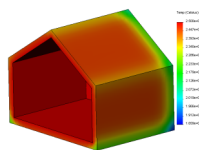


5

Assurer le confort thermique dans une habitation

Déperdition thermique



mardi 2 mars 2021

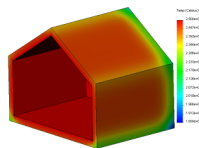
BO ou Référentiel : BO n°31 du 30 juillet 2020

Thématique	Attendus de fin de cycle	N°	Compétences	Socle	Parcours
1 Design, innovation et créativité.	1.1 Imaginer des solutions en réponse aux besoins, matérialiser des idées en intégrant une dimension design.	1.1.1	Identifier un besoin (biens matériels ou services) et énoncer un problème technique ; identifier les conditions, contraintes (normes et règlements) et ressources correspondantes, qualifier et quantifier simplement les performances d'un objet technique existant ou à créer.	4	A
3 La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques.	3.1 Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet.	3.1.7	Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer une conclusion et la communiquer en argumentant.		A
3 La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques.	3.2 Utiliser une modélisation et simuler le comportement d'un objet.	3.2.2	Simuler numériquement la structure et/ou le comportement d'un objet. Interpréter le comportement de l'objet technique et le communiquer en argumentant.	2	A

Dom.	Items	Compétences travaillées
4	Rechercher des solutions techniques à un problème posé, expliciter ses choix et les communiquer en argumentant.	Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques
2	Simuler numériquement la structure et/ou le com-	Mobiliser des outils numériques

PREREQUIS :	• /
DUREE :	• 2 heures environ
SUPPORTS :	
DOCUMENTS :	• /
AUDIO-VISUELS :	• /
AUTRES :	• Solidworks
BIBLIOGRAPHIE :	• /
LIENS :	• /





Déperdition thermique



mardi 2 mars 2021

Type	Intitulé / Description	Ilot/Ind/Classe	Comp.	Durée
<i>Présentation</i>	Présentation de la séance	Classe		5 mn
Activités	1. Analyser des clichés d'inspection thermique Observer des clichés thermiques et indiquer les zones à forte ou à faible déperdition.	Ilot	3.1.7	15 mn
	2. S'informer sur la déperdition thermique Indiquer les pourcentages de déperdition d'une maison mal isolée et proposer des solutions pour combattre la perte d'énergie de la maison 1.	Ilot	1.1.1 3.1.7	15 mn
	3. Simuler un transfert de chaleur A l'aide de solidworks, simuler une déperdition. Faire varier la nature du matériau et les écarts de températures ext. et int. Conclure.	Ilot	3.2.2	1 H
	4. Pour aller plus loin : Mesurer un transfert de chaleur Relever la température extérieure et intérieure (par exemple la salle de permanence). Mesurer les températures de surface extérieures et intérieures. Compléter une feuille de calcul. Conclure sur l'isolant.	Ilot	3.1.7	1H

Préparation Matériel / Ilot

		
Thermomètre intérieur	Thermomètre infrarouge	Thermomètre extérieur
		
Mètre ruban		

BO ou Référentiel : BO n°31 du 30 juillet 2020

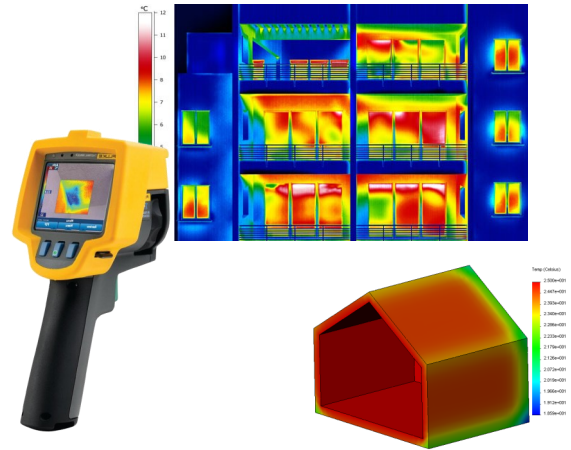
Comment identifier la déperdition thermique d'un bâtiment et y remédier ?

Déperdition thermique

Présentation de l'activité

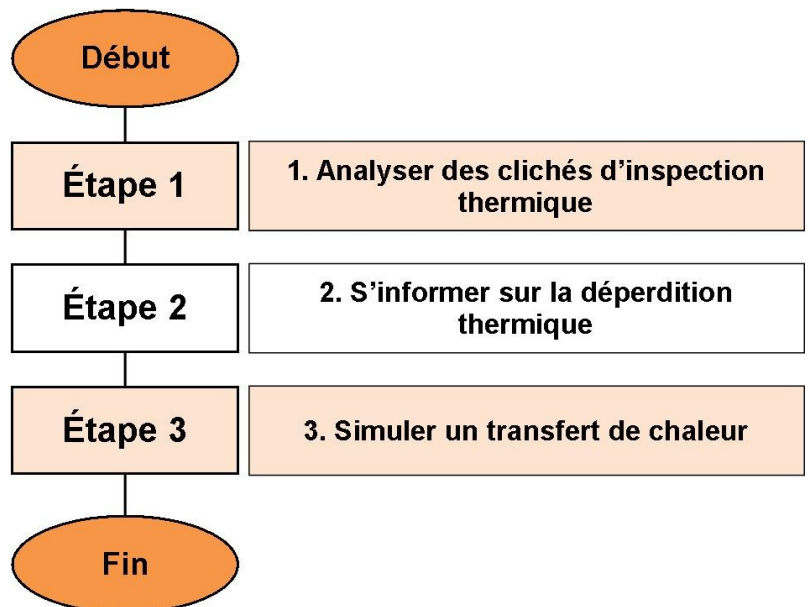
Pour remédier à la perte de chaleur des maisons pendant l'hiver, on peut réaliser un diagnostic à l'aide d'une caméra thermique ou une simulation à l'aide d'un logiciel permettant de visualiser la déperdition thermique.

Découvrons les deux méthodes.



Déroulement de l'activité

L'activité comporte plusieurs étapes à réaliser dans l'ordre chronologique.



1. Analyser des clichés d'inspection thermique

Les caméras thermiques sont souvent utilisées pour visualiser les zones froides et chaudes à l'extérieur d'une habitation. En hiver, les zones chaudes sont celles qui perdent le plus d'énergie.

