



## TRANSFERTS ENERGETIQUES :

Performance énergétique d'une maison individuelle et résorption de la précarité énergétique

BACH Victor  
BADOR Louisa  
BEGAUD David  
BERTAUD DU CHAZOT Béatrice  
BOISSEAU Loïc  
LERDA Sébastien  
LOPARD Gabriel

Année : 2012-2013

# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
1.1. QU'EST-CE QUE LA PRECARITE ENERGETIQUE ?.....	3
1.2. LA SITUATION ACTUELLE EN FRANCE .....	3
1.3. RENOVATION ENERGETIQUE.....	3
1.4. ETUDE D'UN CAS PARTICULIER : CALCULS ET RECHERCHE DE SOLUTIONS .....	4
<b>2. PHASE 1 : BILAN ENERGETIQUE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. PHASE 2 : RECHERCHE DE SOLUTIONS.....</b>	<b>6</b>
3.1. PRESENTATION DES RESULTATS .....	6
3.2. TRI DES SOLUTIONS LES PLUS PERFORMANTES.....	8
3.2.1. <i>Régulateur de chauffage</i> .....	8
3.2.2. <i>Reprise de l'étanchéité</i> .....	8
3.2.3. <i>Isolation intérieure et extérieure des murs</i> .....	8
3.2.4. <i>Double vitrage</i> .....	9
3.2.5. <i>Les cas multiples</i> .....	9
<b>4. PHASE 3 : VIABILITE SOCIALE DE SOLUTIONS ADAPTEES A DES CAS D'ETUDES CONCRETS .....</b>	<b>9</b>
4.1. PRESENTATION DE LA PHASE 3 .....	9
4.2. LES SOLUTIONS ECONOMIQUES .....	10
4.2.1. <i>Présentation des aides en vigueur au niveau national</i> .....	10
4.3. APPLICATION A NOS DEUX SCENARIOS.....	12
4.3.1. <i>Scénario 1 : Personne âgée dans une maison en zone rurale</i> .....	12
4.3.2. <i>Scénario 2 : famille monoparentale dans une maison en aire périurbaine</i> .....	12
4.4. LES SOLUTIONS ENVISAGEABLES ET LEUR COUT .....	12
4.4.1. <i>Dans le cas du scénario 1</i> .....	12
4.4.2. <i>Dans le cas du scénario 2</i> .....	13
<b>5. CONCLUSION :.....</b>	<b>14</b>

# 1. Introduction

## 1.1. Qu'est-ce que la précarité énergétique ?

On définit la précarité énergétique comme étant la précarité de personnes n'ayant pas un accès aux sources d'énergie nécessaires à la satisfaction de leurs besoins fondamentaux.

Selon la loi Grenelle II du 12 juillet 2010, « Est en situation de précarité énergétique au titre de la présente loi une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat. »

On considère (ADEME) que la précarité énergétique commence quand le taux d'effort des dépenses consacrées à l'énergie est supérieur à 10 % des revenus du ménage.

La précarité énergétique soulève aussi des enjeux en termes de climat et de pollution atmosphérique, car la surconsommation de chauffage entraîne de fortes émissions de gaz à effets de serre.

## 1.2. La situation actuelle en France

Entre 2010 et 2012, l'énergie représente en moyenne 7,7 % de la consommation des ménages français, et plus de 9 millions de français sont concernés par la précarité énergétique.

Selon un rapport remis au Gouvernement en Janvier 2010, la précarité énergétique toucherait 3,4 millions de ménages. Parmi ceux-ci, 62% sont propriétaires et plus d'un million vivent dans une maison individuelle.

La précarité énergétique touche en majorité les personnes âgées (55%) et les personnes vivant en milieu rural.

Les conséquences peuvent être de diverses natures, tels qu'une augmentation du stress, des risques d'intoxications, de pathologies respiratoires et de mortalité dû au froid.

Les causes de la précarité énergétique sont une combinaison de plusieurs facteurs : Tout d'abord, la faiblesse des revenus du ménage et sa difficulté de s'acquitter des factures d'énergie. Mais aussi d'une mauvaise qualité thermique des logements occupés qui aggrave l'état énergétique de la maison, augmentant les coûts de chauffage et par là même les risques de détérioration de la santé des habitants.

## 1.3. Rénovation énergétique

La situation en France reste médiocre. En effet, 35% des logements existants ont été réalisés durant la période 1948-1974, période durant laquelle la réglementation thermique n'existait pas encore. Ainsi la performance énergétique de ces bâtiments est mauvaise. Le taux de renouvellement du parc français étant faible (1 à 1.5%), des politiques de réhabilitation et de rénovation ont été entreprises pour améliorer les performances énergétiques.

