

FOSSET Jean
GOEDERT Marie
KASPROWICZ Tanguy
PERROT Félix
SIMON Pierre-Yves

Transfert énergétique

*Rapport de diagnostic de la maison :
Estimation de la facture énergétique*

Sommaire

I. Présentation de la maison et de ses caractéristiques	3
1. Présentation générale	3
2. Plan de la maison	3
II. Diagnostic.....	3
1. Calcul du coefficient moyen de déperditions thermiques.....	3
Calcul de U_{bat}	3
Calcul de $U_{bat-ref}$	4
Comparer U_{bat} à $U_{bat-ref}$	4
2. Calcul des déperditions totales et des apports solaires.....	4
Déperditions totales	4
Apports solaires	5
Calcul des gains et des pertes.....	5
3. Calcul des besoins mensuels et annuels en chauffage	6
4. Calcul des coûts mensuels et annuels de chauffage	6
III. Conclusion	6
IV. Annexe.....	7
1. Plan de la maison et annotation	7
2. Données du problème.....	8
3. Calcul de U_{bat}	9
4. Calcul des déperditions et des apports.....	9

Notre rapport porte sur une maison individuelle implantée dans la région des Hauts-de-France dans la commune de Maroilles et appartenant à Sophie, qui vit avec son fils Max de 8 ans. Cette maison est orientée plein Nord pour la façade principale. Le chauffage de cette maison est un chauffage au gaz. Il nous a été demandé d'effectuer un diagnostic complet de leur maison afin d'estimer la facture énergétique actuelle, et pour pouvoir ensuite envisager des améliorations en matière d'isolation de la maison. Ce qui suit constitue donc un rapport détaillé pour l'estimation de la facture énergétique.

I. Présentation de la maison et de ses caractéristiques

1. Présentation générale

La maison de Sophie est située dans une zone continentale dont on peut connaître les températures moyennes tout au long de l'année grâce au tableau ci-dessous.

Zone H1	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Octo	Nov	Déc
Text [°C]	3,5	4,0	7,1	10,5	13,1	16,3	20,6	18,9	16,0	10,6	4,8	3,7
Is [W.m ⁻²]	44,3	76,2	99,5	94,1	99,4	107,4	123,5	127,9	117,6	81,6	40,2	37,9
Isw [W.m ⁻²]	23,4	46,4	72,4	80,2	97,4	116,8	129,0	116,4	82,3	52,5	26,3	19,6
Ise [W.m ⁻²]	18,4	30,9	46,7	60,0	75,7	86,5	86,1	71,2	55,7	35,5	18,6	14,8
Ish [W.m ⁻²]	25,0	42,6	71,0	83,8	101,7	116,8	136,5	119,8	85,5	47,7	21,7	19,8
Ish [W.m ⁻²]	38,9	72,6	114,3	144,7	177,2	209,9	242,9	208,5	144,1	83,7	38,4	30,8

2. Plan de la maison

La maison est une maison de 66m² habitable où il faut rajouter un garage directement accolé, ainsi qu'un petit cellier. Elle est composée d'un séjour de 23m² orienté plein Nord, 2 chambres de 11m² respectivement orienté Nord-Est et Sud-Est, d'une cuisine orientée plein Sud ainsi que d'une salle de bain et d'un WC orienté au Sud. Chaque pièce est composée d'une ou plusieurs ouvertures.¹

II. Diagnostic

1. Calcul du coefficient moyen de déperditions thermiques

Calcul de U_{bat}

Le coefficient moyen de déperdition thermique U_{bat} caractérise la puissance qui traverse 1m² de surface pour une différence de température de 1°C entre l'intérieur et l'extérieur. Afin de déterminer ce coefficient, il faut tout d'abord déterminer le coefficient de déperditions de toutes les parois U_{paroi} . En effet, on a :

$$U_{bat} = \frac{\sum_{n \text{ parois}} (U_{paroi} \cdot A_{paroi}) + \text{ponts thermiques}}{\sum_{n \text{ parois}} A_{paroi}}$$

¹ Voir plan de la maison en annexe

U_{paroi} : coefficient de déperditions d'une paroi
 A_{paroi} : aire de la paroi
 b : coefficient de réduction de température