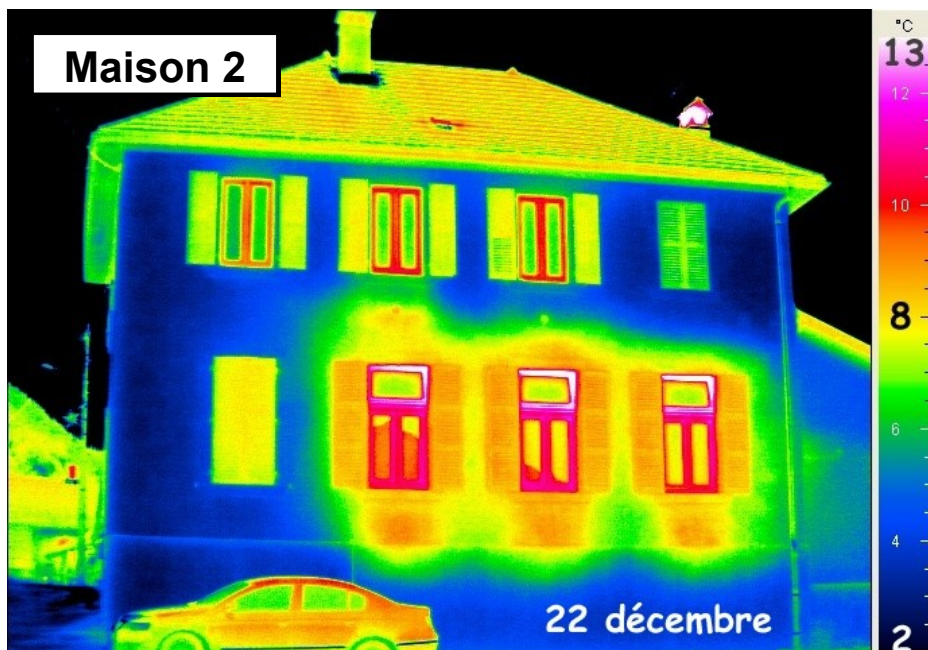
1.1 Observer la photo ci-dessous et indiquer 2 zones à forte déperdition thermique (« à forte perte de chaleur »).

- Zone 1 : **à compléter**
- Zone 2 : **à compléter**



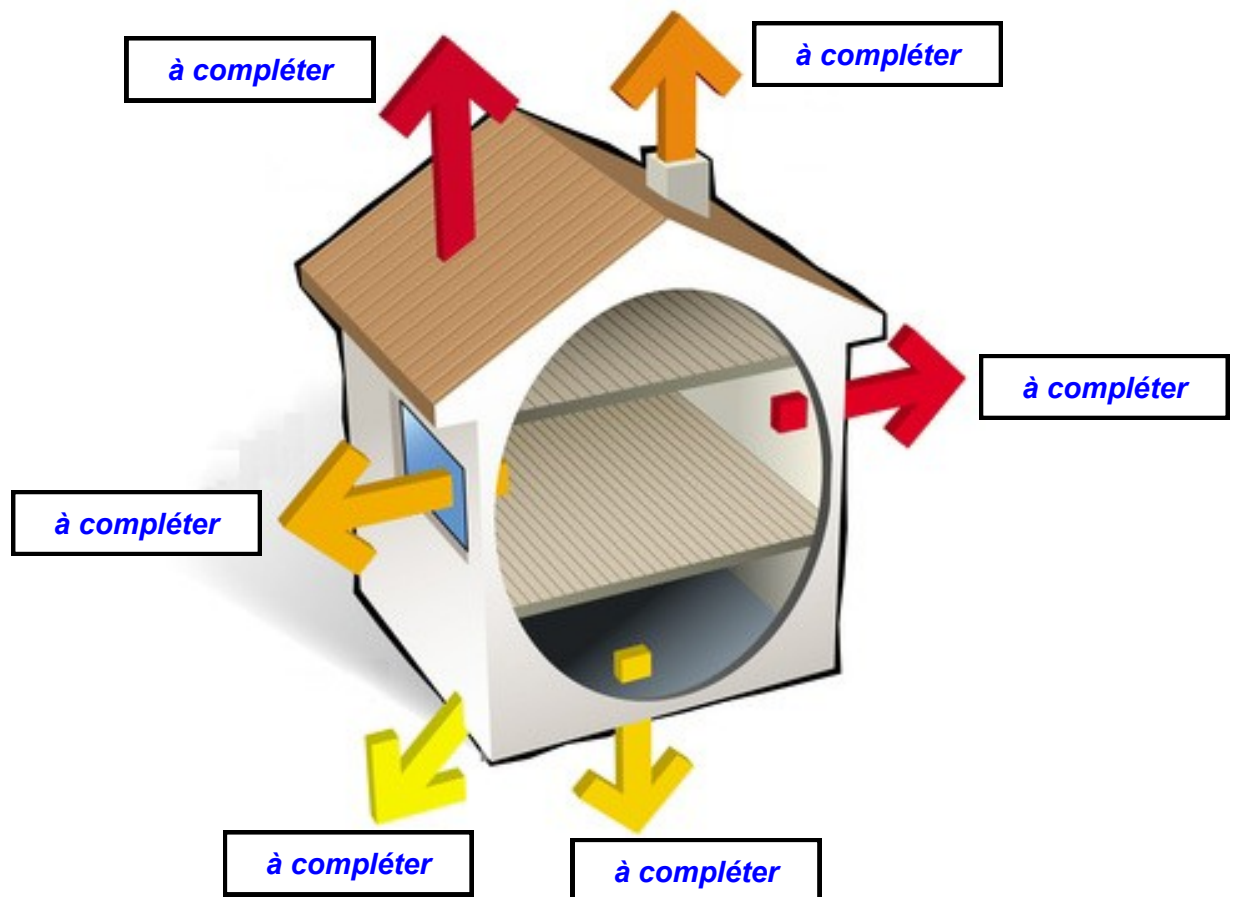
1.2 Observer la photo ci-dessous et indiquer la zone à forte déperdition thermique et celle qui perd le moins de chaleur.

- Zone à forte déperdition : **à compléter**
- Zone à faible déperdition : **à compléter**



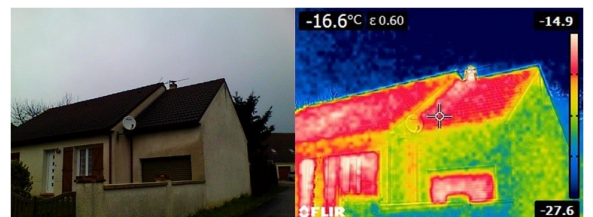
2. S'informer sur la déperdition thermique

2.1 Lire le document **Ressource Déperdition thermique**. Compléter la silhouette du bâtiment en indiquant les pourcentages de perte de chaleur d'une maison mal isolée.



