

n° 83

Avril

2013

LOGEMENT  
CONSTRUCTION

## *Les déterminants de la température de chauffage adoptée par les ménages*

ÉCONOMIE ET ÉVALUATION



**Collection « Études et documents » du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD)**

Titre du document : Les déterminants de la température de chauffage adoptée par les ménages

Directeur de la publication : Xavier Bonnet

Auteur(s) : Lucile Penot-Antoniou, Rym Zobiri (étudiante à l'Université Paris I Panthéon-Sorbonne, lors d'un stage au CGDD)

Date de publication : Avril 2013

## SOMMAIRE

<b>1<sup>ERE</sup> PARTIE : SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE</b> .....	<b>5</b>
<b>I. Revue bibliographique</b> .....	<b>5</b>
<b>II. Les données empiriques mobilisées</b> .....	<b>7</b>
II.1. Températures adoptées suivant les caractéristiques des ménages.....	8
II.2. Températures adoptées suivant les caractéristiques des logements .....	9
<b>III. Résultats des régressions linéaires</b> .....	<b>10</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>13</b>
<b>2<sup>EME</sup> PARTIE : RAPPORT COMPLET</b> .....	<b>15</b>
<b>I. Revue de littérature</b> .....	<b>15</b>
I.1. Les consommations énergétiques et le niveau de température recommandé.....	15
I.2. Le confort des ménages prime sur les économies d'énergie.....	16
I.3. Les déterminants de la température de chauffage adoptée par les ménages .....	17
a. Type d'habitation .....	17
b. Date de construction .....	17
c. Système de chauffage .....	17
d. Superficie du logement .....	17
e. Type d'occupation du logement .....	17
f. Cycle de vie des ménages .....	18
g. Revenu.....	18
h. Sexe .....	18
g. Pièces du logement.....	19
I.4. Importance de l'isolation thermique .....	19
I.5. Synthèse de la revue de littérature .....	19
<b>II. Analyse descriptive</b> .....	<b>21</b>
II.1. Les données disponibles.....	21
II.2. Analyse des données .....	22
II.2.1. Températures adoptées par les ménages dans la chambre.....	23
II.2.2. Températures adoptées par les ménages dans le séjour .....	25
II.2.3. Températures adoptées par les ménages dans la cuisine.....	26

<b>III. Etude économétrique .....</b>	<b>28</b>
III.1. Régressions linéaires .....	28
III.2. Régressions logistiques.....	34
<b>Conclusion.....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXE : REPARTITION DES ZONES CLIMATIQUES EN FRANCE .....</b>	<b>40</b>

## Résumé

Avec 66 % des consommations énergétiques du parc résidentiel, le chauffage est l'usage le plus consommateur d'énergie dans ce secteur et représente donc un levier important pour les économies d'énergie. Pour un logement donné, la température des logements représente une bonne approximation des niveaux de consommations énergétiques, sachant qu'en moyenne une baisse de 1°C induit une baisse de 7 % de la consommation.

Cette étude présente les travaux économétriques réalisés pour expliquer les températures de chauffage adoptées par les ménages dans leurs logements sur la base d'une enquête réalisée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. L'objectif est de comprendre les déterminants des températures adoptées par les ménages.

Les résultats mettent en évidence plusieurs variables impactant les niveaux de température telles que le type de chauffage (collectif ou individuel), l'énergie de chauffage (combustibles ou électricité) et, plus marginalement, le revenu, la zone climatique ou le nombre de personnes constituant le ménage.



## 1<sup>ère</sup> partie : Synthèse de l'étude

Le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie en France avec plus de 40 % de l'énergie finale nationale consommée. Le parc résidentiel, qui représente les deux tiers de l'ensemble des bâtiments du pays, représente ainsi un enjeu majeur pour permettre à la France d'atteindre les objectifs ambitieux qu'elle s'est fixés, notamment la réduction de 38 % d'ici 2020 de la consommation énergétique du bâti existant.

Le chauffage, qui est l'usage le plus consommateur d'énergie dans le secteur du bâtiment résidentiel avec 66 % des consommations totales du parc, est un facteur important de levier pour les économies d'énergie. La température des logements représente, pour un logement donné, une bonne approximation des niveaux de consommations énergétiques sachant qu'une baisse de 1°C induit une baisse de 7 % de la consommation énergétique<sup>1</sup>.

