces est de 1 degré.



-> la conductivité thermique des matériaux « λ » (lambda)

Matériau	λ
Siporex, béton cellulaire	0,13
Sapin	1,12
Vermiculite (panneaux)	0.090
Verre cellulaire (CG)	0.055
Liège (ICB)	0.050
Polystyrène expansé	0.045
Laine minérale	0.045
Multipor	0,043
Polystyrène extrudé	0.040
Fibre de bois	0,038 à 0,045
Air sec immobile	0,024

Matériau	λ
Cuivre	380,00
Acier doux	52,00
granites	3.50
pierres calcaires	2.91
Marbres	2.91
Calcaires moyens	1.74
Bétons	1,50
Calcaires tendres	1.40
Verres	1,15
Eau	0,60

le coefficient «U» de transmission surfacique d'une paroi

« U » s'exprime par la formule $U = \lambda / e$ avec « e » épaisseur de la paroi,
Il exprime la quantité de chaleur qui « fuit » au travers de la paroi en $W / m^2.K$
par unité de temps
C'est la vraie grandeur qui permet de qualifier la performance d'isolation.
On l'appelle aussi coefficient de déperdition.

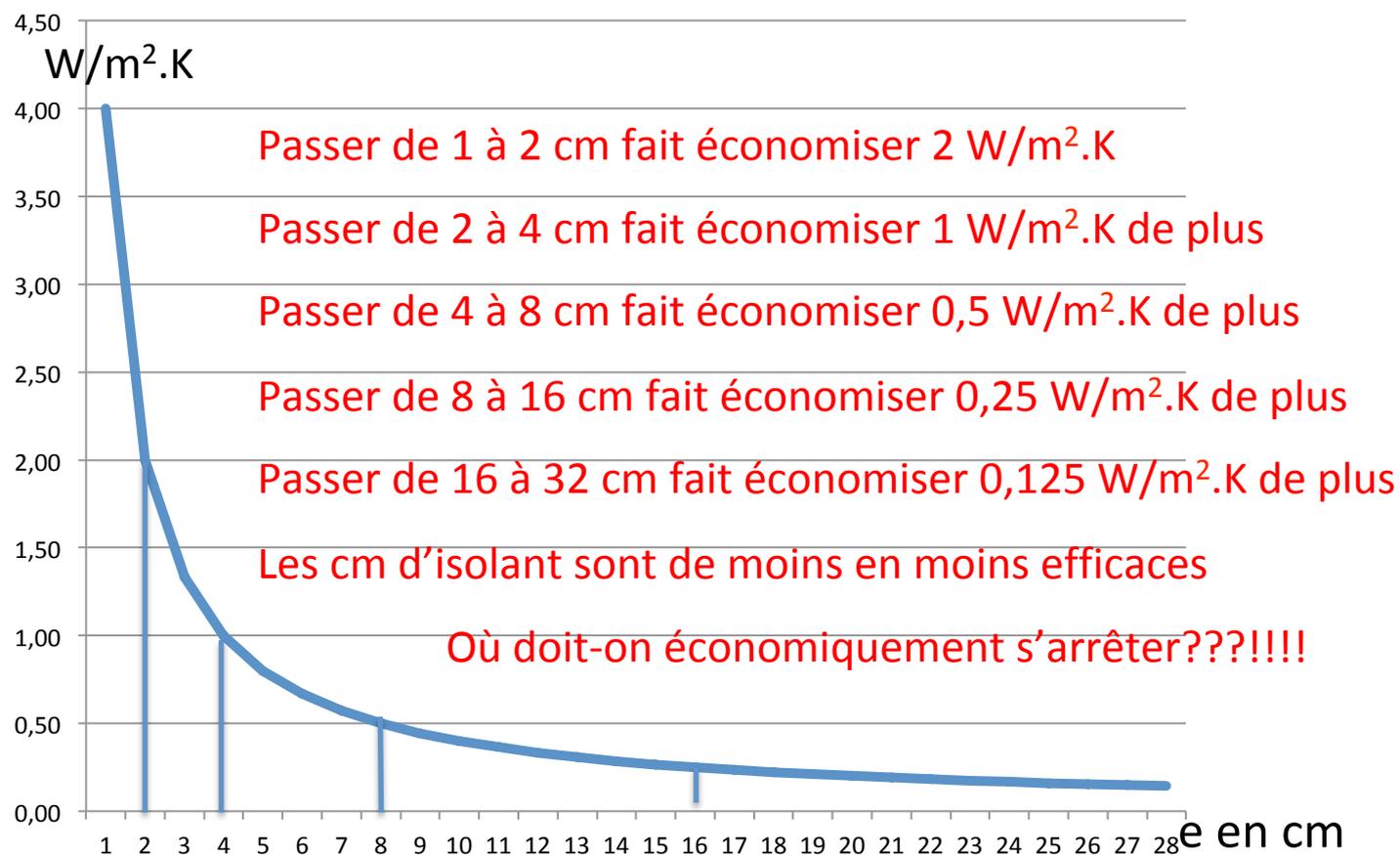
Résistance thermique « R » d'une paroi

« R » s'exprime par la formule $R = e / \lambda$ avec « e » épaisseur de la paroi.
Donc $R = 1 / U$
Le « R » n'a pas de réalité physique, il s'exprime en m^2K/W
C'est pourtant la grandeur communément utilisée par les normes

-> le coefficient «U» de transmission surfacique d'une paroi

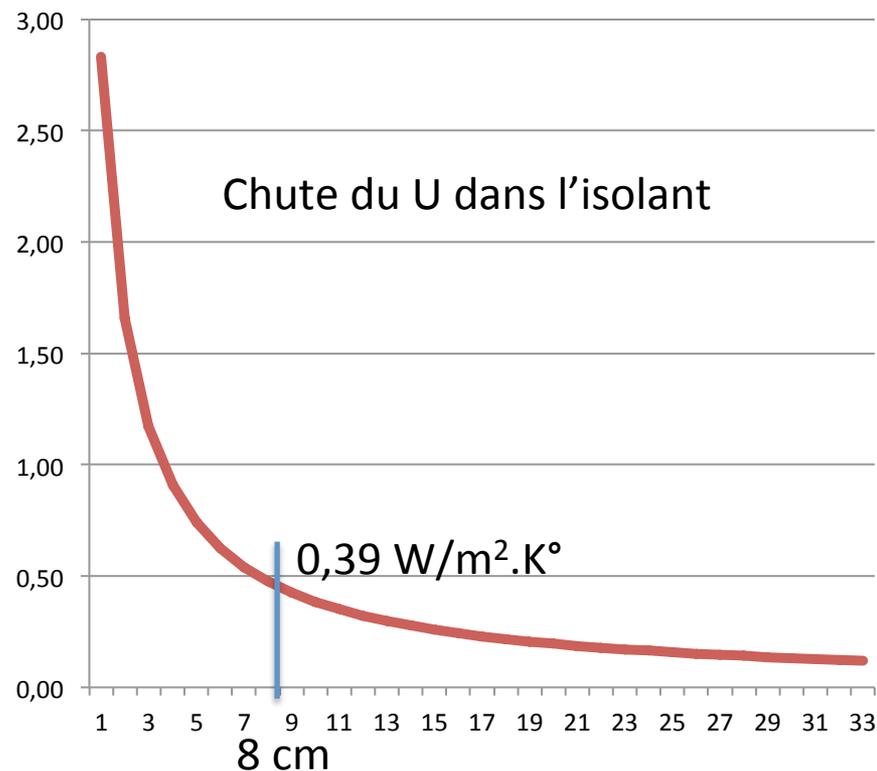
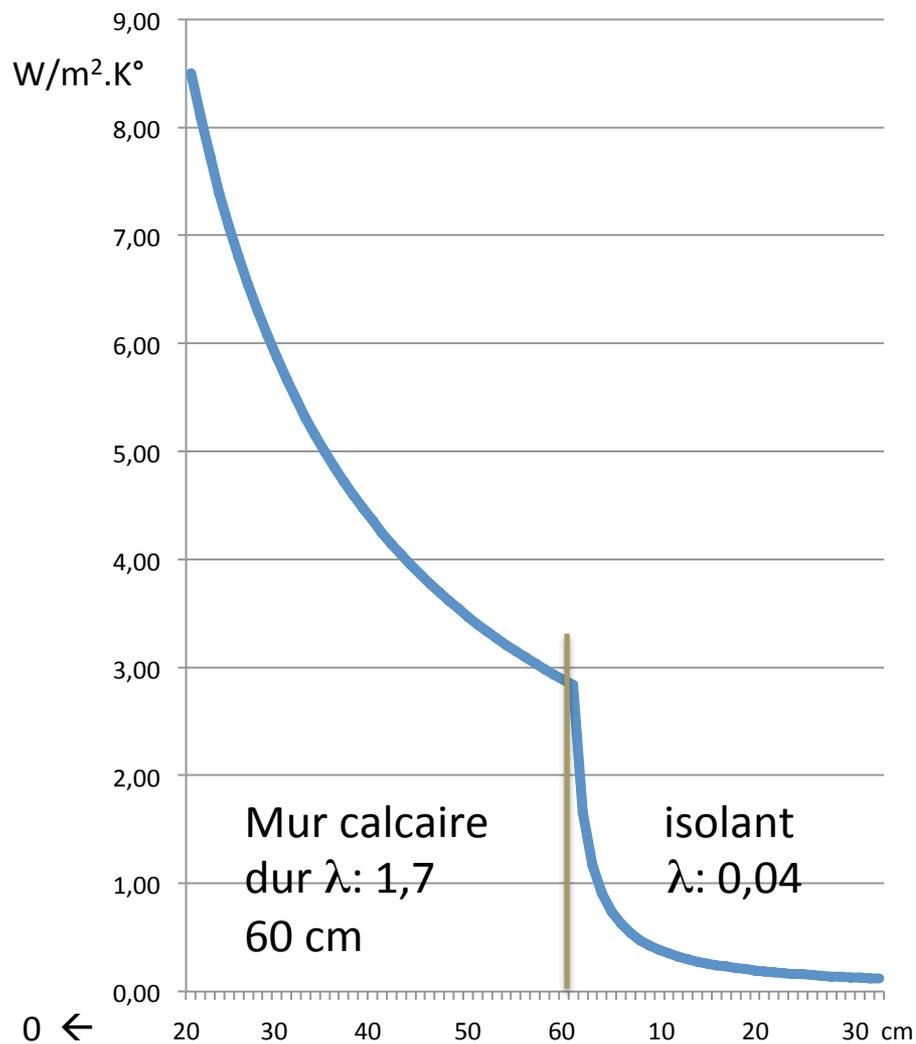
Le véritable indicateur d'efficacité de la « fuite » de chaleur