Et :

$$U_{paroi} = \frac{1}{R_i + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + R_e}$$

R_i : résistance superficielle de la paroi intérieur
 R_e : résistance superficielle de la paroi extérieur
 e_i : épaisseur du matériau i
 λ_i : conductivité thermique du matériau i

On obtient ainsi² : $U_{bat} = 2,38 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Calcul de $U_{bat-ref}$

Le coefficient moyen de référence de déperdition du bâtiment $U_{bat-ref}$ peut être calculé par la formule suivante :

$$U_{bat\ ref} = \frac{\sum_1^7 a_i A_i + \sum_8^{10} a_i L_i}{\sum A_i}$$

a_i : coefficients données en fonction des différentes zones climatiques
 A_i : surface des différentes parois (verticales opaques, planchers, portes, fenêtres, etc ...)
 L_i : linéaire des différentes liaisons périphériques

On obtient ainsi : $U_{bat-ref} = 0,40 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Comparer U_{bat} à $U_{bat-ref}$

Le coefficient $U_{bat-ref}$, le coefficient moyen de référence de déperdition, est le coefficient que devrait avoir la maison si elle était conforme à la RT2012. On peut ainsi situer, classer la maison en termes de performances énergétiques et également d'identifier les postes les plus énergivores (toiture, murs, fenêtres...). On constate dans notre cas que $U_{bat-ref}$ est presque six fois plus faible que U_{bat} , on a donc une maison qui est peu isolé et qui va être fortement énergivore. On va donc déterminer la facture énergétique par la suite.

2. Calcul des déperditions totales et des apports solaires

Déperditions totales

Les déperditions sont composées à la fois des déperditions par renouvellement de l'air H_V et des déperditions par transmission entre le volume chauffé et l'extérieur ou le volume non chauffé H_T .

$$H_V = 0,34 \cdot RA \cdot V$$

² Voir calcul en annexe

RA : taux de renouvellement d'air
 V : Volume du bâtiment chauffé

$$H_T = U_{bat} \cdot \sum_{n \text{ parois}} A_{paroi}$$

U_{bat} : coefficient moyen de déperditions d'une thermique
 A_{paroi} : aire de la paroi

On peut alors obtenir les déperditions totales H comme étant la somme des différentes déperditions³ :

$$H = 344 \text{ W/K}$$

Apports solaires

Les apports solaires représentent l'énergie entrante par l'ensoleillement direct via les vitrages, par transmission surfacique. Les apports solaires dépend à la fois de l'orientation de la surface vitrée et de ce qui se trouve devant la surface vitrée (arbres, autres bâtiments, etc...).

$$A_S = \sum_{n \text{ parois}} A \cdot S \cdot F$$

A : surface de vitrage pour cette orientation
 S : facteur solaire (coefficient de transmission global)
 F : facteur d'ombrage

On obtient alors : $A_S = 11,1$

Calcul des gains et des pertes

Mois	Text [°C]	Qi Pertes thermique [Wh]	Qi Gains internes [Wh]	Qs Gains solaires [Wh]	Qg Gains totaux [Wh]	Gamma Ratio gains/pertes	Facteur utilisation
janv	3,5	4480,0955	194,4232704	179,6494541	374,072725	0,0834966	0,98013407
fév	4	3930,9225	175,6081152	277,0717286	452,679844	0,11515868	0,96842056
mars	7,1	3558,47585	194,4232704	451,1420774	645,565348	0,18141625	0,94053844
avr	10,5	2601,34577	188,151552	522,68544	710,836992	0,2732574	0,89817989
mai	13,1	2022,44311	194,4232704	659,7991987	854,222469	0,42237157	0,82813895
juin	16,3	1164,41192	188,151552	727,17696	915,328512	0,78608652	0,67782005
juil	20,6	102,402183	194,4232704	773,8466611	968,269932	9,45555949	0,10280082
aout	18,9	537,61146	194,4232704	670,3542374	864,777508	1,60855483	0,46074133
sept	16	1238,73608	188,151552	518,1322752	706,283827	0,57016489	0,7625926
oct	10,6	2662,45675	194,4232704	346,132608	540,555878	0,20302898	0,93081933
nov	4,8	4013,50491	188,151552	171,9392256	360,090778	0,08971978	0,97794502
dec	3,7	4428,89441	194,4232704	146,945833	341,369103	0,07707772	0,98232493

