

# Paramètres ayant une influence sur le transfert de chaleur et/ou le besoin en énergie

**Le thème traité :** quels sont les paramètres ayant une influence sur le transfert de chaleur et/ou le besoin en énergie thermique sur le poste chauffage ?

**Centre d'intérêt visé :** Efficacité énergétique passive

**Objectif pédagogique :** O5-Utiliser un modèle de comportement pour valider une performance  
2.3 Approche comportementale  
2.3.2 Comportement des matériaux  
2.3.5 Comportement énergétique des systèmes

**Connaissances visées :** Paramètres influent le transfert de chaleur et le besoin en énergie

**Niveau :** Terminale STI2D

**Pré-requis :**  
-formes de l'énergie  
-notion de résistance thermique, de coefficient de transmission thermique, de pont thermique, de déperditions thermiques.  
-savoir lire une vue en plan

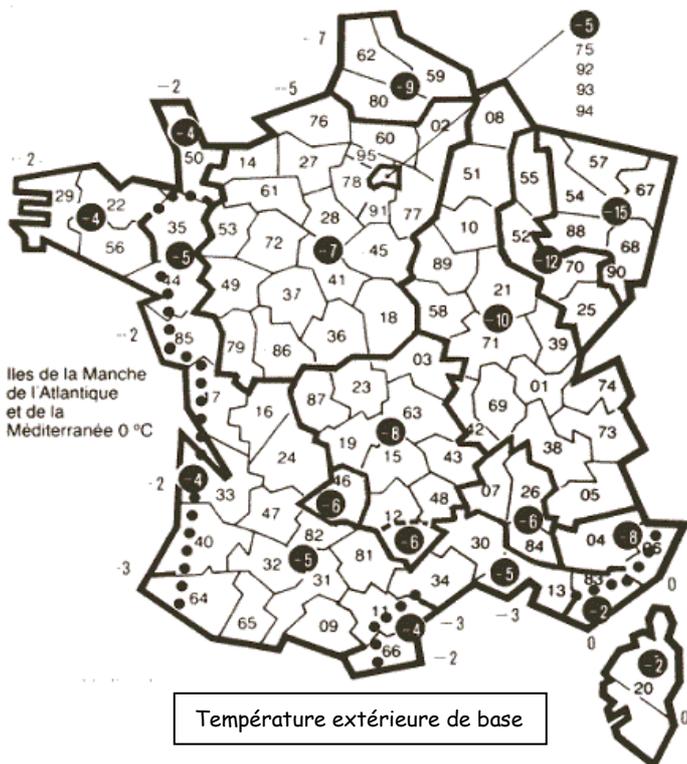
**Démarche retenue :** investigation

**Durée :** 2 heures

## Situation déclenchante :

En première approche, que peut-on dire des besoins énergétiques en chauffage **d'une même habitation** située à Toulouse, ou à Brest, ou à Metz (on considère la température intérieure désirée identique dans les trois cas)?

Justifier la réponse, et classer par ordre croissant les besoins énergétiques en chauffage de l'habitation.



Les besoins énergétiques ne seront pas identiques car la température extérieure de base est différente.

Rappel : Déperditions DT (W) =  $(H_t + H_v) \times (t_i - t_{ext})$

En première approche : Besoins à Brest ( $t_{ext} = -2^\circ\text{C}$ ) < Besoins à Toulouse ( $t_{ext} = -5^\circ\text{C}$ ) < Besoins en Metz ( $t_{ext} = -15^\circ\text{C}$ )

Quel est alors dans ce cas le paramètre qui influe sur les besoins en énergie ?

La température extérieure de base.

*Objectif : Nous allons à présent étudier quelques paramètres ayant une influence sur les besoins énergétiques d'une habitation.*

### **Appropriation du problème :**

L'étude concerne une maison de 105m<sup>2</sup> (maquette Revit) et descriptif « Caractéristiques du pavillon ».

Celle-ci a été construite en 1977 à Metz.

La température intérieure est de 19 °C.

L'énergie utilisée pour le chauffage est le bois (poêle de masse) et l'électricité.