C'est en 1974 qu'a été votée la 1<sup>ère</sup> loi relative à l'isolation thermique. Elle projetait une diminution de 25% de la consommation d'énergie des bâtiments neufs. Par la suite, de nouvelles réglementations thermiques ont été mises en place avec pour objectif une diminution de la consommation énergétique des résidences (RT1982, RT2000, RT2005). C'est

d'ailleurs sur la RT2005 que nous allons nous baser pour effectuer nos calculs.

Plus tard, les lois Grenelle I (2009), Grenelle II (2010) puis la RT2012 ont généralisé les critères de consommation du Bâtiment de basse consommation à tout logement neuf ou nécessitant de grosses rénovations.

De plus, l'ONPE (Observatoire national de la précarité énergétique), une institution mise en place en 2011, a pour mission de publier chaque année un rapport afin de faire un bilan de la situation énergétique en France. Cet observatoire est financé par plusieurs organismes tels qu'EDF, par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME).

## **1.4. Etude d'un cas particulier : calculs et recherche de solutions**

Nous allons, dans ce rapport, évaluer la consommation et le coût en chauffage d'une maison « type » de banlieue pavillonnaire (maison à 1 étage avec garage et combles), construite dans les années 1970. Pour prendre en compte les différences de climat entre les régions, cette étude a été faite d'abord dans l'hypothèse où la maison individuelle se trouve à Aurillac, Cantal (15), puis à La Rochelle, Charente-Maritime(17).

Par la suite, nous expliciterons les solutions de réhabilitation énergétique permettant de diviser par deux la consommation de chauffage dans les deux villes en s'appuyant sur les aspects techniques possibles (double vitrage, isolants...). Enfin, nous examinerons ces solutions, en envisageant des cas concrets dans l'optique de rentabiliser les coûts de réhabilitation selon la situation financière des deux types d'occupants.

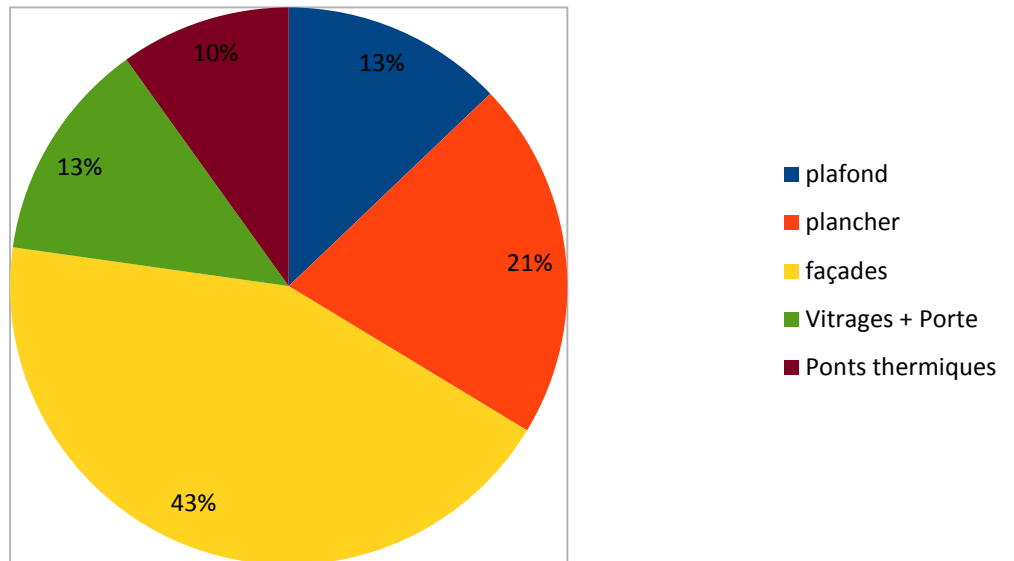
## **2.Phase 1 : Bilan Energétique**

Dans le but d'évaluer la consommation énergétique annuelle de notre maison témoin, nous utiliserons la méthode de calcul de RT 2005.

Tout d'abord, vu l'architecture de la maison, nous avons dû émettre des simplifications dans les calculs : nous avons pris en compte les pertes par le plafond et non par le toit (nous négligerons les combles car comme le garage, il ne s'agit pas d'une pièce habitable) et nous avons simplifié la géométrie de la maison (toits plats, épaisseur des murs négligés dans le calcul du volume...) Nous avons aussi négligé les ombres extérieures (pas d'arbre, ni d'immeuble) ou l'utilisation de rideaux et volets.