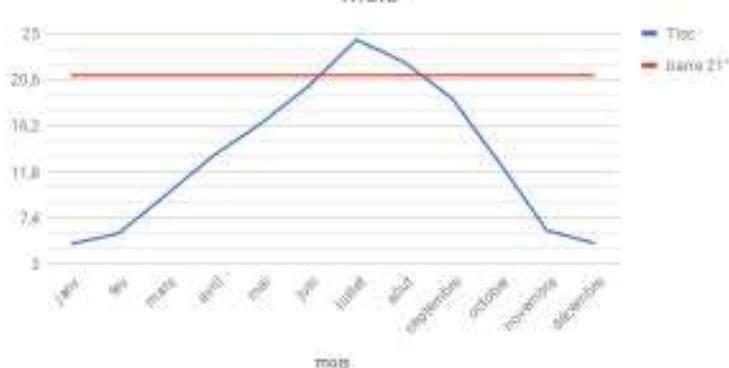
³ Voir calcul en annexe

3. Calcul des besoins mensuels et annuels en chauffage

Afin de déterminer les besoins mensuels et annuels de chauffage, il faut tout d'abord déterminer la température au 15 du mois (T_{isc}) lorsque l'on ne chauffe pas. Ainsi on va pouvoir ensuite en déduire le nombre de jours de chauffage pour avoir toujours 21°C dans la maison. Et enfin on va pouvoir en déduire les besoins énergétiques.

mois	Tise [°C]	Jours de chauffage	Qh Besoins chauffage [kWh]
janvier	4,96119043	31	4113,45408
février	5,95769755	28	3492,53804
mars	9,62168589	31	2951,29683
avril	13,3692027	30	1962,88628
mai	16,4367354	31	1315,02822
juin	19,9946066	6	108,796779
juillet	24,3822238	0	0
août	22,2779651	18	80,8099671
sept	18,8508245	30	700,12926
oct	12,7115014	31	2159,29689
nov	6,25346044	30	3661,35592
dec	5,03344464	31	4093,55903
Année		297	24639,1513

Température au 15 du mois sans chauffage en fonction du mois



4. Calcul des coûts mensuels et annuels de chauffage

Pour déterminer le prix du kWh de gaz, on a estimé la facture sur l'année 2017 de l'ensemble de la maison sur le site d'information du médiateur national de l'énergie⁴. On a obtenu une facture de gaz de 1618€ auquel on a appliqué une dérive annuelle de +3 % ce qui nous fait 1667€. Ainsi connaissant les besoins de chauffage de la maison, on a pu en déduire le prix du gaz au kWh et obtenir les coûts mensuels.

mois	Ch Coûts mensuels [€]
janvier	278,069496
fév	236,095571
mars	199,507665
avr	132,691113
mai	88,8959074
juin	7,35466227
juil	0
août	5,46275377
sept	47,328738
oct	145,96847
nov	247,50766
dec	276,72459
Année	1665,60663