$$U = \lambda / e = 1/R$$



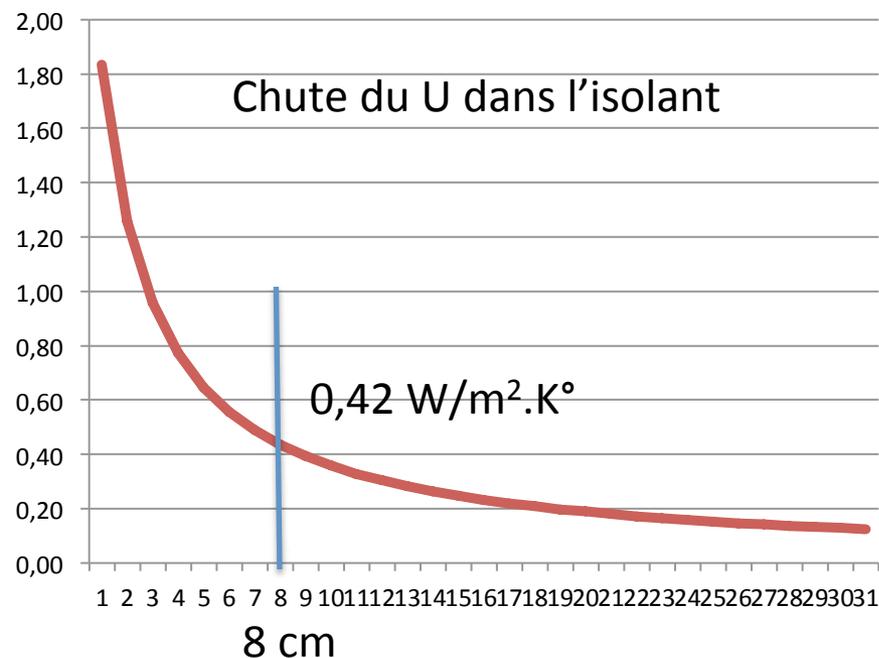
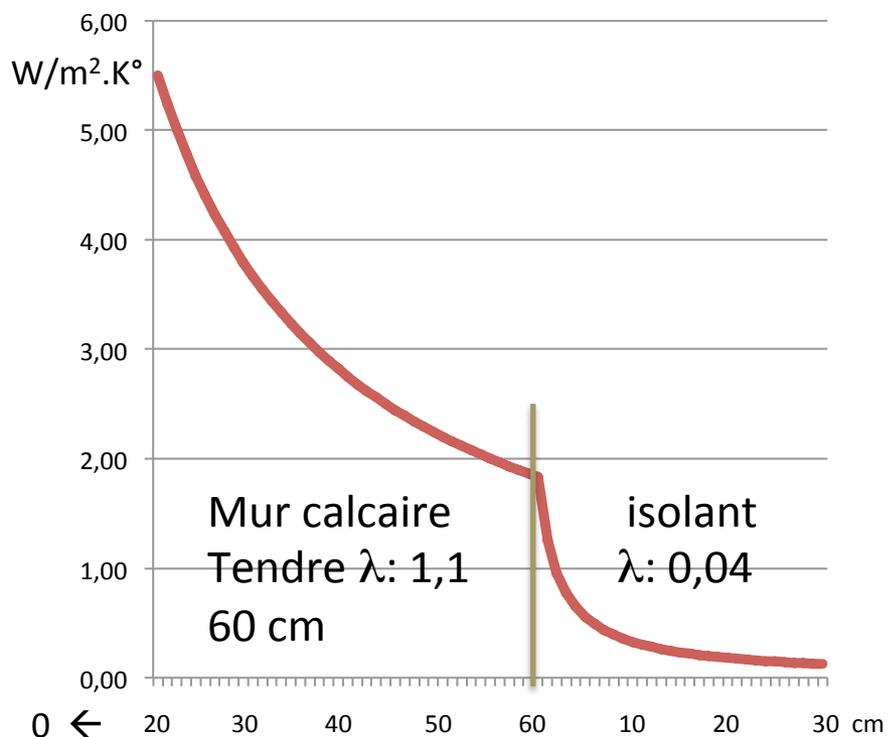
Limitation de la « fuite » thermique au travers d'un mur calcaire dur isolé