2.2 Selon votre expérience, que faut-il faire pour diminuer la déperdition thermique de la maison 1 ?

- Solution 1 : *à compléter*
- Solution 2 : *à compléter*




3. Simuler un transfert de chaleur

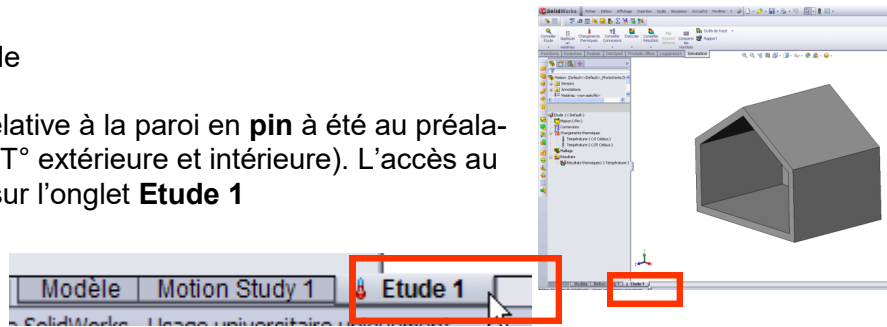
On peut grâce visualiser la déperdition thermique d'une paroi à l'aide d'un logiciel de simulation.

3.1 Copier le dossier **Déperdition thermique - Solidworks** contenu dans **Public/Technologie** dans votre dossier de travail.

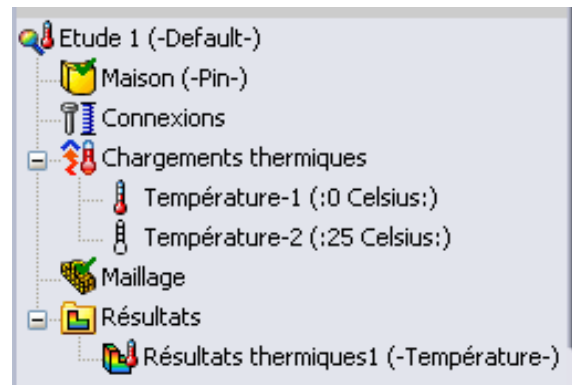
3.2 Démarrer **Solidworks** et ouvrir le fichier **Maison.sldprt**.

3.3 Paramétrer l'étude

La première étude relative à la paroi en **pin** à été au préalable paramétrée (Matériau, T° extérieure et intérieure). L'accès au données s'effectue en  sur l'onglet **Etude 1**



- Les paramètres de l'étude apparaissent alors dans le volet gauche



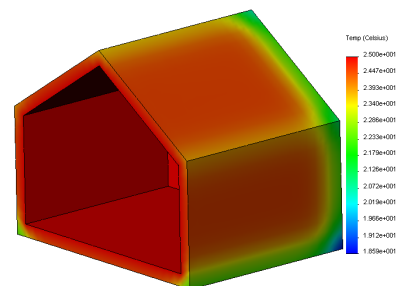
3.4 Exécuter la simulation

-  droit sur **Maillage** puis **Mailler et exécuter**


Remarque : Les calculs peuvent prendre quelques minutes

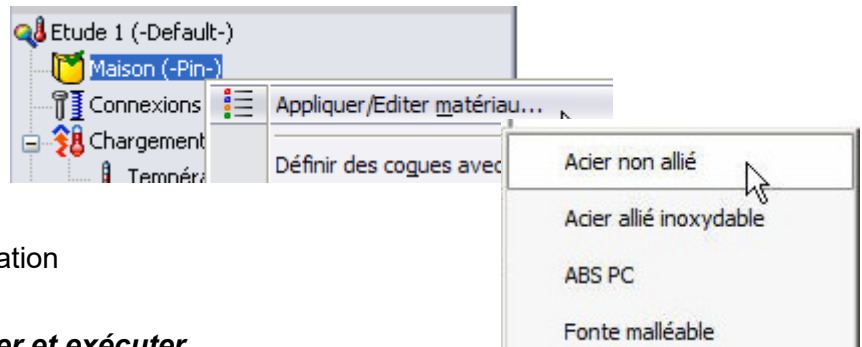


3.5 Démarrer **Photofiltre**, réaliser une copie d'écran de la simulation et sauvegarder l'image (Ne conserver que l'image de la maison et l'échelle) dans votre dossier de travail.



3.6 Les containers (utilisés comme logements étudiants par exemple) sont en acier.

-  droit sur **Maison** et choisir le matériau de type **acier non allié**



3.7 Exécuter une nouvelle simulation

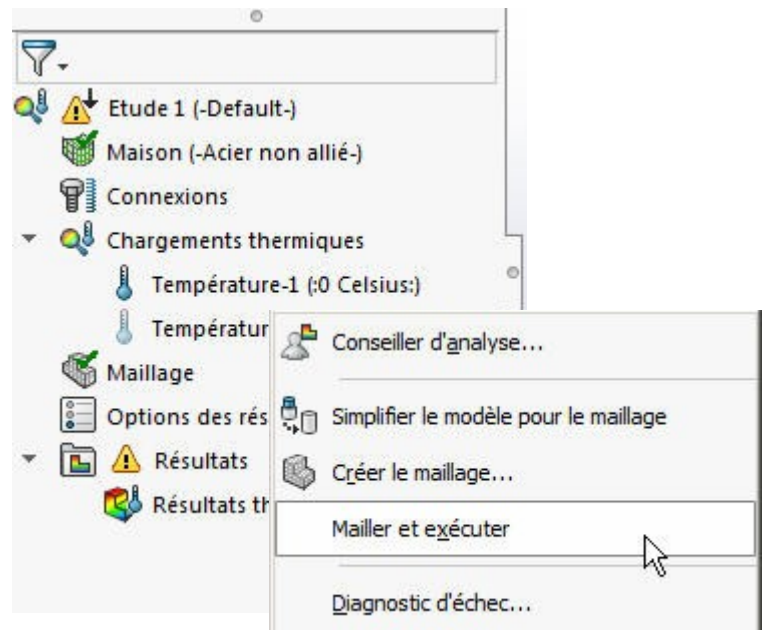
-  droit sur **Maillage** puis **Mailler et exécuter**

Remarque : Les calculs peuvent prendre quelques minutes

3.8 Réaliser une seconde copie d'écran de la simulation **Photofiltre** et sauvegarder l'image (Ne conserver que l'image de la maison et l'échelle) dans votre dossier de travail.