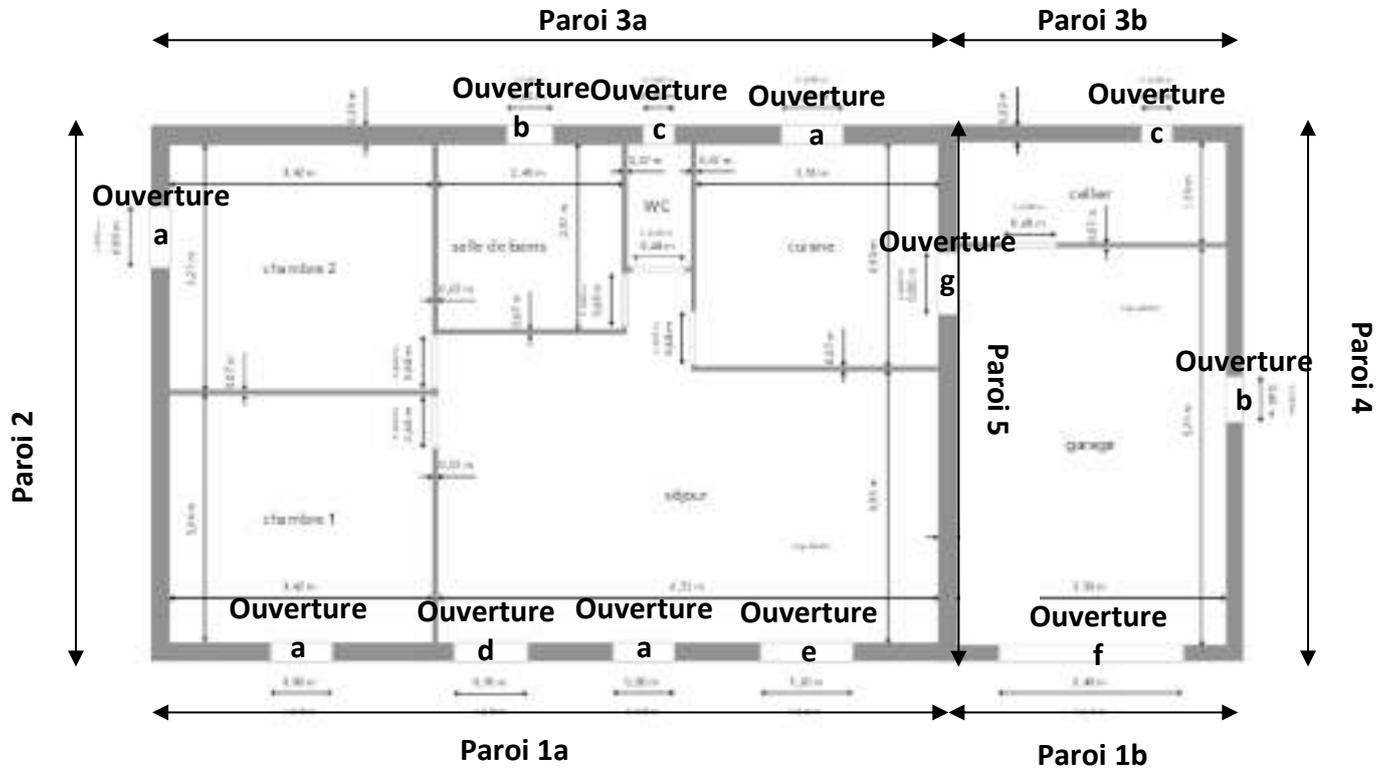
III. Conclusion

Ce diagnostic a pu mettre en évidence la facture importante qu'est le chauffage de cette maison individuelle, les seuls mois épargner de cette charge financière sont juin, juillet et août et peut monter jusqu'à plus de 278€ en plein hiver. Il est évident qu'une rénovation énergétique est souhaitable pour permettre une réduction de cette facture.

⁴ www.energie-info.fr

IV. Annexe

1. Plan de la maison et annotation



2. Données du problème

	Matériaux	Epaisseur [m]	Conductivité thermique [W.m-1.K-1]	Resistance thermique [m².K/W]
Mur zone vie ext	Enduit ciment ext	0,02	1,1	
	Voile béton	0,2	1,75	
	Enduit plâtre int	0,02	0,57	
Mur garage ext	Enduit ext	0,02	1,1	
	Parpaing béton	0,2		0,28
Mur garage/zone vie	Plaques de plâtre côté garage	0,02	0,32	
	Voile béton	0,2	1,75	
	Enduit plâtre int	0,02	0,57	
Plancher sur vide sanitaire	Entrevous béton et dalle de compression	0,2		0,15
	Carrelage	0,02	1	
Plafond sur combles perdus	Plancher contreplaquer	0,02	0,17	
	Lambourdes et briques	0,05		0,11
	Enduit plâtre	0,01	0,57	
Cloisons	Brique	0,07		0,19