### **➤ Analyse de l'enveloppe du système :**

**A)** Se reporter au document « Tutoriel du logiciel ARCHIWIZARD », et effectuer les étapes 1 à 4.

Ouvrir le fichier « Maison » (maquette Revit).

Puis :

Visualisation des pièces : aller sur Bâtiment – zones – maison individuelle

En s'aidant de la vue en plan, préciser le numéro de repérage :

Du bureau	___ 1,3 ___
De la chambre 1	___ 1,6 ___
De la salle de bain	___ 1,5 ___

**B)** A partir du descriptif sommaire des ouvrages, compléter le tableau :

		Epaisseur	Résistance thermique en m <sup>2</sup> .K/W	Coefficient de transmission thermique en W/m <sup>2</sup> .K
<b>Murs extérieurs</b>	Enduit extérieur	1 cm		
	Béton armé	15 cm		
	Isolation (polystyrène+plaque)	8 + 1 cm		
<b>Cloison</b>	Paroi alvéolaire	5 cm	0,45	
<b>Plafond</b>	Isolation laine de roche	340 cm		
	Ba13	1,3 cm		
<b>Plancher</b>	Dalle en béton	20 cm de béton armé		
	Isolation	10 cm de polystyrène		
<b>Porte d'entrée</b>	En PVC			1,8
<b>Baies vitrées</b>	En PVC	Vitrages isolant 4.16.4		1,6

**C)** Se reporter au document « Tutoriel du logiciel ARCHIWIZARD », et effectuer l'étape 6 pour éventuellement modifier la composition des parois, des fenêtres et de la porte extérieure.

Ne pas oublier que les fenêtres ont été changées en 2003 (vérifier la valeur du coefficient de transmission surfacique des baies vitrées).

## ➤ Etude thermique :

### ❖ Etude de la composition des parois

#### D) Valeurs des coefficients de transmission thermique

Se reporter au document « Tutoriel du logiciel ARCHIWIZARD », et effectuer l'étape 7.

Relever la valeur de la résistance  $R_{\text{paroi}}$  de la paroi seule :

Du mur extérieur	$R_{\text{mur\_ext}} = 2,4 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Du plancher	$R_{\text{plancher}} = 3,21 \text{ m}^2.\text{K/W}$

Relever la valeur de la résistance totale  $R_{\text{totale}}$  :

Du mur extérieur	$R_{\text{totale\_mur\_ext}} = 2,57 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Du plancher	$R_{\text{plancher}} = 3,42 \text{ m}^2.\text{K/W}$

Expliquer la différence entre les deux valeurs de la résistance des composants:

La différence vient de la prise en compte pour la résistance totale  $R_{\text{totale}}$  des résistances superficielles interne  $r_{\text{si}}$  et externe  $r_{\text{se}}$ .

Relever la valeur du coefficient de transmission thermique  $U_{\text{total}}$  :

Du mur extérieur	$U_{\text{total\_mur\_ext}} = 0,375 \text{ W/m}^2.\text{K}$
Du plancher	$U_{\text{plancher}} = 0,208 \text{ W/m}^2.\text{K}$
De la fenêtre du bureau	$U_{\text{w}} = 1,681 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Calculer en  $\text{W}/^\circ\text{C}$  et puis en  $\text{W}$ , la **déperdition thermique par transmission** à travers :  
(relever éventuellement les côtes sur la maquette Revit ou Archiwizard):

-le mur extérieur Sud du bureau	$D_p = 0,375 \times (2,84 \times 2,5) = 2,66 \text{ W}/^\circ\text{C}$ $D_p = 2,66 \times (19 + 15) = 90,44 \text{ W}$
-la fenêtre du bureau	$D_p = 1,681 \times 2,09 \text{ (relevée sur Archiwizard)} = 3,51 \text{ W}/^\circ\text{C}$ $D_p = 3,51 \times (19 + 15) = 119,34 \text{ W}$

Rappel : les surfaces à considérer sont les surfaces **intérieures** des parois.