3.9 Observer les deux images. Que constatez-vous ?

3.10 Appeler le professeur et conclure sur le cahier.



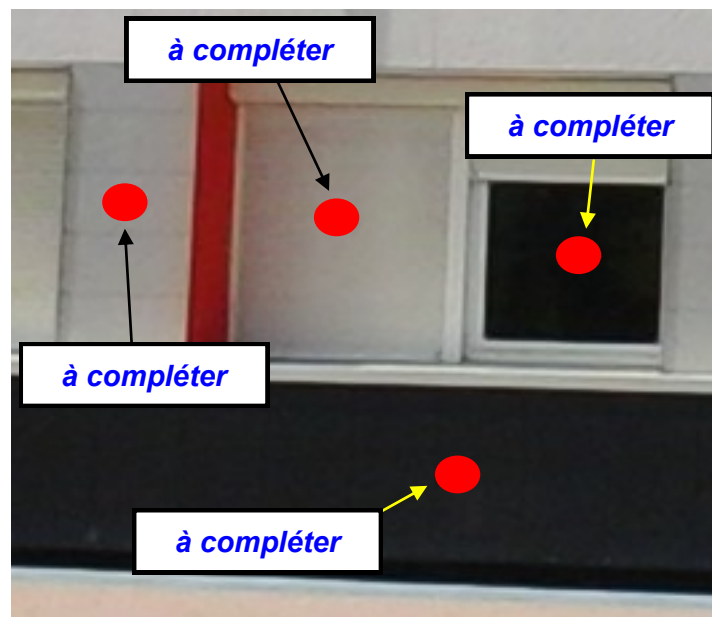
4. Mesurer un transfert de chaleur

On peut estimer la qualité d'un isolant, donc sa résistance à la déperdition thermique, en réalisant une série de mesures.

Dans la salle de permanence ou dans la salle de techno, nous allons mesurer les températures intérieures et extérieures mais aussi la température des surfaces intérieures



4.1 Observer l'image ci-dessous et repérer les éléments dont on souhaite vérifier la résistance thermique. Compléter l'image en indiquant le nom de ces éléments (**Bas de mur, Fenêtre, Fenêtre + volet, Mur interfenêtre**)



4.2 Demander le matériel au professeur

	
Mètre ruban	Thermomètre infrarouge



4.3 Sur une feuille de brouillon, noter la température à l'intérieur de la salle (permanence ou techno).

4.4 A l'aide du mètre ruban, mesurer l'épaisseur (en cm) des éléments dont on souhaite vérifier la résistance thermique. Noter les valeurs sur votre cahier.

4.5 Noter la température extérieure.

4.6 De retour en salle, copier le dossier **Déperdition thermique - Calcul** contenu dans **Public/Technologie** dans votre dossier de travail.

4.7 Ouvrir le fichier **Déperdition thermique** et compléter les cases vertes avec les valeurs relevées.

Déperdition thermique				
	Température extérieure (Mesure classique thermomètre à mercure)	<input type="text"/>		
	Température intérieure (Mesure classique thermomètre à mercure)	<input type="text"/>		
	Température de surface intérieure (Mesure thermomètre infrarouge)	<input type="text"/>		
	Épaisseur de la paroi (Mesure au mètre ruban)	<input type="text"/>		
		Paroi 1	Paroi 2	Paroi 3
		Fenêtre	Fenêtre + volet	Mur interfenêtre
Température en °C		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Épaisseur en cm		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
R		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
λ		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<p><i>R = la résistance thermique du matériau [m².K/W]</i> <i>λ = la conductivité thermique du matériau [W/m.K]</i></p>				

4.8 Reporter les valeurs sur votre cahier.

4.9 Sachant que plus la valeur de λ (« *Lamda en grec* ») est petite, meilleure est la qualité isolante de la paroi, classer de 1 à 4 les parois testées (1 : Bien, 4 moins bien).

4.10 Ramener le matériel au professeur.

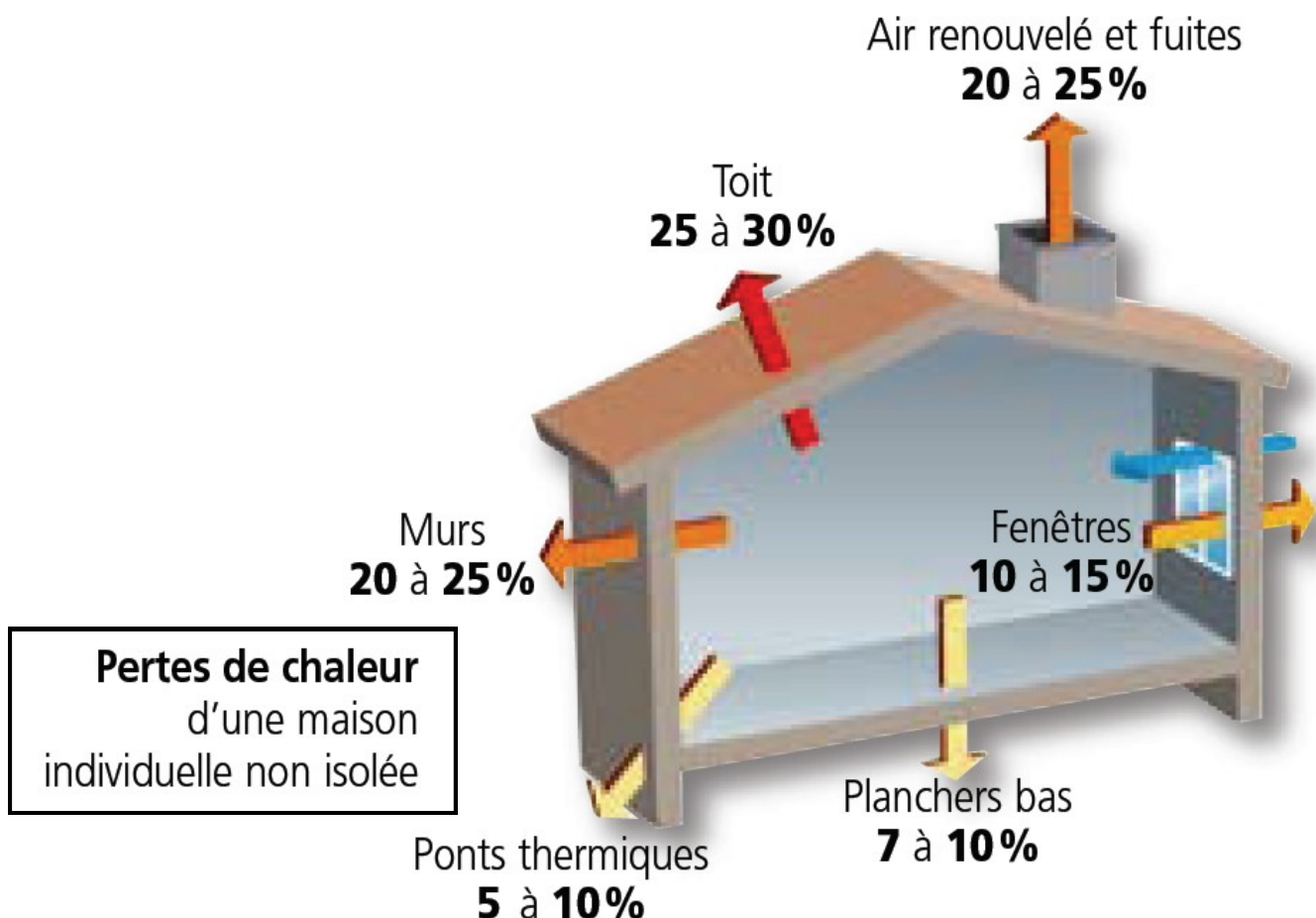
Déperdition thermique

La **déperdition thermique** est la perte de chaleur que subit un bâtiment par ses parois et ses échanges de fluide avec l'extérieur. Elle est d'autant plus importante quand l'isolation thermique est faible.