Pour commencer, nous avons calculé les déperditions thermiques de chaque paroi afin de déterminer la déperdition thermique du bâtiment. On obtient un  $U_{bat}=2.37 \text{ W /m}^2.K$  et  $U_{batref}=0.42\text{W/m}^2.K$ . Ainsi, le logement étudié est très mal isolée car selon la réglementation car une bonne isolation implique  $U_{bat} > 1.3*U_{batref}$ .

## Répartition des pertes thermiques de la maison type



Nous observons donc que les pertes les plus fortes sont celles en contact direct avec l'extérieur ( $b=1$ ) et que les vitrages

Deuxièmement, nous avons calculé les pertes par renouvellement d'air ( $H_v$ ) et celles par transmissions ( $H_t$ ). On obtient comme pertes totales  $H=963W$ . ( $H=H_v+H_t$ )

Puis nous avons calculé les apports solaires (la maison est exposée au Sud, nous négligeons les ombres) et les apports internes en fonction de la ville où l'on se situe et on obtient comme gains totaux  $Q_g=19720kWh$  pour La Rochelle et  $17820kWh$  pour Aurillac. (Aurillac est en zone climatique H1 alors que La Rochelle est en zone H2).

Ensuite, il nous a fallu calculer les apports nécessaires en chauffage en étudiant le nombre de jours où la température interne est inférieure à une température intérieure seuil ( $20^\circ C$ ), on obtient  $Q_h=60960kWh$  pour La Rochelle, et  $Q_h=71817kWh$  pour Aurillac.

Puis nous avons calculé le coût de chauffage annuel en euros. Pour cela on considère que 1000 L de fioul valent 950€, et que 1L de fioul donne 10 kWh. Dans le cas d'un chauffage électrique, on considère le prix fixé à .13€ le kWh, on obtient les résultats suivants :

Prix annuel (en €)	fioul	Electricité
Aurillac	7063	8315
La Rochelle	5971	7029

Pour le chauffage au fioul, on trouve un prix mensuel entre 667 € et 568 €. Pour une maison construite dans les années 80, avec la même aire habitable et le même type de chauffage, le prix mensuel est compris entre 200 € et 300 €. On peut en conclure la vétusté de notre habitation d'étude, et de l'écart à la réalité dû aux hypothèses simplificatrices.

De plus, on notera quelques inconvénients. En effet le prix du fioul est lié au cours du pétrole, son stockage nécessite de l'espace et peut causer des odeurs désagréables.

## 3.Phase 2 : Recherche de solutions

### 3.1. Présentation des résultats

Suite au bilan réalisé lors de la phase 1. Nous avons étudié plusieurs solutions visant à réduire les déperditions d'énergies et donc réduire le coût de chauffage. L'objectif final de cette partie sera de diviser par 2 la consommation énergétique de la maison.

Nous récapitulons les résultats trouvés dans le tableau ci-dessous :

		La Rochelle		Aurillac	
		électricité	fioul	électricité	fioul
prix de départ		7029	5971	8315	7063
reprise de l'étanchéité à l'air divisé par 2	gain énergétique (kWh)	14827,56452		15226,35269	
	gain financier(en €)	958,469	814,619	1309,718	1112,771
	investissement nécessaire (en€)	900		900	
	temps de retour brut (en jour)	342,734	403,255	250,817	295,208
reprise de l'étanchéité à l'air divisé par 2,5	gain énergétique	16229,93807		16681,80154	
	gain financier	1142,991	971,355	1501,2252	1275,439
	investissement nécessaire	1800		1800	
	temps de retour brut (en jour)	574,807	676,374	437,642	515,116
régulation du chauffage, programmeur d'intermittence (avec main d'oeuvre)	gain énergétique	15552,507		16374,872	
	gain financier	1053,856	895,642	1460,839	1241,135
	investissement nécessaire	210		210	
	temps de retour brut (en jour)	72,732	85,581	52,469	61,757
régulation du chauffage, programmeur d'intermittence (auto rénovation)	gain énergétique	15552,507		16374,872	
	gain financier	1053,856	895,642	1460,839	1241,135
	investissement nécessaire	112		112	
	temps de retour brut (en jour)	72,732	85,581	52,469	61,757
remplacement des baies vitrées par des baies vitrées double vitrage	gain énergétique	16387,850		17057,882	
	gain financier	1163,769	989,004	1550,709	1317,472
	investissement nécessaire	11061		11061	
	temps de retour brut (en jour)	3469,126	4082,150	2603,495	3064,402
Isolation intérieure des murs extérieurs,	gain énergétique	29261,425		31411,420	
	gain financier	2857,661	2427,81579	3439,332	2921,691