$$U = 1/R$$



Limitation de la « fuite » thermique au travers d'un mur calcaire tendre isolé

$$U = 1/R$$

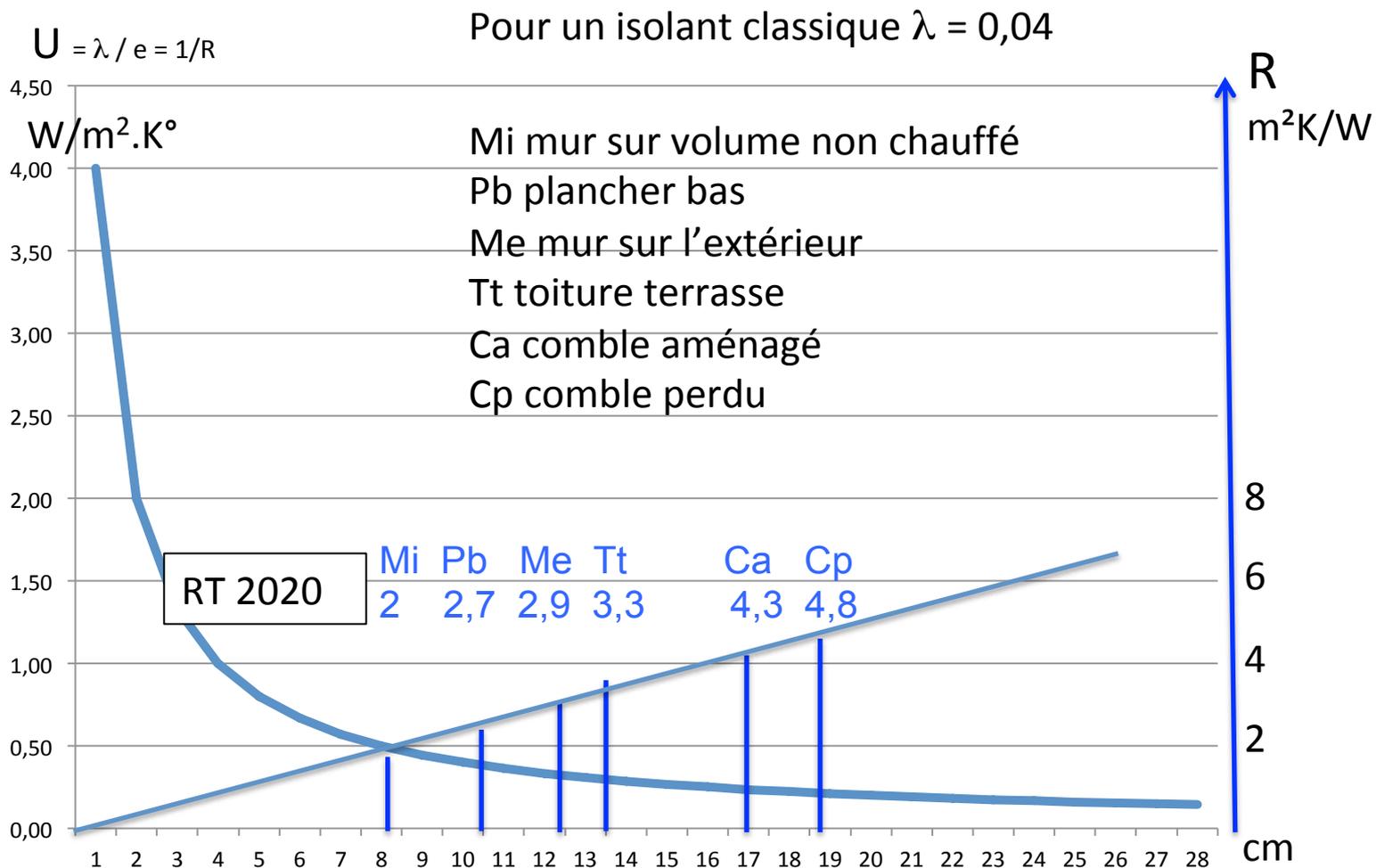


-> le coefficient « R » et la norme

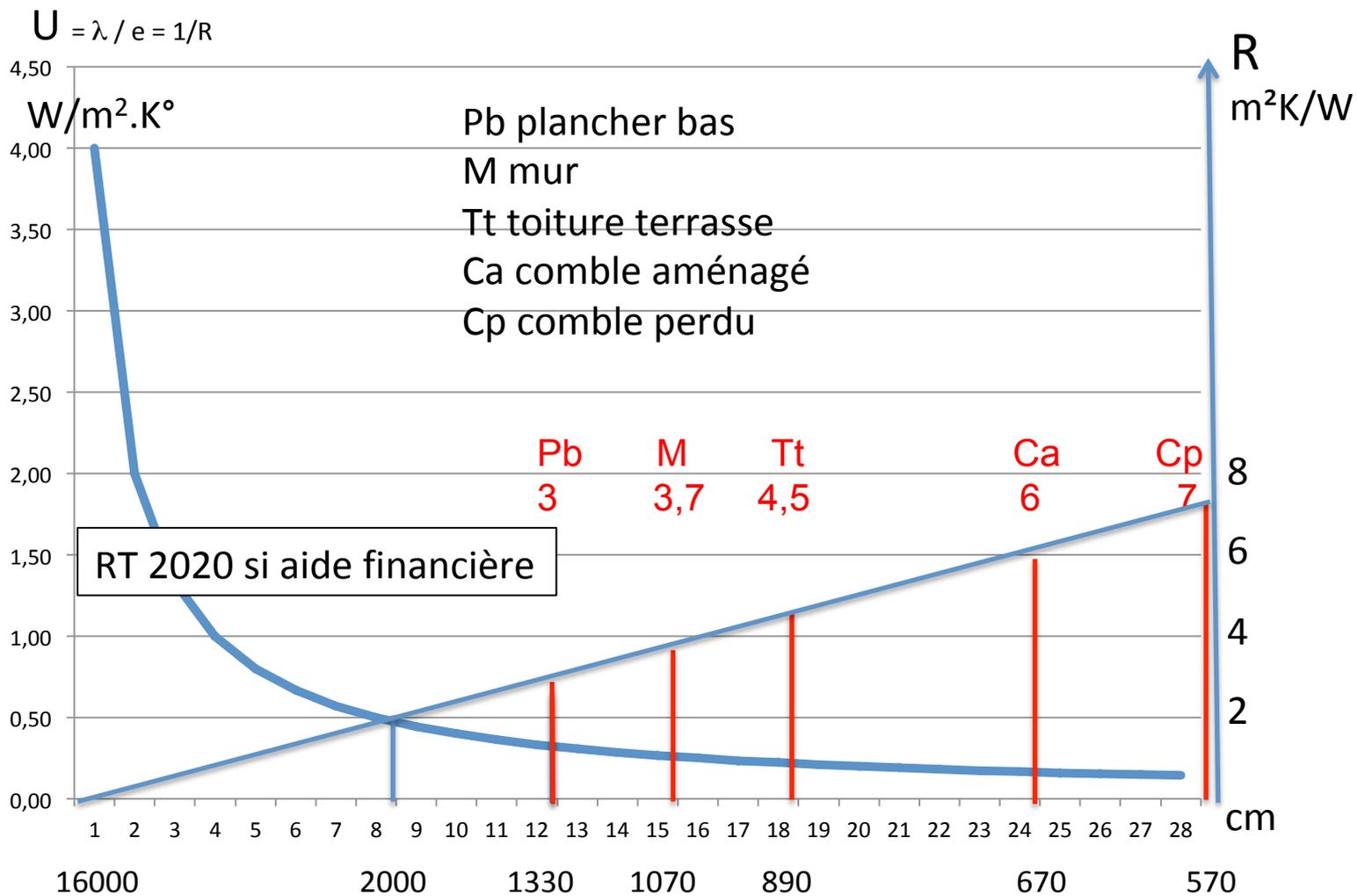
La norme d'isolation RT2020 Ex définit un R de référence pour chaque paroi du bâti existant (mur + isolant) donc une épaisseur d'isolant

	RT2018	TR2020	si aides
Planchers bas	R = 2,7	2,7	2,7
Murs extérieurs	R = 2,9	2,9	3,7
Murs sur espace non chauffé	R = 2	2	3
Toitures terrasse	R = 3,3	3,3	
Combles aménagés	R = 4,3	4,3	6
Planchers de combles perdus	R = 4,8	4,8	7

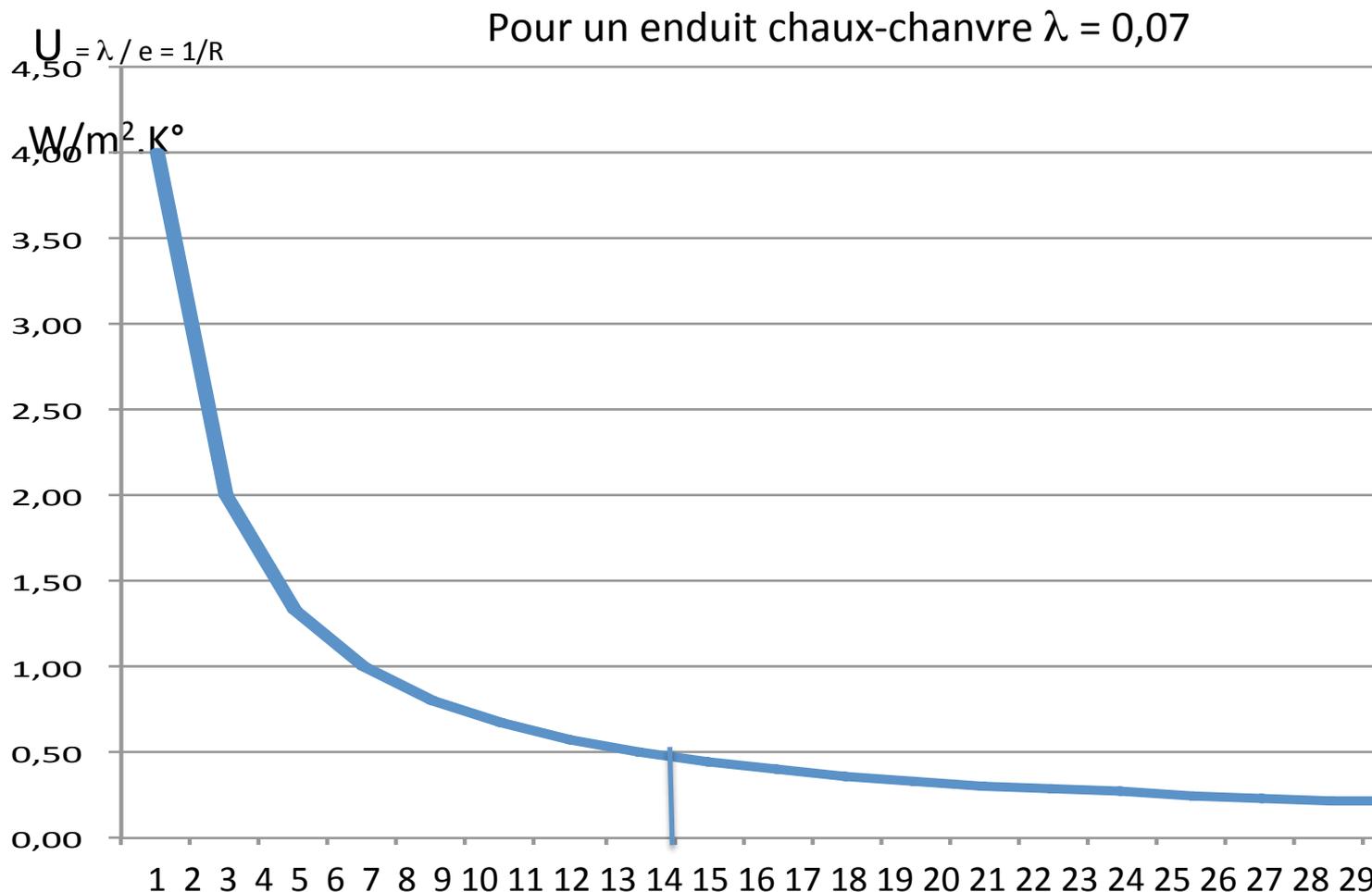
Variation du « R » et du « U » en fonction de l'épaisseur



Variation du « R » et du « U » en fonction de l'épaisseur



Variation du « R » et du « U » en fonction de l'épaisseur



Passoire thermique:

Dans le langage courant « bâtiment qui n'a pas pris en compte la nécessité de limiter les pertes caloriques du fait de la disponibilité et du bas prix de l'énergie lors de sa construction ».

Ce bâti est essentiellement celui des « 30 glorieuses », 1948 à 1979.

1948 début de la période de la reconstruction

1973 et 1979 premier et second « choc pétrolier »

1973 le prix du baril est multiplié par 4

1979 le prix du baril est à nouveau multiplié par 2

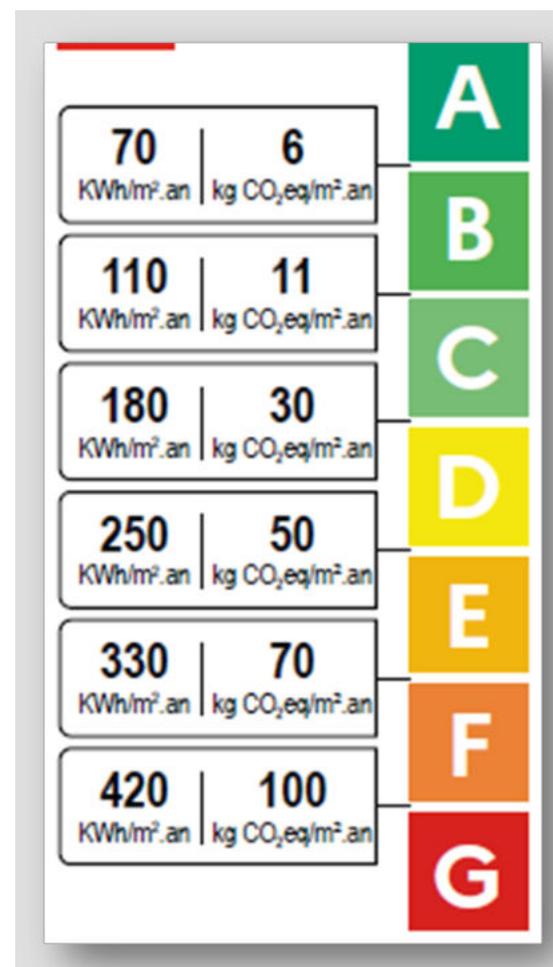
La première norme d'isolation sort en 1974 avec un objectif de 25% de réduction de la consommation. « on n'a pas de pétrole mais on a des idées »... “on chasse le gaspi”...