Les déperditions thermiques se produisent de trois façons :

- les déperditions à travers les parois, dites surfaciques ;
- les déperditions par ponts thermiques ;
- les déperditions par renouvellement d'air.

L'**isolation thermique** permet à la fois de réduire les consommations d'énergie, de chauffage et/ou de climatisation et d'accroître le confort dans l'habitat. Par ailleurs, l'isolation est bénéfique pour l'environnement car, en réduisant ces consommations, elle permet de préserver les ressources énergétiques, limitant ainsi les émissions de gaz à effet de serre.



Déperdition thermique - Éléments de cours 1/2

- La **résistance thermique R** d'une paroi constituée d'un seul matériau se calcule à l'aide de la formule suivante :

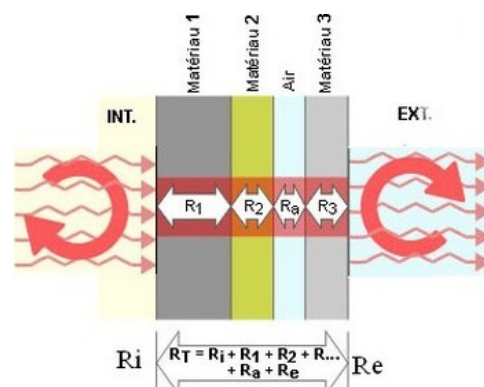
$$R = e/\lambda$$

*e = l'épaisseur de la paroi [m]
 λ = la conductivité thermique du matériau [W/m.K]
 R = la résistance thermique du matériau [m².K/W]*

- **R_t** = La **résistance thermique totale** de la paroi au transfert de chaleur est la somme des résistances thermiques de l'ensemble des couches de matériaux + les résistances thermiques d'échange des surfaces extérieures et intérieures.

$$R_t = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_e$$

*R_t = Résistance totale de la paroi au transfert de chaleur [m².K/W]
 R_i (ou R_{si}) = Résistance thermique d'échange d'une surface intérieure [m².K/W]
 R₁ = Résistance du matériau 1 au transfert de chaleur [m².K/W]
 R₂ = Résistance du matériau 2 au transfert de chaleur [m².K/W]
 R_n = Résistance du matériau.... [m².K/W]
 R_e (ou R_{se}) = résistance thermique d'échange d'une surface extérieure [m².K/W]*



- Le **coefficient de transmission thermique U** est l'inverse de la résistance thermique totale (**R_t**) de la paroi.

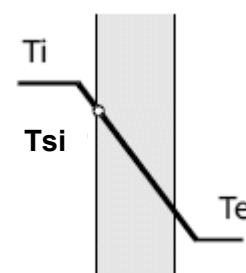
$$U = 1 / R_t \quad [W/m^2.K]$$

Plus la valeur est faible et plus la construction sera isolée.

- **Estimation expérimentale de la valeur de U** : A moins de procéder à un sondage destructif, le matériau constituant un mur est souvent inaccessible, voire inconnu. La valeur du coefficient de transmission thermique du mur peut néanmoins être estimée à condition que :

- * la température à l'extérieur du local soit basse,
- * le local soit chauffé,
- * le mur ne soit ni exposé au soleil, ni soumis à l'action du vent.

Dans ces conditions, la mesure des 3 températures (*T_i*, *T_e* et *T_{si}*) permet d'obtenir une estimation du coefficient **U** par la formule ci-dessous :






$$U = (T_i - T_{si}) / (R_i * (T_i - T_e))$$

*T_i = Température intérieure [K]
 T_{si} = Température de surface intérieure [K]
 T_e = Température extérieure [K]
 R_i (ou R_{si}) = Résistance thermique d'échange d'une surface intérieure [m².K/W]*

Les mesures de *T_i* et *T_e* peuvent être prises à l'aide d'un thermomètre d'ambiance classique, la mesure de *T_{si}* à l'aide d'un thermomètre à infrarouge.

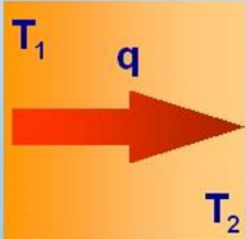
Déperdition thermique - Éléments de cours 2/2

Valeurs de Ri et Re usuelles

Sens de la paroi	Sens du flux	Ri ou Rsi	Re ou Rse	Ri + Re
Verticale		0,13	0,04	0,17
Horizontale		0,10	0,04	0,14
Horizontale		0,17	0,04	0,21

Conductivités thermiques usuelles

	sec	hum.		Conductivité thermique des matériaux λ en W/m.K
Matériaux isolants	0,028		polyuréthane	
	0,040		laine minérale, liège	
	0,058		vermiculite	
	0,065		perlite	
Bois et dérivés	0,17	0,19	feuillus durs	
	0,12	0,13	résineux	
Maçonneries	0,27	0,41	briques 700-1000 kg/m ³	
	0,54	0,75	briques 1000-1600 kg/m ³	
	0,90	1,1	briques 1600-2100 kg/m ³	
Verre	1,0	1,0		
Béton armé	1,7	2,2		
Pierres naturelles	1,40	1,69	tuft, pierre tendre	
	2,91	3,49	granit, marbres	
Métaux	45		acier	
	203		aluminium	
	384		cuirre	



Température en Kelvin (K)

L'échelle de températures Celsius est, par définition, la température absolue décalée en origine de 273,15 K :