	Matériaux	Vitrage	Menuiserie	Conductance thermique [W.M-2.K-1]
Porte d'entrée	Porte bois	Opaque	Bois	4,5
Portes int	Porte bois	Opaque	Bois	3
Porte garage/ext	Porte métal	Opaque	Métal	5,8
Porte garage/zone vie	Porte bois	Opaque	Bois	3,5
Fenêtre et baies vitrée	Fenêtres et portes fenêtre battantes	Simple vitrage	Bois	5,5

Ouverture	Surface [m²]
a	0,76
b	0,36
c	0,24
d	2,016
e	2,52
f	5,04
g	1,6

3. Calcul de Ubat

Paroi	Surface sans vitrage [m ²]	Surface avec vitrage [m ²]	Tcontact = b	U
1a	20,646	26,702	1	2,962477979
2	17,492	18,252	1	2,962477979
3a	25,342	26,702	1	2,962477979
5	15,508	17,108	0,5	2,618668679
Sol	65,3304	65,3304	0,5	3,846153846
Plafond	65,3304	65,3304	0,5	3,562637528
Porte d'entrée	0	2,016	1	2,549575071
Porte garage/zone vie	0	1,6	0,5	2,194357367
Fenêtre et baies vitrées			1	2,842377261

Ubat 2,380109826

Coefficient	Zone H1
a1	0,36
a2	0,2
a3	0,27
a4	0,27
a5	1,5
a6	2,1
a7	1,8
a8	0,4
a9	0,55
a10	0,5

Surface et linéaire	
A1	94,292
A2	88,1504
A3	0
A4	88,1504
A5	7,056
A6	0
A7	6,76
L8	33,08
L9	0
L10	33,08

Ubat_ref 0,402848252

4. Calcul des déperditions et des apports

HV	80,85290304
HT	263,2404533
H (Hv+Ht)	344,0933563

As	11,0528
As sud	1,28
As nord	8,8768
As est	0,608
As ouest	0,288

Mois	Text [°C]	Qi Pertes thermique [Wh]	Qi Gains internes [Wh]	Qs Gains solaires [Wh]	Qg Gains totaux [Wh]	Gamma Ratio gains/pertes	Facteur utilisation
janv	3,5	4480,0955	194,4232704	179,6494541	374,072725	0,0834966	0,98013407
fév	4	3930,9225	175,6081152	277,0717286	452,679844	0,11515868	0,96842056
mars	7,1	3558,47585	194,4232704	451,1420774	645,565348	0,18141625	0,94053844
avr	10,5	2601,34577	188,151552	522,68544	710,836992	0,2732574	0,89817989
mai	13,1	2022,44311	194,4232704	659,7991987	854,222469	0,42237157	0,82813895
juin	16,3	1164,41192	188,151552	727,17696	915,328512	0,78608652	0,67782005
juil	20,6	102,402183	194,4232704	773,8466611	968,269932	9,45555949	0,10280082
aout	18,9	537,61146	194,4232704	670,3542374	864,777508	1,60855483	0,46074133
sept	16	1238,73608	188,151552	518,1322752	706,283827	0,57016489	0,7625926
oct	10,6	2662,45675	194,4232704	346,132608	540,555878	0,20302898	0,93081933
nov	4,8	4013,50491	188,151552	171,9392256	360,090778	0,08971978	0,97794502
dec	3,7	4428,89441	194,4232704	146,945833	341,369103	0,07707772	0,98232493

mois	Tise [°C]	Jours de chauffage	Qh Besoins chauffage [kWh]	Ch Coûts mensuels [kWh]
janvier	4,96119043	31	4113,45408	278,069496
fév	5,95769755	28	3492,53804	236,095571
mars	9,62168589	31	2951,29683	199,507665
avr	13,3692027	30	1962,88628	132,691113
mai	16,4367354	31	1315,02822	88,8959074
juin	19,9946066	6	108,796779	7,35466227
juil	24,3822238	0	0	0
aout	22,2779651	18	80,8099671	5,46275377
sept	18,8508245	30	700,12926	47,328738
oct	12,7115014	31	2159,29689	145,96847
nov	6,25346044	30	3661,35592	247,50766
dec	5,03344464	31	4093,55903	276,72459
Année		297	24639,1513	1665,60663