Elimination des passoire thermique: le nouveau DPE (Diagnostic de Performance Energétique)

Les 6 échéances de la loi Climat & Résilience

VENTE		LOCATION	
		25 Août 2022	Gel des loyers Logements classés F ou G
F G	Audit énergétique* Logements classés F ou G	1 ^{er} Septembre 2022	
		1 ^{er} Janvier 2023	Location interdite Logements avec consommation en énergie primaire $\geq 450 \text{ kWh}_{ep}/\text{m}^2.\text{an}$
E	Audit énergétique* Logements classés E	1 ^{er} Janvier 2025	Location interdite Logements classés G
		1 ^{er} Janvier 2028	Location interdite Logements classés F
D	Audit énergétique* Logements classés D	1 ^{er} Janvier 2034	Location interdite Logements classés E

* Pour les maisons individuelles et les bâtiments en monopropriété

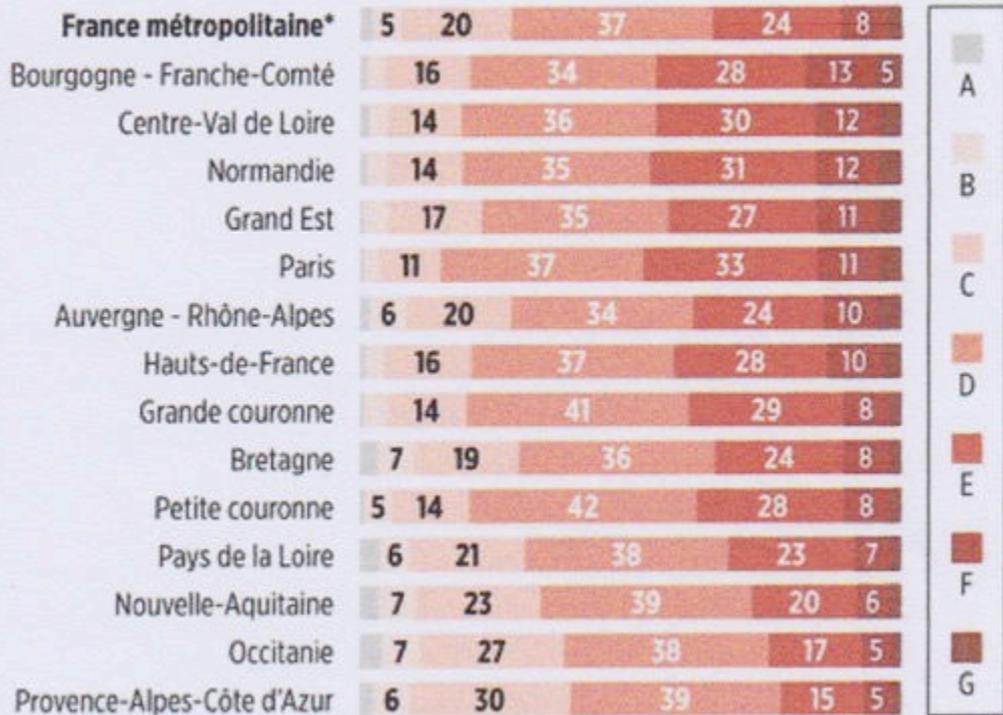


Elimination des passoire thermique: le nouveau DPE Déjà des conséquences sur le marché

Surcote et décote des appartements et maisons
Selon l'étiquette énergie et la région, en 2021

Régions	Surcote pour un appartement classé A ou B / classé D	Décote pour une maison classée F ou G / classée D	
Auvergne - Rhône-Alpes	+ 8 %	- 6 %	
Bourgogne - Franche-Comté	+ 15 %	- 10 %	
Bretagne	+ 7 %	- 10 %	
Centre-Val de Loire	+ 13 %	- 12 %	
Grand Est	+ 5 %	- 14 %	
Hauts-de-France	+ 6 %	- 9 %	
Ile-de-France	Paris et petite couronne	+ 3 %	- 3 %
	Grande couronne	+ 6 %	- 7 %
Normandie	+ 14 %	- 9 %	
Nouvelle-Aquitaine	+ 10 %	- 12 %	
Occitanie	+ 16 %	- 11 %	
Pays de la Loire	+ 9 %	- 8 %	
Provence-Alpes-Côte d'Azur	+ 3 %	- 6 %	

Parts dans les transactions de logements anciens
Selon l'étiquette énergie et la région, en 2021, en %



Quelle isolation pour l'hiver

-> isoler les murs contre le froid

Tous les murs ne justifient pas de la même isolation: le mur nord est prioritaire, le mur sud bénéficie du soleil d'hiver.

Isolation par l'extérieur ou par l'intérieur?

L'ITE est la plus efficace, en outre elle conserve l'inertie thermique du côté chauffé, par contre elle supprime le réchauffement solaire hivernal, et elle n'est pas compatible de l'aspect patrimonial du bâti.

L'ITI est le plus souvent la seule solution possible, à Chatillon dans le périmètre de protection d'un monument classé du cœur du village c'est la seule envisageable.

-> isoler les murs, quelle isolation

Pour les maisons mitoyennes seules les façades sur rue et sur cour sont à isoler.

Pas d'isolant étanche qui enferme l'humidité des murs.

Pas d'isolant non capillaire qui ne contribue pas à l'évaporation de l'humidité des murs.

Des isolants tels que la fibre ou la laine de bois, 8 cm suffisent

Des isolants tels que les enduits chaux chanvre en forte épaisseur (14 cm)

Des correcteurs thermiques tels que les enduits chaux chanvre en faible épaisseur (3 à 5 cm)

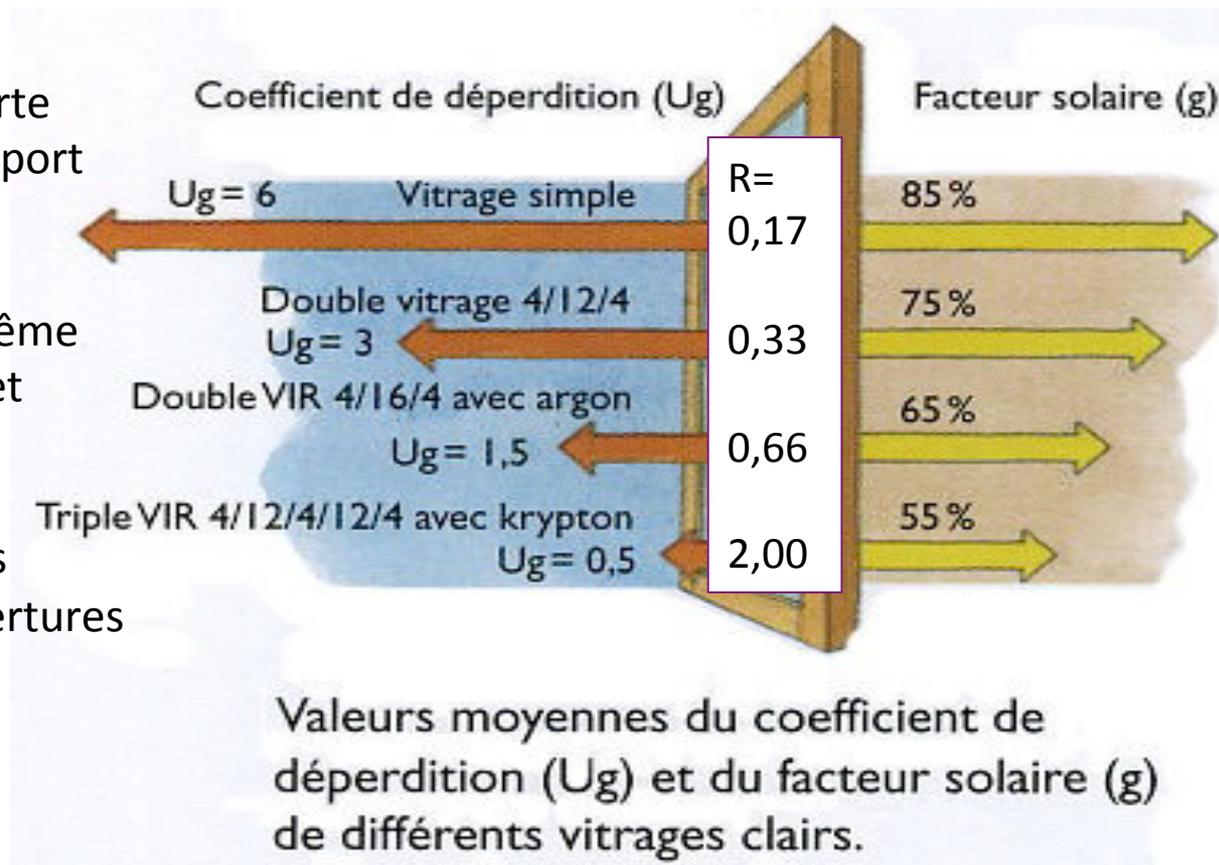
La norme RT 2020 impose 12 cm voire 15 cm si une aide financière est accordée.

-> isoler les fenêtres, conserver la chaleur

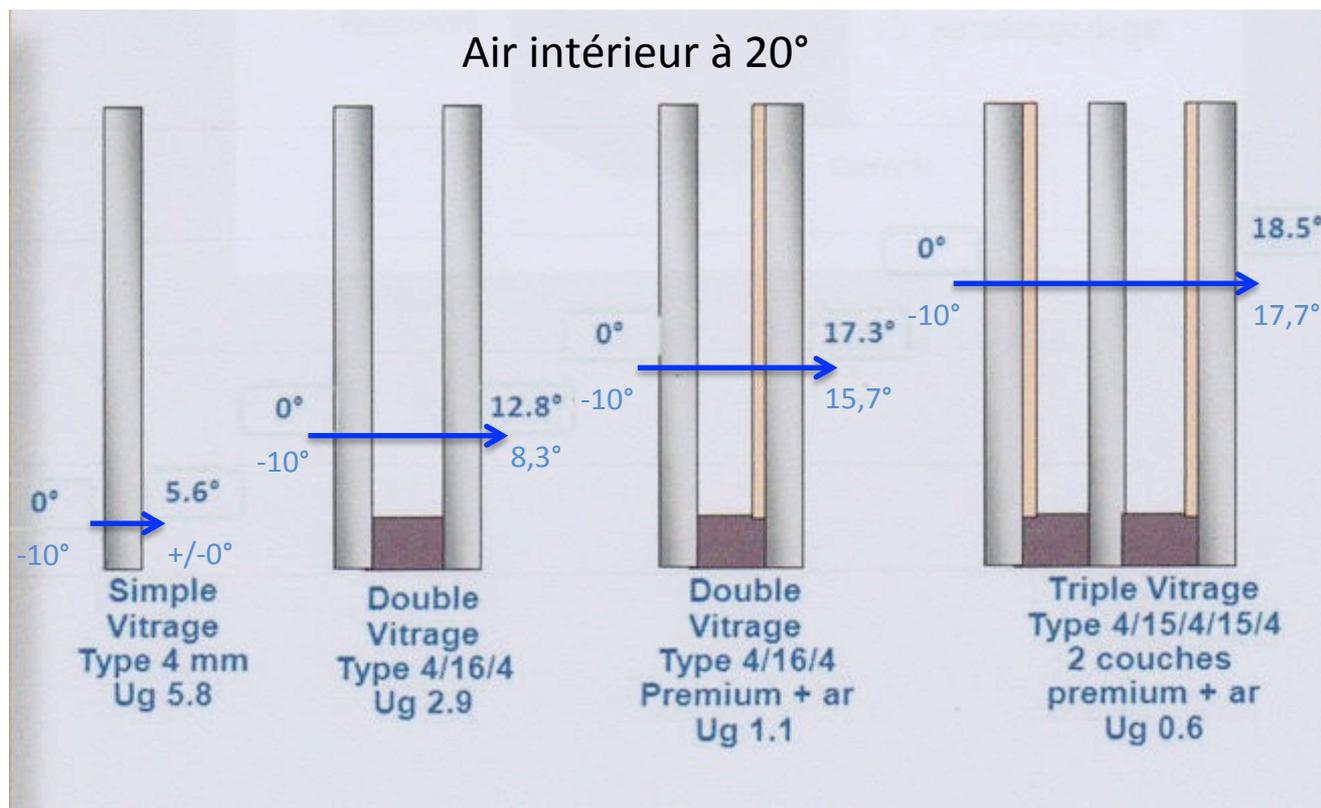
Un compromis entre la perte de chaleur et la perte d'apport solaire.