#### E) Localisation des ponts thermiques :

Se reporter au document « Tutoriel du logiciel ARCHIWIZARD », et effectuer l'étape 8.

- Quelle définition peut-on donner aux ponts thermiques ?

- Où se situent les ponts thermiques les plus importants et pourquoi ?  
S'aider éventuellement de la maquette Revit.

Les ponts thermiques les plus importants se situent :  
-liaison plancher-mur extérieur  
-liaison murs extérieurs, angle rentrant de l'entrée.  
L'isolation n'est pas continue.

- Donner la valeur :

Du pont thermique mur ext/plafond :	$\psi = 0,18 \text{ W/m.K}$
Du pont thermique mur ext / mur ext :	$\psi = 0,02 \text{ ou } 0,70 \text{ W/m.K}$
Du pont thermique mur ext/fenêtre :	$\psi = 0 \text{ W/m}$ car fenêtre au nu intérieur

- Calculer la valeur de la **déperdition thermique en W des ponts thermiques** suivants:

Du pont thermique mur ext/plafond de la chambre 3:	$0,18 \times 3,74 \times (19 + 15) = 22,89W$
Du pont thermique mur ext / plancher salle de bains :	$0,63 \times 2,6 \times (19 + 15) = 55,7W$

## ❖ Etude des paramètres influant sur le besoin en énergie

### F) *Influence de la localisation de la maison sur le bilan thermique :*

La maison se situant à Metz, relever le besoin annuel en chauffage en kWh/an et en kWh/m<sup>2</sup>.an de la maison (bandeau bas d'affichage du logiciel)



Se reporter au document « Utilisation du logiciel ARCHIWIZARD », et effectuer l'étape 9 pour modifier la localisation de l'habitation.

Simuler la localisation de la maison à Brest (département 29) puis à Toulouse (département 31), relever le besoin annuel en chauffage en kWh/an et en kWh/m<sup>2</sup>.an de la maison.

Localisation de l'habitation	Température extérieure de base	Besoins en kWh/an	Besoins en kWh/m <sup>2</sup> .an
Metz	- 15°C	12 688	99
Brest	- 2°C	10 939	86
Toulouse	- 5°C	8 944	70