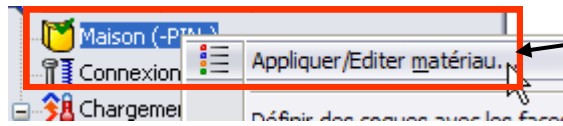
$$T = \theta + 273,15^{\circ}$$

avec

θ la température en °C

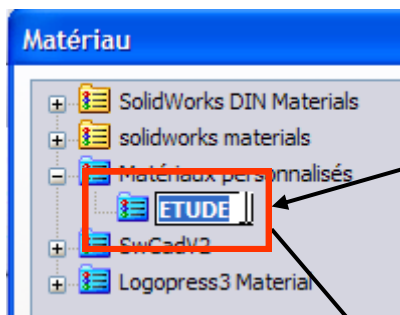
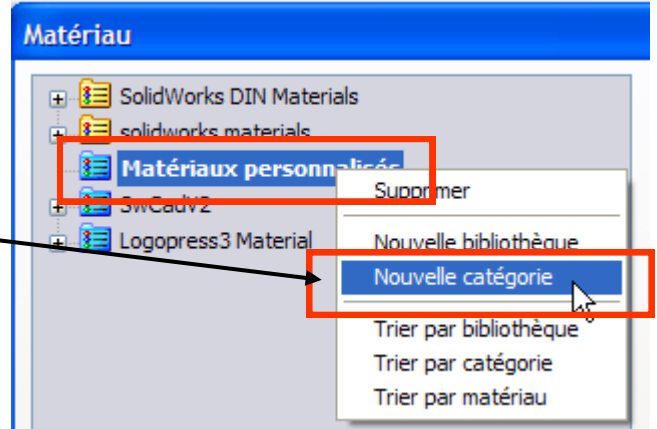
T la température en K.

Création d'une base de matériaux personnalisés

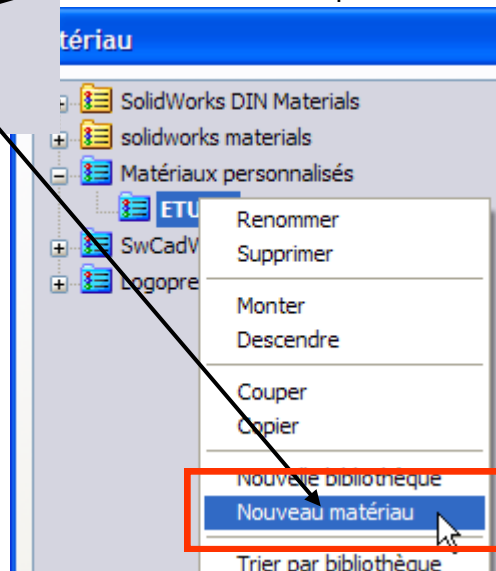


• droit sur **Maison** puis **Appliquer/Editer matériau**

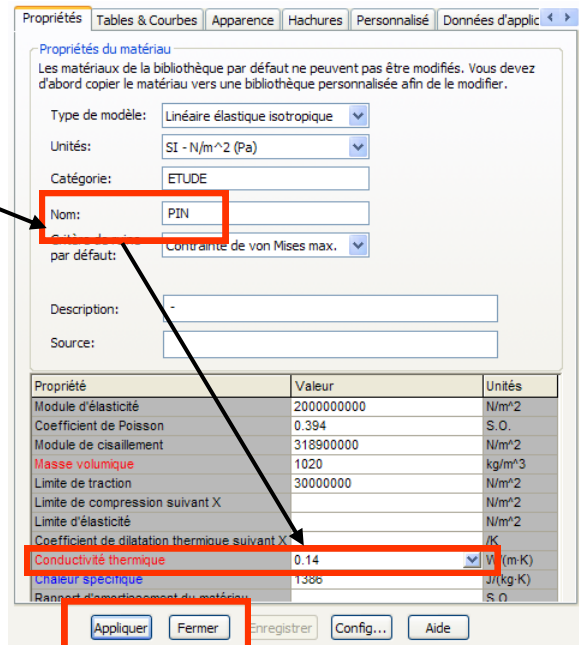
• droit sur **Matériau personnalisé** puis **Nouvelle catégorie**



• Nommer la catégorie, par exemple ETUDE puis droit sur **Nouveau matériau**



• **Nommer** le matériau puis compléter la valeur de **conductivité thermique**. alors sur **Appliquer** puis **Fermer**. Le matériau est désormais utilisable pour l'étude thermique

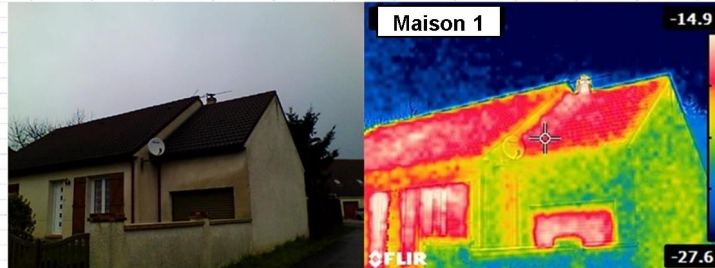


Conductivité thermique W/(m.K)	
Pin	0.14
Polystyrène	0.035
Cuivre	390
Verre	0.75
Monomur	0.13
Paille	0.06

Assurer le confort thermique dans une habitation

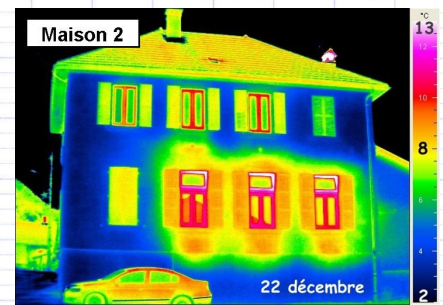
Déperdition thermique

1.1 Analyse cliché - Maison 1



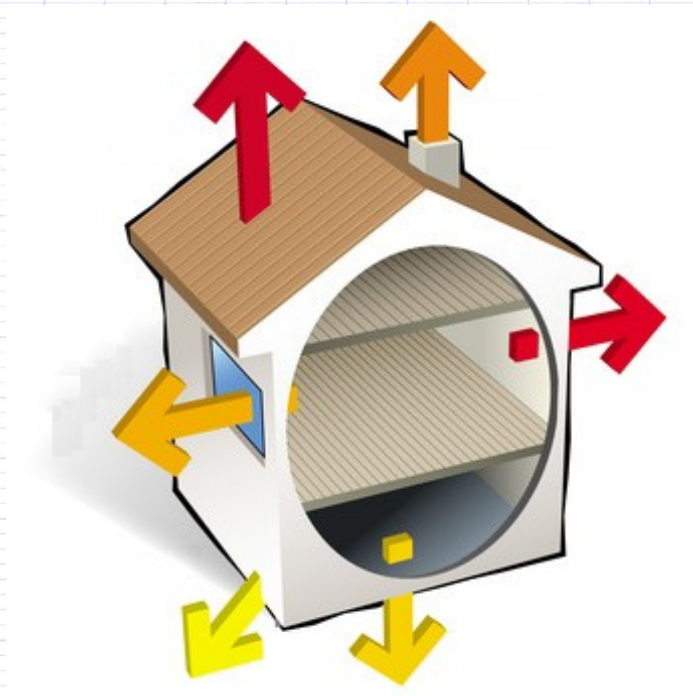
- Zone 1 : à compléter
- Zone 2 : à compléter