On ne traitera pas de la même façon les fenêtres au sud et au nord.

D'ailleurs dans les maisons Traditionnelles peu d'ouvertures au nord!!

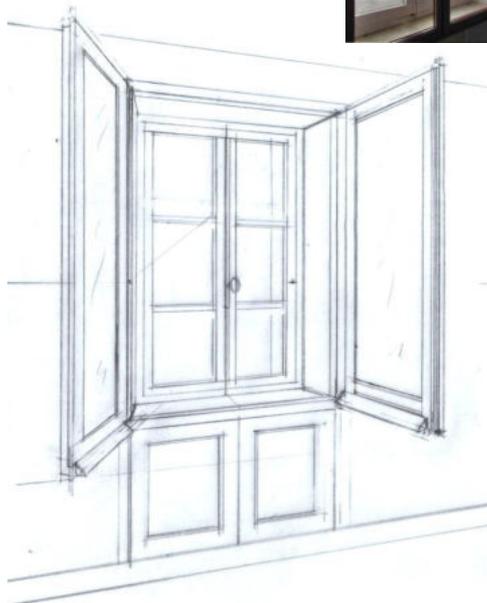


-> isoler les fenêtres,
éviter l'effet « paroi froide » dans une pièce chauffée à 20°



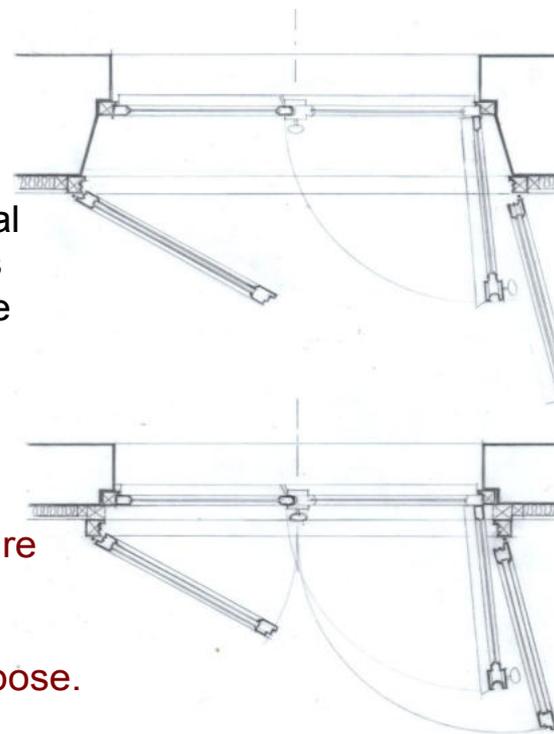
D'où l'intérêt des voilages et des double rideaux, pourtant « plus à la mode »

-> isoler les fenêtres par une double fenêtre au ras de l'isolant intérieur



Ce dispositif existe déjà
Il permet de conserver l'aspect patrimonial
Les fenêtres existantes sont conservées
Dans le cas d'un mur épais cela supprime
le pont thermique en tableau.

S'il existe une allège, le vide de l'embrasure
peut donner place à une menuiserie.
Si le vide est occupé par un radiateur
une tablette complétée d'un déflecteur s'impose.



-> isoler les fenêtres, les protéger par des volets pleins l'hiver

Ils protègent des excès de température la nuit l'hiver (fermés).
En montagne une double fenêtre extérieure les remplace avantageusement.

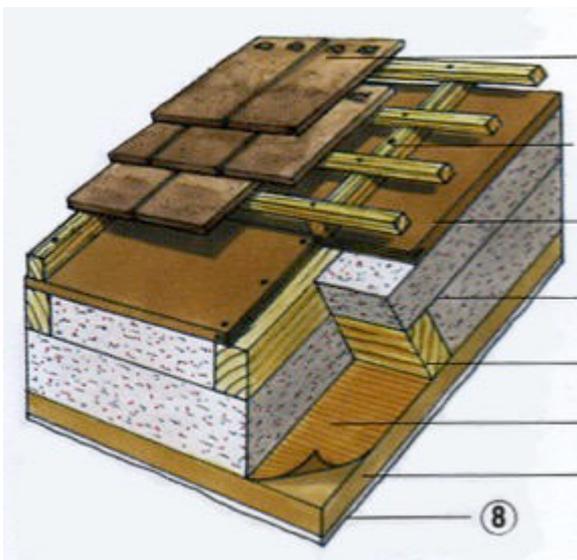
Pas de volets roulants non protecteurs du froid et inesthétiques dans le bâti ancien.



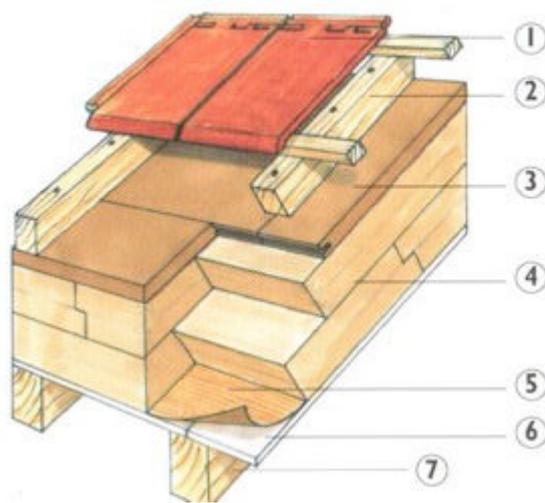
-> isoler la toiture, la priorité absolue: 30 à 35% des pertes

Selon la configuration et l'usage prévu des combles:

- Isolation du rampant par le dessous
- Isolation par le dessus (starking, caissons chaux chanvre, paille,...;...)
- Isolation au sol des combles perdus



Isolation sous le rampant



isolation par le dessus
attention corniches et génoises!



isolation comble perdu

-> réduire les infiltrations d'air et maîtriser le renouvellement

Le renouvellement d'air est nécessaire, mais les courants d'air sont inconfortables.

Nécessité d'évacuer la vapeur d'eau et l'air vicié par les occupants.

Bâti ancien peu étanche à l'air:

- Huisseries et menuiseries peu jointives
- Hourdage fuyard et capillaire
- Cheminée à feu ouvert

-> des améliorations sont nécessaires sur l'étanchéité, mais...

-> réduire les infiltrations d'air et maîtriser le renouvellement

Les matériaux du bâti ancien (chaux, plâtre, terre) sont des régulateurs hydriques de par leur perméance si on ne les rend pas étanches (peintures, enduits,...).

On peut gérer l'excès d'humidité, au moment de l'émission, par des extracteurs temporisés (salle d'eau, cuisine, WC,...)

Les fuites naturelles dont on aura réduit l'excès contribuent au renouvellement naturel de l'air ambiant.

VMC ou pas VMC?

-> VMC ou non? Quelques chiffres pour réfléchir..;

Un homme respire 12 m³ par jour, une famille de 4 -> 48 m³ de l'air de la maison (s'il ne sortent pas jamais).

Une maison de 4 pièces de 100 m² sur 2,5m de plafond a un volume de 250 m³.

La VMC pour respecter la norme doit extraire 90 à 210 m³/h (mini/nominal) soit 2140 à 5040 m³/jour,

-> 8 à 20 fois le volume de la maison...

-> 45 à 105 fois l'air frais nécessaire aux habitants.....

la VMC l'hiver

Elle vide 8 à 20 fois l'air que l'on a chauffé à 19 ou 20°...