isolant en plaques et parement ou contre-cloison (R=3,15)	investissement nécessaire	9460		9460	
	temps de retour brut (en jour)	1208,295	1422,224	1003,944	1181,815
Isolation intérieure des murs extérieurs, isolant en plaques et parement ou contre-cloison (R=4,55)	gain énergétique	32624,490		36704,9797	
	gain financier	3300,169	2803,687	4135,853	3513,324
	investissement nécessaire	11061		11061	
	temps de retour brut (en jour)	1223,350	1439,983	976,1623	1149,129
isolation extérieure des murs extérieurs R=2,85	gain énergétique	28674,452		31081,220	
	gain financier	2780,428	2362,212	3395,885	2884,786
	investissement nécessaire	15264		15264	
	temps de retour brut (en jour)	2003,777	2358,534	1640,620	1931,290
isolation extérieure des murs extérieurs R=5,70	gain énergétique	30058,873		32384,772	
	gain financier	2962,588	2516,942	3567,405	3030,477
	investissement nécessaire	16228		16228	
	temps de retour brut (en jour)	1999,339	2353,339	1660,371	1954,550
isolation plafond	gain énergétique	11193,813		11288,661	
	gain financier	480,343	408,494	791,601	672,676
	investissement nécessaire	2048		2048	
	temps de retour brut (en jour)	1556,218	1829,939	944,313	1111,261
isolation terre-plein	gain énergétique	18221,651		17005,098	
	gain financier	1405,059	1193,958	1543,764	1311,572
	investissement nécessaire	12805		12805	
	temps de retour brut (en jour)	3326,425	3914,561	3027,550	3563,527

### CAS

#### MULTIPLES

isolation intérieure et extérieure des murs extérieurs	gain énergétique	30338,554		34484,800	
	gain financier	2999,388	2548,200	3843,725	3265,186
	investissement nécessaire	24724		24724	
	temps de retour brut (en jour)	3008,699	3541,424	2347,790	2763,780
isolation plafond et façade extérieure	gain énergétique	18221,651		17005,098	
	gain financier	1405,059	1193,958	1543,764	1311,572
	investissement nécessaire	12805		12805	
	temps de retour brut	3326,425	3914,561	3027,550	3563,527

isolation intérieure et extérieure des murs extérieurs et isolation du plafond	gain énergétique	32773,105		38419,815	
	gain financier	3319,724	2820,297	4361,490	3704,982
	investissement nécessaire	27876		27876	
	temps de retour brut (en jour)	3064,935	3607,682	2332,858	2746,231
isolation R=3,15 régulation chauffage+étanchéité 2	gain énergétique	35145,55		41646,13	
	gain financier	3631,889	3085,454	4786,006	4065,571
	investissement nécessaire	12805		12805	
	temps de retour brut (en jour)	1286,885	1514,793	976,5605	1149,610

Tableau récapitulatif des résultats des diverses solutions (en rouge les résultats les plus pertinents détaillés ci-dessus)

## 3.2. Tri des solutions les plus performantes

Nous avons sélectionné les meilleures solutions et les avons classé suivant leur rapport gain énergétique/ investissement financier.

### 3.2.1. Régulateur de chauffage

Il permet de chauffer à différentes températures suivant les horaires de la journée en fonction de la présence et de l'activité des occupants à l'aide d'un boîtier électronique. Par exemple, limiter le chauffage de 8 à 16h30 du lundi au vendredi pendant les heures de travail et le baisser la nuit. Il permet donc de rendre responsable l'utilisateur face à sa consommation énergétique de manière très simple tout en gérant au mieux son confort.

D'un point de vu, énergétique, on remarque ainsi que la régulation du chauffage par un programmeur d'intermittence est la moins coûteuse par rapport au gain financier qu'elle entraîne. Son temps de retour est de 73 jours avec un gain énergétique de 15552 kWh à La Rochelle dans le cas d'un chauffage électrique. Cette solution, qui permet de limiter le gaspillage énergétique en chauffant intelligemment, paraît donc indispensable.

### 3.2.2. Reprise de l'étanchéité

La reprise de l'étanchéité consiste à supprimer les circulations d'air entre intérieur et extérieur en isolant la maison par des joints hermétiques.