1.2 Analyse cliché - Maison 2



- Zone à forte déperdition : à compléter
- Zone à faible déperdition : à compléter

2.1 Pertes d'une maison mal isolée



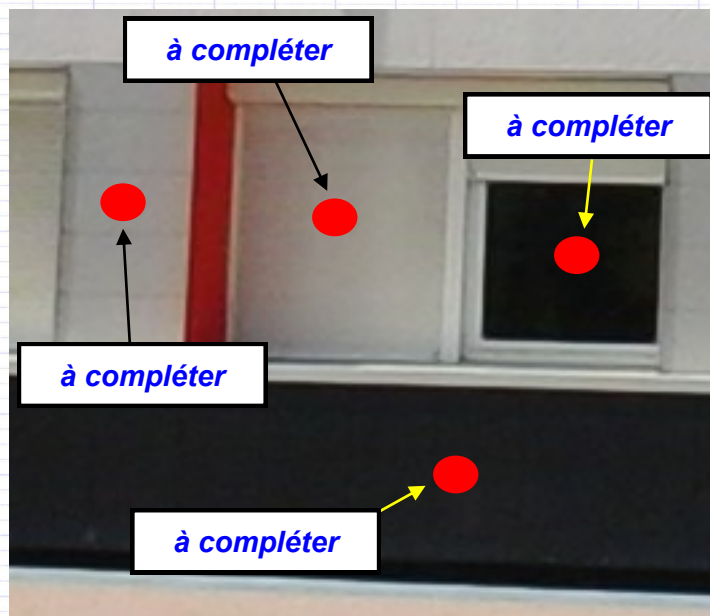
2.2 Solutions pour la Maison 1

- Solution 1 : *à compléter*
- Solution 2 : *à compléter*

3.10 Simulation informatique

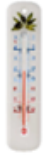
- Conclusion : *à compléter*

4.1 Éléments à tester



4.8 Valeurs mesurées et calculs

Déperdition thermique



Température extérieure (Mesure classique thermomètre à mercure)

Température intérieure (Mesure classique thermomètre à mercure)



Température de surface intérieure (Mesure thermomètre infrarouge)



Épaisseur de la paroi (Mesure au mètre ruban)

	Paroi 1	Paroi 2	Paroi 3	Paroi 4
	Fenêtre	Fenêtre + volet	Mur interfenêtre	Bas de mur
Température en °C				
Épaisseur en cm				
R				
λ				