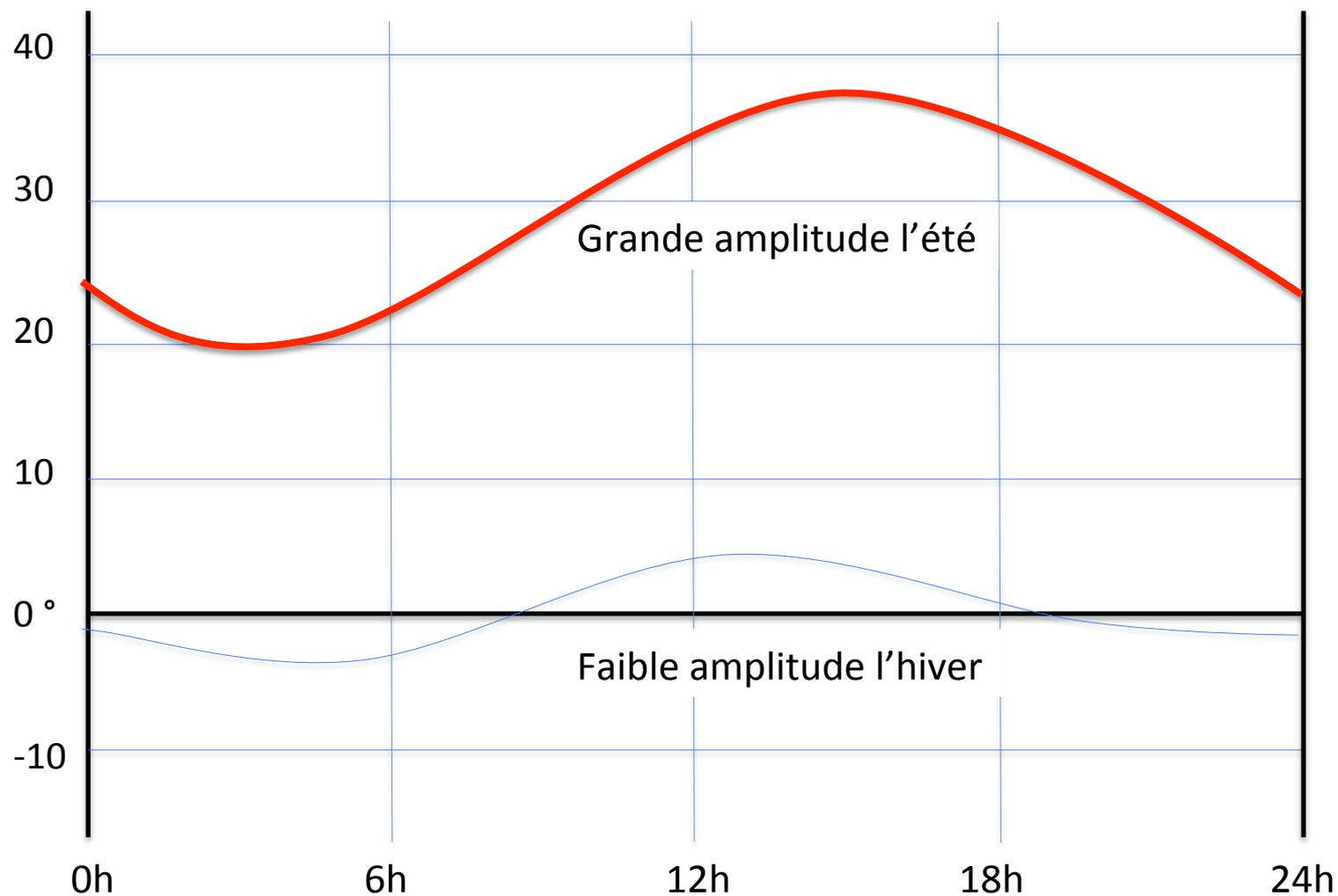
Il faudrait ne la faire fonctionner qu'aux heures les moins froides de la journée et la couper le reste du temps.

Avec la VMC double flux on limite les pertes, mais elle est difficile à installer dans le bâti ancien.

Le comportement thermique
et les améliorations à apporter
pour l'été

Variation de température journalière

Forte amplitude l'Été



Si pour l'hiver la protection **contre le froid** dépend de la conductivité de l'isolant et de son épaisseur, la protection **contre la chaleur** dépend d'autres caractéristiques physiques du matériau liées à son inertie thermique.

Comment cela fonctionne-t-il?

L'inertie thermique, ou capacité thermique, d'un matériau:

Elle représente la capacité d'un matériau à conserver sa température lorsque qu'il est soumis à une variation extérieure de température, grâce à la chaleur qu'il a emmagasinée.

A chaque matériau correspond une chaleur massique ou volumique qui rend compte de sa capacité à emmagasiner de la chaleur.

Elle se mesure en $\text{J}/\text{m}^3 \cdot \text{K}^\circ$ ou en $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}^\circ$

Les catalogues donnent en général les $\text{J}/\text{kg} \cdot \text{K}^\circ$ il faut donc prendre en compte la différence de masse des matériaux que l'on compare, la meilleure comparaison se fait sur les $\text{J}/\text{m}^3 \cdot \text{K}^\circ$

capacité thermique des matériaux:

Matériau	Capacité thermique volumique kJ/m ³ K°	Capacité thermique massique J/kgK°	densité kg/m ³
laine de verre	21	850	25
laine de roche	40	1000	40
ouate cellulose	88 à 115	1600 à 2100	55
chenevotte	175 à 224	1950	90 à 115
polystyrène exp.	14 à 44	1450	10 à 30
polystyrène ext.	36 à 58	1450	25 à 40
verre cellulaire	96 à 192	800 à 1100	120 à 175
laine de bois 50 kg/m ³	105	2100	50
fibre de bois 140 kg/m ³	294	2100	140
fibre de bois 260 kg/m ³	546	2100	260

L'inertie thermique, ou capacité thermique, d'un matériau:

La quantité de chaleur contenue dans le matériau peut être acquise par **absorption** ou par **transmission**, ce qui va correspondre à deux caractéristiques du matériau:

l'effusivité et la diffusivité.

Ce sont des caractéristiques que l'on trouve dans les fiches techniques des matériaux

Inertie thermique par absorption de chaleur

L'effusivité thermique « b » caractérise la capacité d'un matériau à échanger de la chaleur avec son environnement, donc à stocker et déstocker de la chaleur;

Plus l'effusivité est élevée plus la chaleur pénètre rapidement la masse du matériau qui agit comme une « éponge thermique ».

A l'inverse plus elle est faible plus la chaleur reste en surface, surface qui s'échauffe rapidement.

$$b = (\lambda \cdot \rho \cdot C)^{\frac{1}{2}} \text{ (racine carrée) en } \text{Wh}^{\frac{1}{2}}/\text{m}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{K}^{\circ \frac{1}{2}}$$

L'illustration concrète de l'effusivité est la différence de perception de température entre un morceau de bois et un morceau de métal à température ambiante : la main ne perçoit pas de froid en touchant le bois alors que le métal lui paraît froid longtemps.

C'est que le bois (effusivité 400) absorbe peu de chaleur pour élever sa température à celle de la main (effusivité 1400) alors que le métal (effusivité 14000) va « pomper » un grand nombre de calories de la main pour élever sa température.

Inertie thermique par transmission: le déphasage

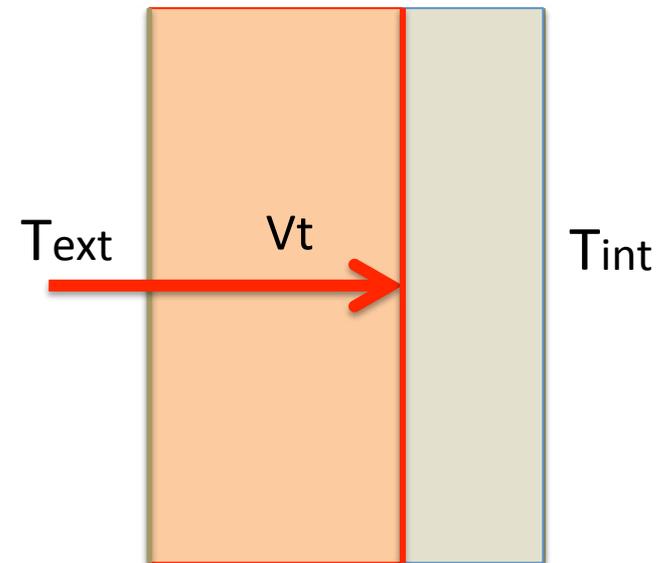
La diffusivité thermique « a » caractérise la capacité d'un matériau à transmettre plus ou moins rapidement une variation de température appliquée sur sa paroi.

Plus elle est faible plus le front de chaleur mettra de temps à traverser la paroi.

$$a = \lambda / \rho \cdot C \text{ en m}^2/\text{h}$$

- > **La vitesse de transfert** « v_t » caractérise la vitesse avec laquelle le front de chaleur pénètre un matériau.

$$v_t = 72,5 \cdot a^{1/2} \text{ en cm/h}$$



Inertie thermique par transmission: le déphasage

La vitesse de transfert « vt »

L'intérêt de cette caractéristique est le déphasage de la pénétration de la chaleur qui en résulte.

En effet selon la nature du matériau le temps mis par la vague de chaleur est de plusieurs heures, plus la vitesse de transfert sera faible plus le déphasage sera grand, si bien qu'en choisissant bien le matériau on peut retarder d'un grand nombre d'heures la pénétration de la chaleur, et donc la décaler au moment où la fraîcheur de la nuit vient compenser cet échauffement.