Une reprise de l'étanchéité de l'air divisée par 2, paraît être, après la régulation du chauffage, la deuxième solution intéressante car très peu coûteuse même avec main d'œuvre. Son temps de rentabilisation est de seulement un an pour un gain énergétique de 14827 kWh.

### 3.2.3. Isolation intérieure et extérieure des murs

Les isolations intérieures et extérieures reposent sur un même principe. Celui-ci consiste à accoler aux murs des matériaux au pouvoir isolant performant soit par l'intérieur, soit par l'extérieur. Si l'isolation intérieure est plus performante d'après les chiffres, elle a l'inconvénient de diminuer la surface habitable. Mais dans certains cas, l'isolation extérieure pose aussi problème lorsque le mur est construit en limite de propriété.



Passons aux chiffres, l'isolation intérieure des murs, pour une résistance thermique importante, est la solution la plus efficace en termes de gain énergétique avec 32 640 kWh. Malgré un investissement nécessaire important de 10 982 €, le temps de retour reste faible au vu du gain énergétique fort. Il est en effet de 3 ans.

L'isolation du plafond suit le même principe et est rentable en moins de 4 ans et demi.

### **3.2.4. Double vitrage**

Le double vitrage permet de renforcer les vitres avec une double paroi avec une lame d'air permettant une meilleure résistance thermique. Il permet de lutter contre l'effet de « paroi froide » et diminuer la condensation.

Même si l'investissement nécessaire au remplacement des vitres par du double vitrage est important, il permet un gain énergétique conséquent de 16387 kWh/an soit une économie de 1164 €/an. Le temps de retour est très long (9.5 ans) mais le double vitrage a un autre intérêt. Il permet l'isolation phonique. En effet, les gênes sonores sont très présentes, notamment en ville, et on peut lutter contre cela avec ses doubles vitrages.

### **3.2.5. Les cas multiples**

Enfin de diviser par 2 la consommation énergétique de la maison, il semble nécessaire de combiner les méthodes précédentes. Pour répondre à la problématique, nous avons sélectionné la dernière solution de notre tableau, à savoir l'association des trois premières méthodes présentées comme les plus efficaces d'un point de vu rapport qualité/prix : l'isolation intérieure (R=3.15), la régulation du chauffage et la reprise de l'étanchéité. Cette solution permet de passer d'une consommation annuelle de 7029 € (cas La Rochelle, chauffage électrique) à 3529 € soit une réduction de la facture énergétique de 49 %.

## **4.Phase 3 : Viabilité sociale de solutions adaptées à des cas d'études concrets**

### **4.1. Présentation de la phase 3**

Après avoir étudié des possibilités de résorption de la précarité énergétique de notre maison individuelle, il était naturel de se pencher sur l'aspect économique qui est celui qui intéresse principalement le consommateur. En effet, mettre en place les bouquets énergétiques proposés en phase 2 peut avoir un coût élevé et être un frein en situation réelle, à la réhabilitation d'un bâtiment.

La phase 3 a ainsi pour but d'étudier en détail les intérêts économiques des différents bouquets de solutions. Pour cela, deux scénarios qui reflètent des situations classiques, sont proposés :

Le scénario A propose d'étudier une maison située en milieu rural à Aurillac dans le Cantal et occupée par une personne âgée. Il faudra donc tenir compte d'un revenu de 964 €/mois, nous aurons aussi accès à une épargne mobilisable qu'on fixe à 4500 €. Cette retraite, de 200 €

seulement supérieure au minimum vieillesse représente un revenu modeste eu égard aux dimensions de la maison et à son coût d'entretien. Engager une rénovation dans ces conditions peut donc paraître ardu de par l'investissement nécessaire et à cause de l'âge de la personne. Il faudra particulièrement veiller à ce que la rentabilisation soit suffisamment rapide pour que la personne puisse en tirer bénéfices.

Le scénario B propose lui de prendre le cas d'une famille monoparentale dont la maison est en zone péri-urbaine à la Rochelle, en Charente-Maritime. On prend dans ce cas un salaire de 1606€/an et une épargne mobilisable de 3500 €. Non imposable, ou tout juste imposable à hauteur de 200€ (selon la situation familiale de l'adulte) cette famille peut être assimilée comme appartenant à la classe moyenne. La conscience écologique plus présente chez les jeunes personnes, des facilités à traiter avec les banques de prêt pour la rénovation, la menace tout de même de la précarité énergétique due à une énorme consommation de chauffage argumentent pour une volonté des occupants d'améliorer les performances du bâtiment.