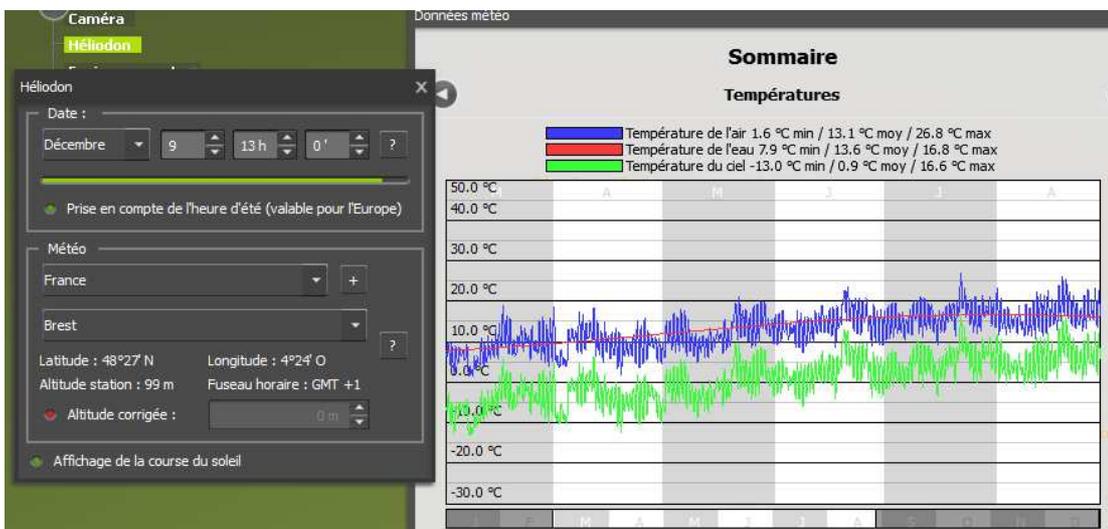
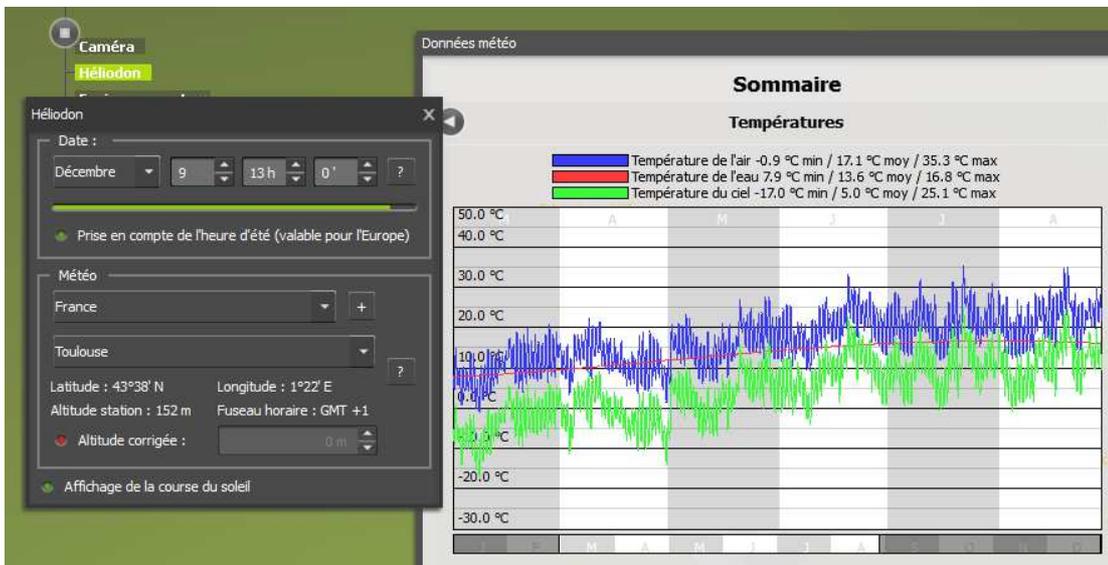
Expliquer alors l'évolution des besoins annuels en chauffage en fonction de la localisation de la maison (revoir également la situation déclenchante page 1).

Se reporter éventuellement au document « Tutoriel du logiciel ARCHIWIZARD », et effectuer l'étape 10.

**Les besoins annuels en chauffage sont fonction de la température extérieure car  $B_{\text{Toulouse}} < B_{\text{Metz}}$  et effectivement  $\text{temp.ext}_{\text{Toulouse}} (-5^\circ\text{C}) > \text{temp.ext}_{\text{Metz}} (-15^\circ\text{C})$**

**Or  $B_{\text{Toulouse}} < B_{\text{Brest}}$  or  $\text{temp.ext toulouse} = -5^\circ\text{C}$  alors que celle de Brest =  $-2^\circ\text{C}$  ; la température extérieure de base représente une référence de températures minimales moyennes en terme de statistiques qui est utile au calcul des déperditions thermiques pour la sélection des systèmes de chauffage (chaudière, PAC, ...)**

**En réalité, cette température varie au cours de la saison de chauffe : voir graphes ci-dessous présentés par le logiciel.**



**Et le calcul des besoins énergétiques en chauffage fait appel à cette variation de température extérieure tout au long de l'année.**



Remarque :

Ici, on met en évidence la différence de notions entre :

**-le besoin énergétique en chauffage annuel** qui tient compte de la variation de la température extérieure tout au long de la saison de chauffe (conventionnellement du 1<sup>er</sup> novembre au 20 mai = 232 jours). Cette valeur correspond à l'énergie utile consommée pour le chauffage.

**-le besoin énergétique en chauffage pour le dimensionnement d'un système de chauffage**, en prenant en compte alors la température extérieure de base.

Quelle est la surface du bâtiment prise en compte pour le calcul des besoins annuels ?