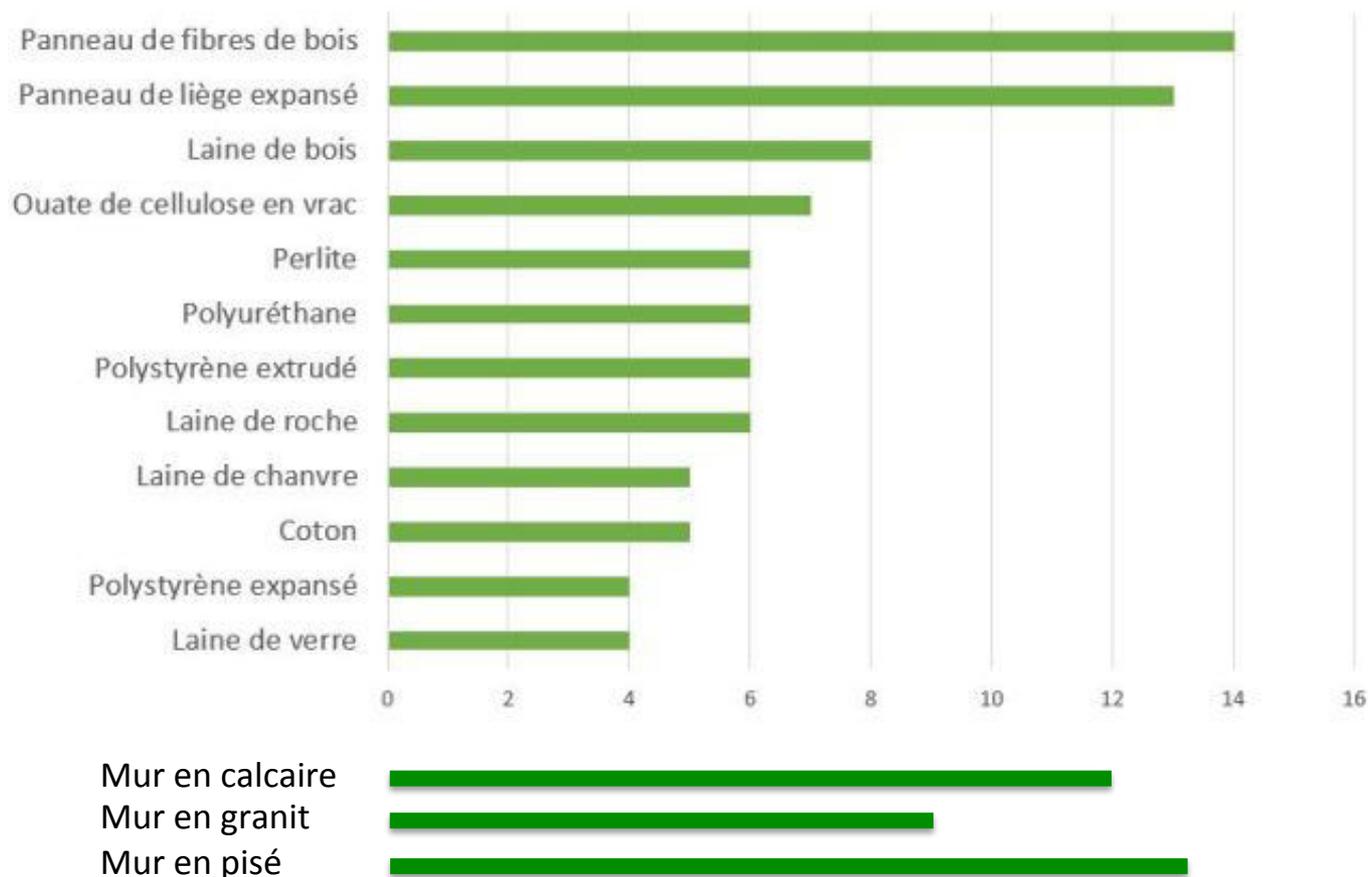
Vitesse de transfert thermique

	a diffusivité m ² /h	Vt vitesse de transfert cm/h
Matériau		
laine de verre	0,0149	8
laine de roche	0,0063	5,8
laine de mouton	0,0061	5,6
polystyrène exp.	0,0041	6
laine de chanvre	0,0040	4,6
polystyrène ext.	0,0025	4
ouate de cellulose	0,0021	3,3
laine de bois 50 kg/m ³	0,0005	3,4
fibre de bois 140 kg/m ³	0,0003	2,4
fibre de bois 260 kg/m ³	0,0002	1,7

Matériau	λ W/mK°	VT cm/h
Granite	3,00	5,6
calcaire dur	2,20	4,7
calcaire tendre	1,05	3,8
grès	1,01	4,0
pisé	1,10	3,7
agglomération béton de 20	1,15	4,8
béton coulé	1,51	4,1
béton cellulaire	0,22	2,8
béton de chanvre	0,13	3,1

Déphasage de la variation thermique en fonction du matériau

Temps de déphasage thermique (en heure)



Pour 25 cm d'épaisseur d'isolant ou 50 cm de mur

Inertie thermique par transmission de chaleur: amortissement thermique

Cet amortissement de l'amplitude de variation est caractérisé par la notion de « profondeur de peau thermique »

La « **profondeur de peau thermique** » « δ » (delta) est, par convention, la profondeur du matériau à laquelle l'amplitude de la variation de température à laquelle est soumise une face est divisée par $e = 2,7$ (constante d'Euler) en arrivant sur l'autre face.

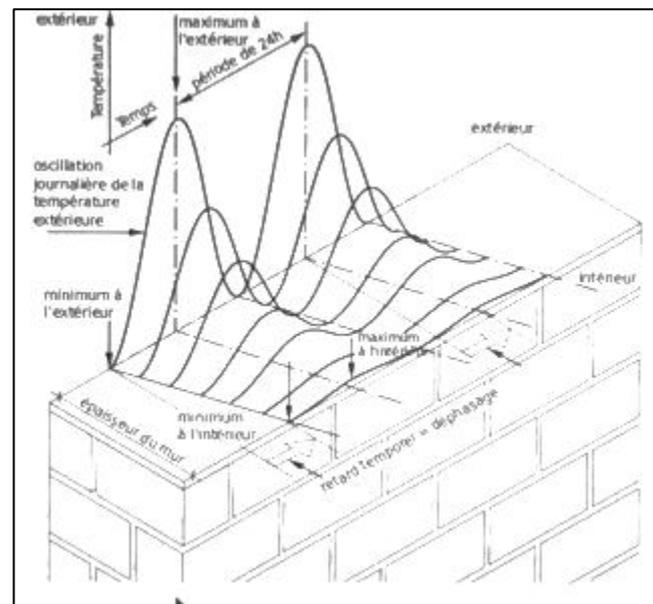
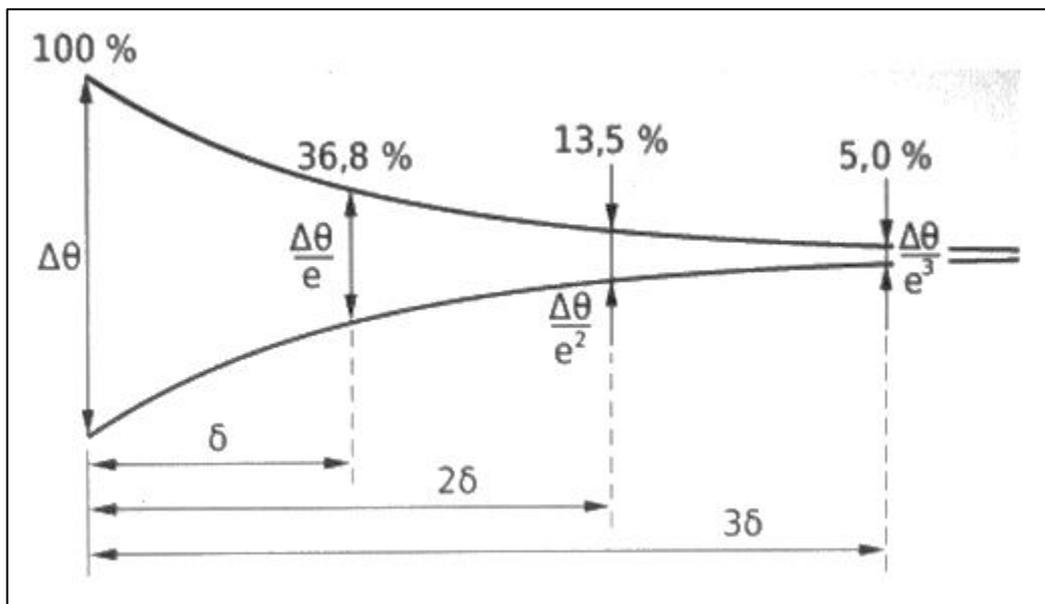
$d = (a.P/p)^{1/2}$ en mètre, P étant la période en heures

La « profondeur de peau thermique » « δ » (delta)

Matériau	profondeur de peau thermique cm
laine de verre	33
laine de roche	22
ouate cellulaire	13
chenevotte	7
polystyrène exp.	14
polystyrène ext.	18
verre cellulaire	11
laine de bois	8
fibres de bois	5
enduit chx chvre proj.	9

Matériau	δ cm
Granit	22
calcaire dur	18
calcaire tendre	15
grès	15
pisé	14
agglomérat béton de 20	18
béton	16
béton cellulaire	11
béton de chanvre	12

Atténuation de la variation thermique en fonction de l'épaisseur



Physique du bâtiment 1. édition, 2014 ISBN:978-3-7281-3445-5

Amplitude thermique résiduelle en fonction de l'épaisseur

Fibre de bois: 5cm : 36,8% 10 cm: 13,5% 15 cm: 5% divisé par 20!!!

Ouate de cel. 12,7cm: 36,8%

Laine de roche 22 cm: 36,8 %

Laine de verre 33 cm: 36,8%

Amortissement thermique

La profondeur de peau thermique « δ » (delta)

L'intérêt de cette caractéristique est l'amortissement des extrêmes de température entre le jour et la nuit, les maxima de température diurne ne traversent jamais la paroi.

Si l'amplitude journalière va de 30° le jour à 20° la nuit, soit 10°, cette amplitude n'est plus que de $10/2,7 = 3,7^\circ$
et la plage de variation au niveau de la profondeur de peau n'est plus que 27°- 23° environ.

Plus la profondeur de peau est faible plus l'amortissement sera grand pour la même épaisseur de paroi.

Matériau	amortissement mur de 50 cm coefficient
Granit	> 8
calcaire dur	> 18
calcaire tendre	> 20
grès	> 20
pisé	> 20
agglomérat béton de 20	> 2,5
béton	> 2,5
béton cellulaire	> 7

Matériau	amortissement coefficient
laine de verre	< 1,5
laine de roche	< 2
ouate cellulosique	> 2,5
chenevotte	> 12
polystyrène exp.	< 2
polystyrène ext.	> 2
verre cellulaire	> 2,5
laine de bois 50 kg/m ³	> 3
fibres de bois 140 kg/m ³	> 7
fibres de bois 260 kg/m ³	> 12
enduit chaux chanvre proj.	> 7

Exemple d'amortissement, catalogue Steico

140 mm de laine de bois souple et épaisseur supplémentaire de « Steico special » rigide

Épaisseur	amortissement	déphasage
140 + 60	5	9,7 heures
140 + 80	7	11,2 heures
140 + 100	10	12,7 heures
140 + 120	14	14,1 heures

En résumé pour se protéger de la chaleur estivale il faut rechercher :

- le déphasage maximal pour retarder la pénétration de la chaleur à une heure où la fraîcheur de la nuit va compenser cette chaleur, donc une vitesse de transfert « V » la plus faible possible, donc une **diffusivité « a » minimale**
- l'amortissement maximal pour affaiblir au maximum la température qui traverse la paroi, donc une « profondeur de peau » « d » minimale, donc une **diffusivité « a » minimale.**
- le maximum d'inertie thermique pour piéger dans la paroi un maximum de chaleur qui ne traversera pas, donc une **effusivité « b » maximale.**

-> Choisir pour l'hiver l'isolant répondant à ces besoins d'été

-> isoler les murs contre la chaleur

Leur matériau constructif confère aux murs traditionnels un fort déphasage et un fort amortissement,
Ils sont moindres pour les murs en matériaux industriels,

mais ces murs n'ont aucune qualité isolante
Pour l'hiver ...