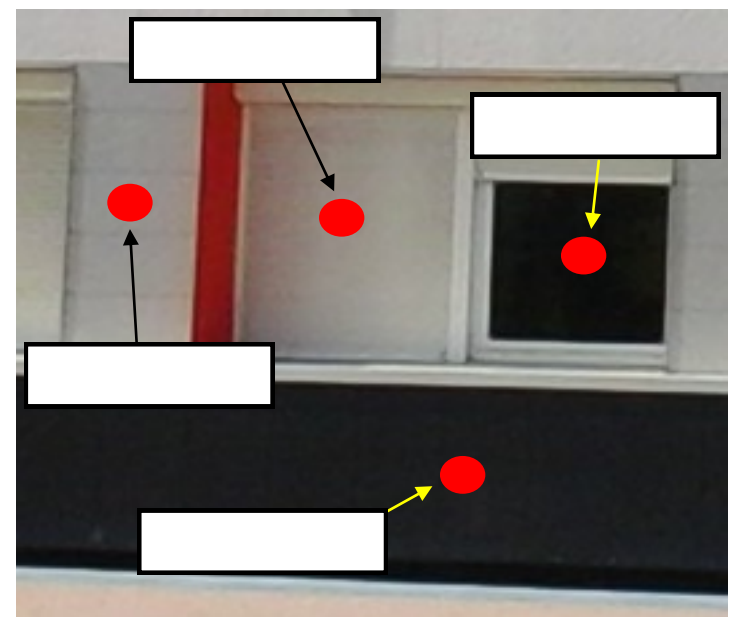
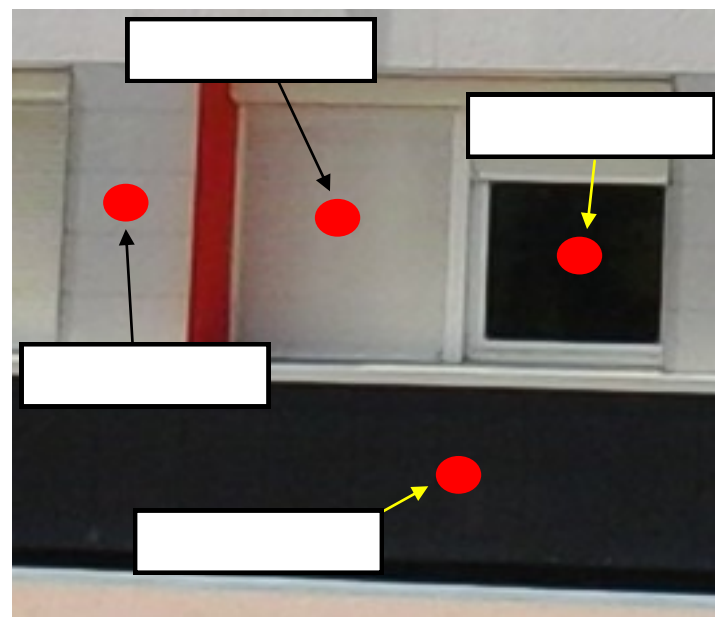
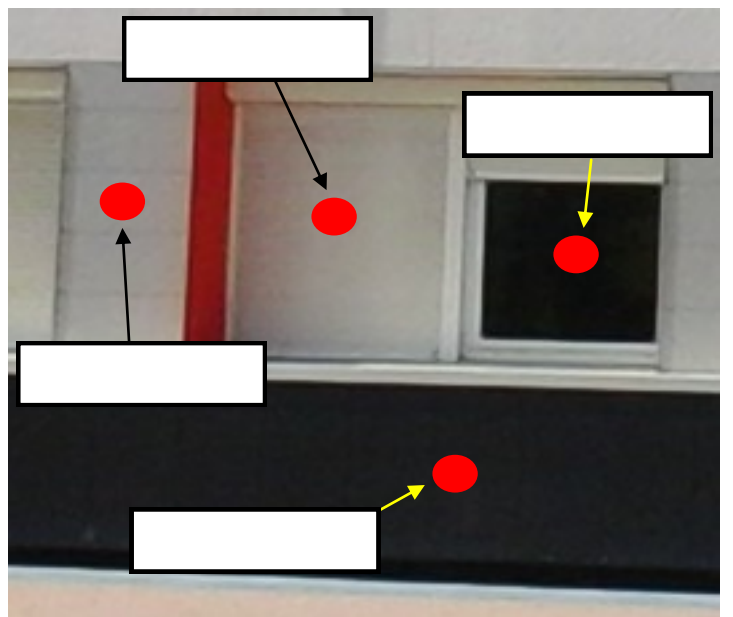
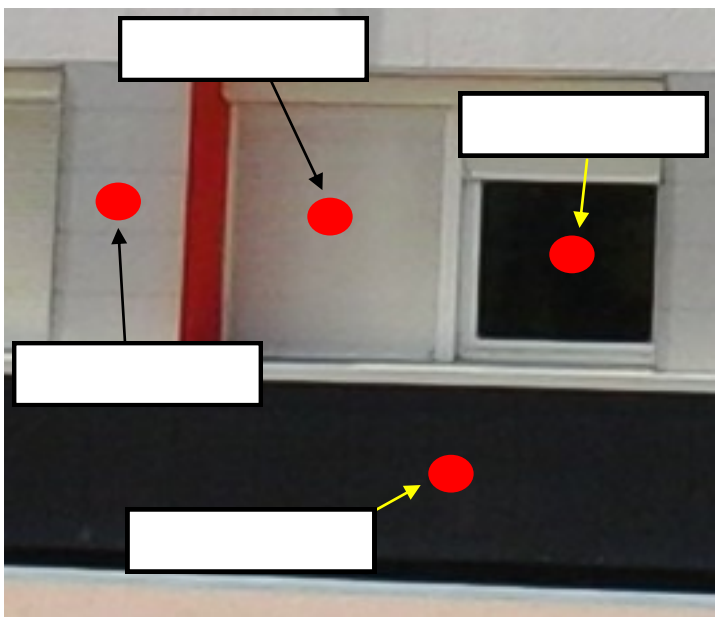
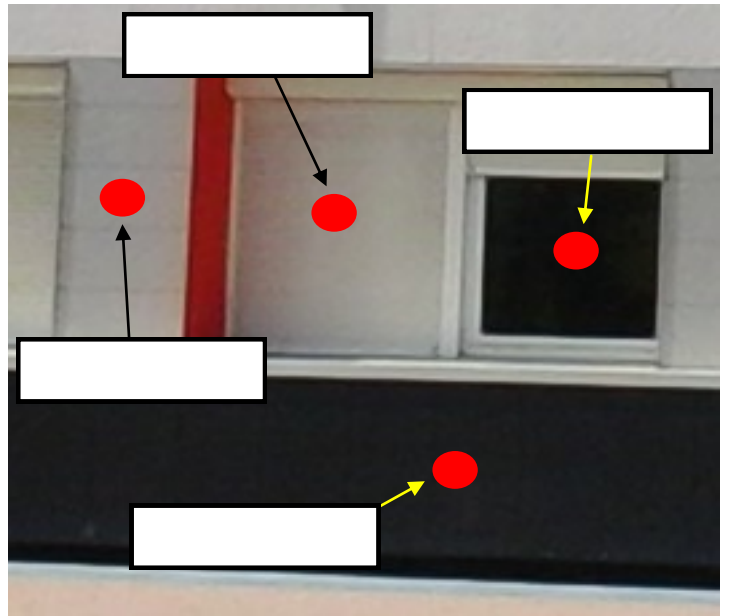
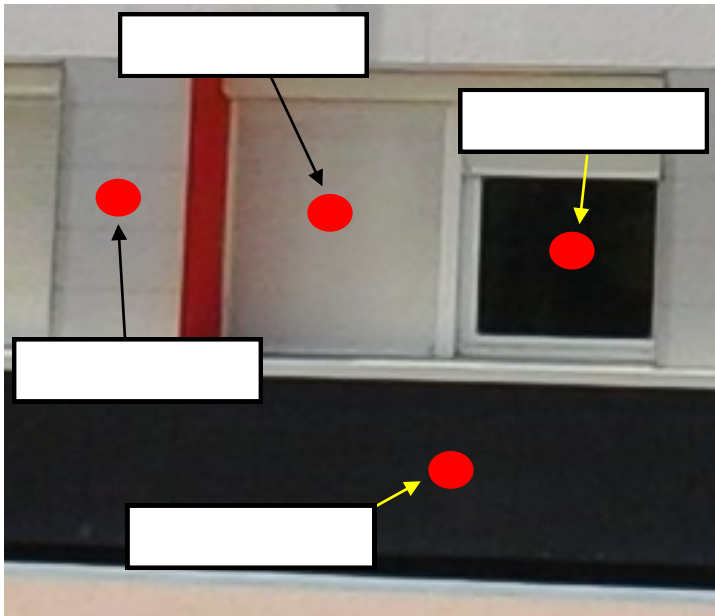
R = la résistance thermique du matériau [$m^2.K/W$]

λ = la conductivité thermique du matériau [$W/m.K$]

4.9 Classement des matériaux.

- 1 : à compléter
- 2 : à compléter
- 3 : à compléter
- 4 : à compléter





Déperdition thermique



Température extérieure (Mesure classique thermomètre à mercure)

Température intérieure (Mesure classique thermomètre à mercure)



Température de surface intérieure (Mesure thermomètre infrarouge)



Épaisseur de la paroi (Mesure au mètre ruban)

	Paroi 1	Paroi 2	Paroi 3	Paroi 4
	Fenêtre	Fenêtre + volet	Mur interfenêtre	Bas de mur
Température en °C				
Épaisseur en cm				
R				
λ				

R = la résistance thermique du matériau [$m^2.K/W$]

λ = la conductivité thermique du matériau [$W/m.K$]

Déperdition thermique



Température extérieure (Mesure classique thermomètre à mercure)

Température intérieure (Mesure classique thermomètre à mercure)



Température de surface intérieure (Mesure thermomètre infrarouge)



Épaisseur de la paroi (Mesure au mètre ruban)

	Paroi 1	Paroi 2	Paroi 3	Paroi 4
	Fenêtre	Fenêtre + volet	Mur interfenêtre	Bas de mur
Température en °C				
Épaisseur en cm				
R				
λ				

R = la résistance thermique du matériau [$m^2.K/W$]

λ = la conductivité thermique du matériau [$W/m.K$]