Dans ces deux cas, l'objectif est de minimiser les consommations de chauffage en réutilisant les résultats de la phase 2, tout en prenant en compte les capacités financières et les opportunités qui s'offrent aux occupants.

Nous étudierons pour ce faire les solutions de financement et les aides mobilisables dans une première partie. Puis, dans une partie plus technique, nous verrons les solutions techniques envisageables. Enfin, nous pourrions proposer en complément des modifications de comportement des usagers qui permettent une réduction significative de la consommation énergétique.

## **4.2. Les solutions économiques**

La rénovation thermique du parc immobilier est aujourd'hui fortement encouragée par les autorités françaises. Pour réduire la consommation d'énergie nationale et lutter contre le fléau de la précarité énergétique l'Etat et les collectivités territoriales ont en effet déployé un arsenal de mesures incitatives. L'Etat apparait très volontariste : l'objectif de 500 000 l'an de rénovations à l'horizon 2017, promesse de campagne, a été réaffirmé fin mars 2013 par le Président Hollande.

Aussi dans sa programmation d'une réhabilitation énergétique, un foyer, même défavorisé peut-compter sur le concours de l'Etat.

Nous allons présenter à quelles aides nos deux cas d'études peuvent prétendre.

### **4.2.1. Présentation des aides en vigueur au niveau national**

#### **Les Prêts :**

*Eco prêt à taux zéro (Eco PTZ) :*

Il concerne les propriétaires, les occupants, ou les bailleurs de logements construits avant le 1<sup>er</sup> janvier 1990. . Son montant maximal est de 30 000 €. Le remboursement du prêt s'échelonne sur 10 ans (bien que l'on puisse négocier auprès de sa banque pour réduire la durée à 3 ans, ou pour l'étendre jusqu'à 15 ans)

### *Eco prêt à taux zéro renforcé :*

Il existe un prêt spécial destiné aux personnes n'ayant pas été propriétaire d'une résidence principale dans les deux dernières années précédant la demande. Le montant de ce prêt peut excéder la limite de 30 000 € fixé par l'Eco PTZ classique. Le montant, de la même manière que l'Eco PTZ classique, dépend de la région géographique et du nombre d'habitant de la maison. Dans les très grandes agglomérations, il peut aller en moyenne de 36000 à 115000 € suivant le nombre d'habitant, alors qu'en province il va seulement 18500 à 59200 €.

### *Crédit d'impôt développement durable*

Le crédit d'impôt développement durable permet de déduire de l'impôt sur le revenu une partie des dépenses réalisées lors de travaux d'amélioration de la performance énergétique de votre habitat.

Ce crédit d'impôt est récupéré en septembre de l'année suivant les travaux. Le montant des dépenses ouvrant droit au crédit d'impôt est plafonné à 8 000 € pour une personne seule (célibataire, veuve, divorcée) et à 16 000 € pour un couple ayant une imposition commune (marié, pacsé).

### **Les lois :**

Le CE2, certificat d'économie d'énergie, est un dispositif mis en place par l'Etat dans la dernière décennie à l'imitation des modèles italiens et britanniques.

Suivant le principe du pollueur payeur, il oblige les fournisseurs d'énergie et de carburant d'une part à réaliser eux-mêmes des économies d'énergie et d'autre part à inciter leurs clients à mener des travaux. En effet ce système oblige les entreprises de l'énergie à un effort chiffré, direct ou indirect, sur la consommation d'énergie nationale. Si une entreprise n'atteint pas son objectif elle doit dédommager l'Etat d'un montant de 0.02€/kWh non économisé. Cependant, un marché des certificats sur lequel s'échange le droit à polluer fait que les entreprises s'en sortent sans payer la totalité de leur dû.

### **Autres solutions :**

Un dispositif permet la baisse de la TVA à 7% au lieu de 19.6% pour tous propriétaires, occupants, ou bailleurs qui souhaitent faire une rénovation énergétique.

Les caisses de retraite peuvent aider leurs allocataires les plus défavorisés à rénover leur résidence principale. Le montant de l'aide dépend de la caisse à laquelle le retraité est affilié.

Il est à noter que dans sa déclaration télévisée de mars 2013 évoquait une aide de 1350 € qui serait en vigueur d'avril 2013 jusqu'à 2015 pour tout particulier engageant des travaux de rénovation thermique. Il ajoutait sans plus de précision que la charge des travaux ne pourrait pas excéder les 25% du coût total pour les ménages les plus modestes

Par honnêteté, nous ne nous servons pas de ces déclarations pour la suite, du fait qu'elles ne sont pas effectives aujourd'hui.