Matériau	λ W/mK	déphasage heures	amortissement mur de 50 cm coefficient
Granit	3,00	8,9	> 8
calcaire dur	2,20	10,6	> 18
calcaire tendre	1,05	13,2	> 20
grès	1,01	12,5	> 20
pisé	1,10	13,5	> 20
agglo béton de 20	1,15	4,2	> 2,5
béton coulé	1,51	4,9	> 2,5
béton cellulaire	0,22	7,1	> 7
béton de chanvre	0,13	6,5	>15

-> isoler les murs contre la chaleur

Les murs traditionnels n'ont besoin d'aucun ajout pour apporter le confort d'été. (déphasage > 10h)

Il suffit de les isoler pour le confort d'hiver.

Les murs en matériaux industriels ne conviennent pas au confort d'été. (déphasage < 5h)

c'est le choix d'un isolant d'hiver approprié, c'est à dire à forte inertie thermique, qui leur apportera le confort d'été:

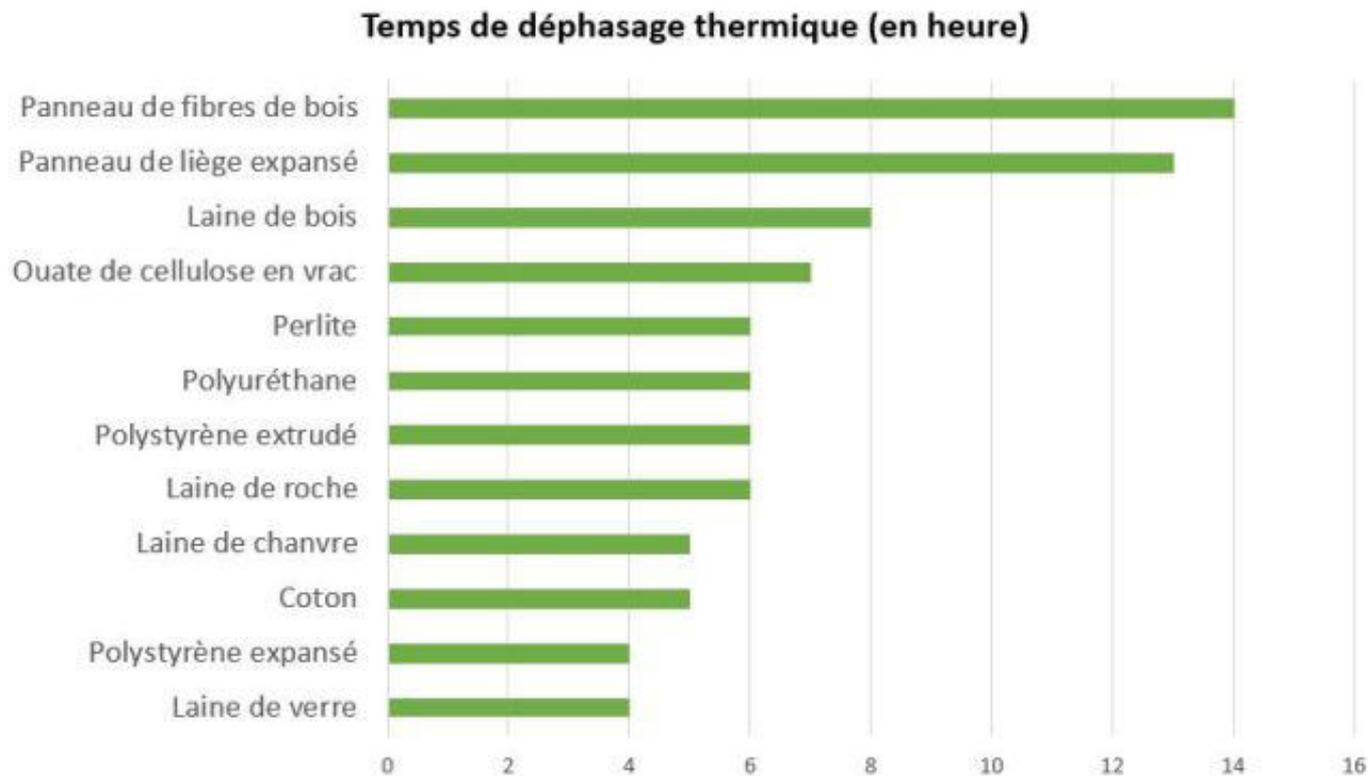
-> isoler la toiture contre la chaleur

Les matériaux des toitures minérales ont une très faible inertie thermique, sauf un peu les lauzes.

Les toitures végétales ont une inertie thermique un peu supérieure.

Les toitures sont la principale cause d'inconfort estival, bien les traiter est la priorité absolue!

Déphasage de la variation thermique en fonction du matériau



Pour 25 cm d'épaisseur d'isolant

Amortissement de la variation thermique en fonction du matériau

Pour les murs en matériaux industriels il faut donc prévoir un isolant apportant déphasage et amortissement -> Fibre de bois ou enduit chaux chanvre projeté à la machine.

Tableau pour 24 cm

Matériau	λ W/mK°	déphasage heures	amortissement coefficient
laine de verre	0,04	2,7	< 1,5
laine de roche	0,04	4,1	< 2
ouate cellulose	0,05	7,3	> 2,5
chenevotte	0,05	11,4	> 12
polystyrène exp.	0,04	4,0	< 2
polystyrène ext.	0,03	6,0	> 2
verre cellulaire	0,05	8,0	> 2,5
laine de bois 50 kg/m3	0,04	7,0	>3
fibre de bois 140 kg/m3	0,04	10,0	> 7
fibre de bois 260 kg/m3	0,05	14,0	>12
enduit chaux chanvre proj.	0,07	10,0	>7

-> protéger les fenêtres par des volets pleins l'été

Ils protègent des excès de température de jour l'été (entrouverts pour laisser échapper l'air surchauffé).

Pas de volets roulants qui enferment une couche d'air très chaud qui ne peut s'échapper, et inesthétiques dans le bâti ancien.



la VMC l'été

Elle remplace 8 à 20 fois l'air intérieur par l'air extérieur surchauffé

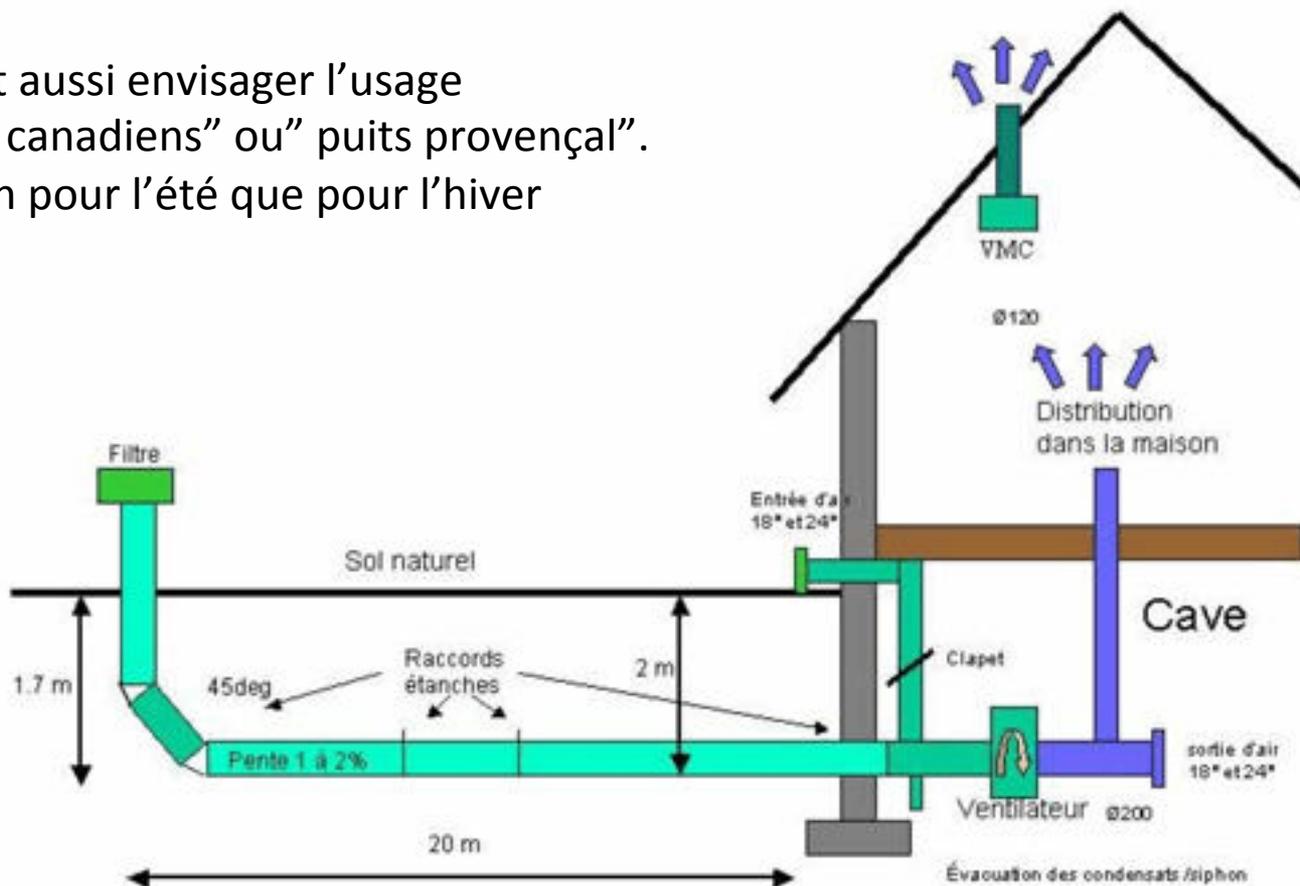
Il faudrait ne la faire fonctionner qu'aux heures fraîches de la nuit entre 1h et 6h et la couper le reste de la journée.

Avec la VMC double flux à chaque cycle l'air intérieur rafraîchi par la nuit croise l'air chaud extérieur et de cycle en cycle l'air intérieur finit par atteindre la température de l'air extérieur.

Il faudrait la couper le jour et la faire fonctionner en flux direct pendant les heures fraîches, mais toutes les VMC double flux ne le permettent pas.

Puits « provençal » ou « canadien »

Il faudrait aussi envisager l'usage de "puits canadiens" ou "puits provençal".
Aussi bien pour l'été que pour l'hiver



Difficile à réaliser en centre village,... sauf à puiser l'air dans les caves....

Merci de votre attention

A votre disposition pour vos questions ou remarques