Besoins en kWh/an	Besoins en kWh/m <sup>2</sup> .an
-------------------	-----------------------------------

**Cas Brest :  $10\,939 / 86 = 127,19 \text{ m}^2$  qui correspond à la SHON RT**  
**Voir onglet « résultats » Bâti et chiffres clé**

A quoi correspond cette surface ?

**SHON RT: surface hors œuvre nette**

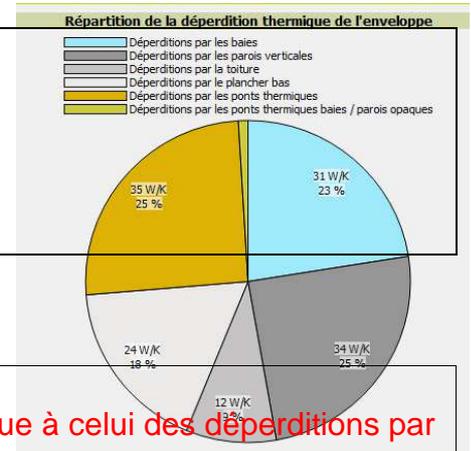
## G) Influence de la composition des parois de la maison sur le bilan thermique :

L'étude se fera maison située à **Metz**.

Dans un premier temps, rechercher la **répartition des déperditions thermiques de l'enveloppe**.  
Cliquez sur Résultats-Bâti-Répartition enveloppe

Répartition des déperditions thermiques de l'enveloppe :

- % des murs extérieurs : **25% (34W/K)**
- % des fenêtres et porte-fenêtres : **25% (31W/K)**
- % de la toiture : **9% (12W/K)**
- % du plancher bas : **18% (24W/K)**
- % des ponts thermiques : **25% (35 W/K)**



Commenter le graphe obtenu.

Les postes déperditifs les plus importants sont :

- les ponts thermiques dans la mesure où le pourcentage est identique à celui des déperditions par les murs ou les fenêtres.

Il serait alors intéressant de travailler sur ces postes.

Se reporter au document « Tutoriel du logiciel ARCHIWIZARD », et effectuer l'étape 6 pour modifier la composition des parois et fenêtres.

Relever pour chaque cas le besoin énergétique en chauffage.

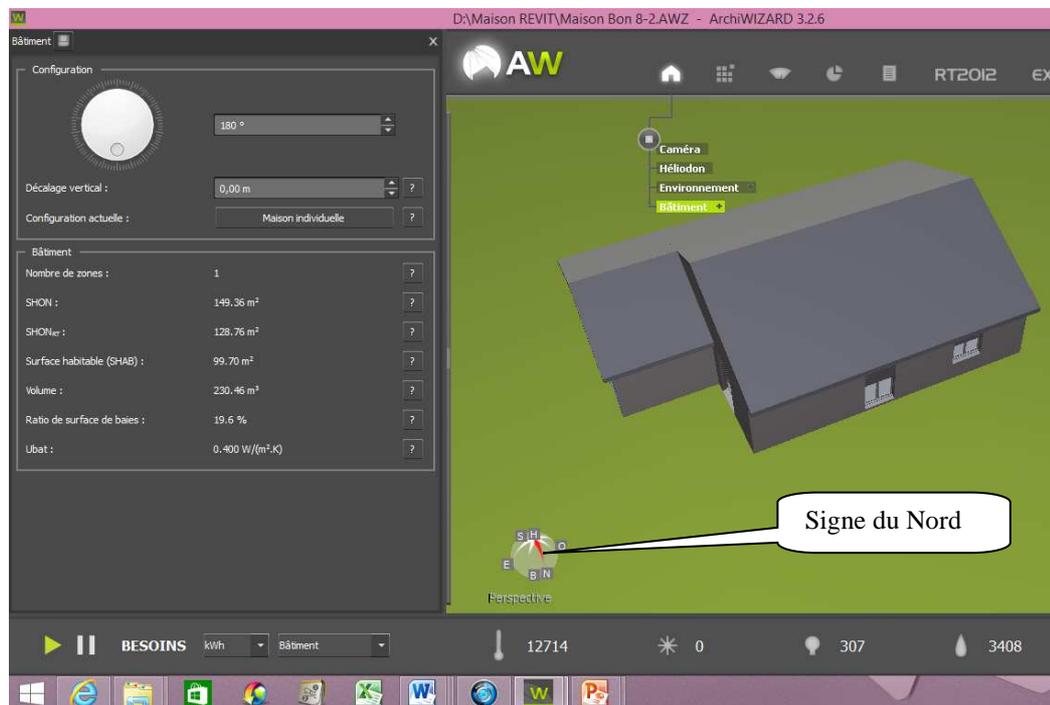
**Note à l'enseignant :** créer les fiches « Brique Monomur » ep : 30 cm et R = 2,60 m<sup>2</sup>.K/W  
« Béton cellulaire » ep : 30 cm et R = 3,50 m<sup>2</sup>.K/W