A cette liste des aides à l'échelon national, il faut ajouter les aides régionales, départementales et même parfois locales.

## **4.3. Application à nos deux scénarios**

NB : les études de la partie précédente portaient sur des systèmes de chauffage au fioul et à l'électricité. Dans ce cas ci, le chauffage est au gaz, système bien moins onéreux que les deux premiers. Nous nous servons ici des prix règlementés du gaz, GDF, au 1<sup>er</sup> avril 2013.

### **4.3.1. Scénario 1 : Personne âgée dans une maison en zone rurale**

La personne âgée seule, peut bénéficier de l'éco prêt à taux zéro, qu'elle pourra rembourser grâce à son épargne mobilisable. En utilisant 250 €/mois, elle peut rembourser un prêt de 30 000 € en 10 ans sans toucher à son épargne. Elle peut aussi toucher le crédit d'impôt développement durable de 8000 € puisqu'elle vit seule.

Les banques n'accordent des prêts que si le client effectue un remboursement mensuel inférieur à 30% de son salaire. La personne âgée peut donc rembourser au maximum 288 € par mois. Mais en dépit d'économies à court et moyen terme, il est très difficile se laisser convaincre de vivre avec moins de 800 €/mois. Il est illusoire de penser qu'une personne isolée entreprenne de lourds investissements, on doit plutôt envisager un petit crédit ne servirait que d'appoint à une dépense modérée.

### **4.3.2. Scénario 2 : famille monoparentale dans une maison en aire périurbaine**

La famille monoparentale peut bénéficier des mêmes avantages que la personne âgée mais les éventuelles prêts peuvent être plus important puisque le salaire mensuel est plus élevé. Utiliser 250 €/mois est plus réaliste dans ce cas, puisqu'il restera à la famille 1356 €/mois. En outre la région Poitou Charente offre elle aussi un prêt à taux zéro jusqu'à 8000 € pour des travaux d'isolation. Ce dernier dispositif, spécifique à la région, s'appelle Micro-Crédit Régional à 0 % Energie Verte. La région offrait aussi sous certaines conditions une subvention de quelques centaines d'euros pour des travaux d'isolation mais le foyer dispose de trop de revenus pour y être éligible.

## **4.4. Les solutions envisageables et leur coût**

### **4.4.1. Dans le cas du scénario 1**

Les coûts sont fortement diminués si le propriétaire a la capacité de faire un peu d'auto-rénovation. Pour ce scénario, on partira du principe que notre personne âgée seule n'en a pas la capacité (même si elle pourrait avoir un fils par exemple qui puisse l'aider dans ces rénovations).

Ainsi il faudra prendre en compte dans chacun des travaux le coût de la main d'œuvre.

Parmi les solutions obtenues dans la phase 2, on recherche celles qui ont le temps de retour le plus faible (c'est-à-dire dont l'investissement sera rentable le plus rapidement possible).

On remarque ainsi que la *régulation du chauffage* par un programmeur d'intermittence est la moins coûteuse par rapport au gain financier qu'elle entraîne. Son temps de retour est de 61 jours avec un gain énergétique de 16374kWh. Cette solution, qui permet de limiter le gaspillage énergétique en chauffant intelligemment, paraît donc indispensable.

*Une reprise de l'étanchéité de l'air divisée par 2, via un contrôle et un remplacement des joints* paraît être ensuite la deuxième solution intéressante. Son temps de retour est de 554 jours pour un gain énergétique de 15226 kWh.

Ces deux premiers travaux sont d'un coût relativement faible (une centaine d'euros pour le premier, 900 € pour le second)

Ensuite, *l'isolation intérieure des murs* (R=4.55 très performant) est la solution la plus efficace en terme de gain énergétique avec 36700 kWh. Malgré un investissement nécessaire important de 11061 €, le temps de retour reste faible au vu du gain énergétique fort, 6ans.

Une solution envisageable financièrement et efficace énergétiquement serait de coupler à la reprise de l'étanchéité et à la régulation du chauffage des travaux plus lourds d'isolation intérieure des murs. (R=3.15). Avec ces mesures le gain énergétique est de 41646kWh ce qui permet d'économiser à l'année 2165 € et de compenser l'investissement de 12805 €. Au bout de 6 ans la réhabilitation est rentabilisée. Avec les aides auxquelles la personne peut prétendre (prêt de 8000 € à taux 0) et les fonds dont elle dispose ce projet est réalisable et viable sans la mettre sur la paille. Un étalement des travaux sur le temps est envisageable pour étaler les dépenses : les travaux d'isolation pouvant attendre un peu et être financés par les économies provenant des autres aménagements.