Modification n°	Parois :			Besoins en chauffage en kWh/an	Analyse des résultats
1	Mur extérieur	Composition d'origine	Enduit ciment : 1 cm Béton armé : 20 cm Polystyrène + BA13 : 8 + 1 cm	12 688	
		Composition 2	Enduit ciment : 1 cm Brique Monomur : 30 cm BA 13 : 1,3 cm	10 660	La brique Monomur est très isolante ! Pour une quasi épaisseur de paroi
		Composition 3	Enduit ciment : 1 cm Béton cellulaire : 30 cm BA 13 : 1,3 cm	10 234	De même bonne caractéristique isolante du béton cellulaire
<b>Revenir à la composition initiale des parois avant toute nouvelle modification</b>					
2	Fenêtre et porte-fenêtre	Composition d'origine	Fenêtre en PVC Vitrage 4/16/4 Standard	12 688	
		Composition 2	Fenêtre en PVC Vitrage 4/16/4 Avec argon	12 050	L'argon ( $\lambda=0,017$ W/m.K) est plus isolant que l'air ( $\lambda=0,025$ W/m.K)
		Composition 3	Fenêtre en aluminium performant Vitrage 4/16/4 standard	12 786	Comme on pouvait il pensait, l'aluminium est moins isolant que le PVC

## H) Influence de l'orientation de la maison sur le bilan thermique :

Vérifier que l'habitation soit bien orientée en fonction du signe du Nord placé comme sur l'image ci-dessous. (Double clic sur bâtiment pour changer l'orientation)

On considère la maison située à Metz.



Modifier l'orientation de l'habitation ; relever le besoin en chauffage et le besoin en éclairage et commenter les valeurs obtenues.

	Angle de décalage (configuration)	Besoins en chauffage en kWh/an	Besoins en éclairage en kWh/an
Entrée au Nord	- 90°	12 653	314
Entrée à l'Est	180°	12 714	307
Entrée au Sud	90°	12 631	301
Entrée à l'Ouest	0°	12 573	301

Commentaires :

## I) Influence de la température intérieure sur le bilan thermique :

La température intérieure était considérée égale à 19°C.

A présent nous allons vérifier l'influence de la température intérieure sur le besoin énergétique en chauffage.

## Modifier la température intérieure : étape 13 du tutoriel

	Besoins en chauffage en kWh/an
Température intérieure de 19°C	<b>12 573</b>
Température intérieure de 20°C	<b>14 001</b>
Température intérieure de 21°C	<b>15 500</b>

Commenter les résultats :

Pour 1 degré d'écart de température intérieure, nous avons une augmentation des besoins de plus de 11%.

Pour 2 degrés d'écart, plus de 23% d'augmentation.



Par conséquent :

La programmation des régulateurs de régulation est importante.

### ➤ SYNTHÈSE :

Lister les principaux paramètres ayant une influence sur la valeur des besoins énergétiques en chauffage :

- La localisation de l'habitation, donc la température extérieure
- La surface SHON<sub>RT</sub> de l'habitation
- La composition des parois
- L'épaisseur de l'isolant et sa composition
- L'orientation de la maison (peu)
- La température intérieure désirée