#### **4.4.2. Dans le cas du scénario 2**

Intéressons-nous à la triple solution : l'isolation intérieure des murs extérieurs (R=3,15), le régulation du chauffage et l'étanchéité multipliée par 2.

Le coût d'investissement nécessaire est toujours de 12805 €.

La famille monoparentale a le droit au Micro-Crédit Régional à 0 % Energie Verte de 8000 € pour les travaux d'isolation. Supposons que la famille monoparentale s'engage pour rembourser le prêt en 3 ans. Elle devra alors rembourser 223 € par mois. Il resterait 1383 € par mois pour vivre.

Dans ce cas il manquerait encore 4805 €. En utilisant la totalité de l'épargne mobilisable, le montant à combler serait de 1305 €. Un éco-prêt à taux zéros à 2000 €, remboursable à 56 € par mois, permettrait de combler ce manque.

Cependant on voit bien que le coût total reste élevé : mobiliser la totalité de l'épargne (3500 €) et rembourser les deux prêts à hauteur de 279 € par mois.

Considérons que les habitants soient propriétaire de la maison et qu'ils décident de s'y installer sur la durée.

Alors on peut envisager deux solutions.

Une première solution consisterait à étaler les prêts sur une plus longue durée. Au lieu de rembourser sur 3 ans les prêts, si le remboursement se fait sur 10 ans, alors le cout à rembourser par mois serait de 84€ par mois.

Une deuxième solution serait d'étaler les différents travaux sur la durée. Par exemple, décider dans un premier temps d'investir 9460€ dans l'isolation et mobiliser des fonds pour

rembourser ces travaux. Puis ensuite d'investir 3345€ pour doubler l'étanchéité et réguler le chauffage.

*Remarques sur les situations :*

On notera que pour une personne âgée occupant une maison de 177m<sup>2</sup> à elle seule, il serait peut-être préférable d'investir dans un nouveau logement plus adapté. De même il paraît invraisemblable qu'un adulte aux revenus modérés accompagné de seulement un enfant vive dans une bâtisse ayant quatre chambres. Ce sont là des cas extrêmes de précarité énergétique. Ce type de maison conviendrait mieux à une famille avec au moins deux enfants, aux revenus plus conséquents. Une meilleure adéquation entre la maison et la nature des occupants eut permis de prévoir de plus lourds aménagements.

## 5. Conclusion :

Ainsi par une analyse en trois temps nous avons pu proposer des solutions pour revoir les performances énergétiques de cette construction des années 70. Après avoir constaté dans une première partie l'ampleur des déperditions thermiques et l'énormité du coût de chauffage de cette maison par une étude technique nous nous sommes dans une seconde partie penchés sur les solutions techniques pouvant améliorer la situation. Parmi les solutions que nous avons proposées nous en avons isolé un trio assez efficace et de prix raisonnable pour pouvoir satisfaire aux besoins de deux cas.

Nous avons eu l'occasion de nous confronter à la gravité de la question énergétique, au poids que fait peser l'énergie sur la population. La dimension sociale, abordée via les deux types d'occupants, a montré le péril que représente la précarité énergétique. La lutte contre le réchauffement climatique et la question écologique ont aussi bien sûr attiré au sujet étant donné la valeur considérable des émissions causées par le logement. Le projet a aussi montré combien la volonté publique permet peu à peu d'améliorer les choses : nous nous servons d'outils de calcul mis en place par les autorités (RT2005), et les aides financières provenant de l'Etat sont les seules assez significatives pour induire une réelle amélioration du parc immobilier.

En nous plaçant face à une des grandes causes de notre temps, ce projet aura donc servi à nous éclairer sur tout ce qu'il reste à accomplir dans le domaine du Bâtiment en France.

Bibliographie internet :

Pour les études techniques et financières nous nous sommes appuyés sur les données fournies par les grands distributeurs d'énergie (EDF, GDF), sur celles des fabricants de matériau (Leroy Merlin, Arcada, Gedimat...).

En ce qui concerne les études ciblées sur les 2 cas présentés, nous avons tirés les informations de : l'Anil (Agence Nationale pour l'information sur le logement), l'Anah (Agence Nationale de l'Habitat), et la région Poitou-Charente.