Comprendre les déterminants des températures adoptées par les ménages permettrait d'identifier les leviers d'actions pour réduire les consommations énergétiques liées au chauffage. Cela semble d'autant plus pertinent qu'un décret paru en 1979 recommande une température de 19°C dans les logements<sup>2</sup>. Or, les températures dans les logements auraient tendance à être supérieures à cette valeur recommandée.

Cette note présente les travaux économétriques réalisés pour expliquer les températures de chauffage adoptées par les ménages dans leurs logements (chambre, cuisine et séjour) sur la base d'une enquête réalisée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI)<sup>3</sup>.

### I. Revue bibliographique

Parmi les références bibliographiques examinées<sup>4</sup>, un consensus existe pour dire que la date de construction du logement impacte le niveau de température. Les températures auraient tendance à être plus élevées dans les logements les plus récents. La structure du bâti joue également un rôle. Suivant les auteurs, certains paramètres sont plus déterminants que d'autres : type de logement (individuel ou collectif) ou superficie du logement. Les conclusions des auteurs sur le lien entre le type de chauffage et le niveau de température des logements ne sont en revanche pas convergentes. Concernant les ménages, le cycle de vie de l'habitant est souvent référencé comme ayant un impact sur le niveau de température. L'âge et le revenu, qui varient tout au long du cycle de vie, peuvent être des facteurs explicatifs à ces variations de températures. Selon certains auteurs, la structure du ménage apparaît également comme particulièrement significative.

---

<sup>1</sup> Gossay J., Delphine L., Tabardin J-F., Lob-Ferraggioli J., Tranain C., Vaujany F. "Logements collectifs surchauffés: comment agir ?", Institut de l'Ecologie en Milieu Urbain (IDEMU)

<sup>2</sup> Article R 131-20 du Code de la construction et de l'habitation

<sup>3</sup> Campagne Nationale Logements réalisée entre 2003 et 2005 par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

<sup>4</sup> Voir bibliographie en fin de document.

**Tableau 1 : Synthèse des déterminants de la température de chauffage adoptée par les ménages, selon 4 références bibliographiques<sup>5</sup>**

La consommation d'énergie des ménages en France (2010) INRA [2]	La précarité énergétique : avoir froid ou dépenser trop pour se chauffer (2011) INSEE [1]	La température du logement ne dépend pas de la sensibilité écologique (2010) CREDOC [4]	La consommation d'énergie dans l'habitat entre recherche de confort et impératif écologique (2009) CREDOC [12]
<ul style="list-style-type: none"> <li>- statut d'occupation (locataire, propriétaire)</li> <li>- date de construction du logement</li> <li>- type de chauffage</li> <li>- état du revêtement de la façade</li> <li>- insonorisation</li> <li>- problème d'humidité</li> <li>- infiltrations d'eau</li> <li>- difficulté du locataire à payer le loyer</li> <li>- taux d'effort énergétique</li> <li>- âge</li> <li>- nationalité</li> <li>- occupation du conjoint</li> <li>- diplôme</li> <li>- sexe</li> <li>- exposition de la pièce principale</li> <li>- superficie du logement</li> <li>- zone climatique</li> <li>- pluviométrie</li> <li>- altitude</li> <li>- nombre d'heures d'insolation en hiver</li> <li>- étage du logement</li> <li>- nombre d'habitants dans la commune</li> <li>- type de commune (ville centre, banlieue, rurale)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- statut d'occupation (locataire, propriétaire)</li> <li>- date de construction du logement</li> <li>- type de chauffage</li> <li>- isolation du logement</li> <li>- panne de chauffage</li> <li>- coût du chauffage</li> <li>- revenu</li> <li>- structure du ménage</li> <li>- structure du bâti (individuel, collectif)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- date de construction du logement</li> <li>- cycle de vie</li> <li>- pièce du logement</li> <li>- superficie du logement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- date de construction du logement</li> <li>- revenu</li> <li>- cycle de vie</li> <li>- pièce du logement</li> <li>- structure du bâti (individuel, collectif)</li> <li>- superficie du logement</li> <li>- nombre d'habitants dans la commune</li> </ul>

<sup>5</sup> Références complètes en bibliographie

S'il existe un relatif consensus pour définir certaines variables comme déterminantes pour expliquer les températures dans les logements, on note également des points de divergence. Dans ces conditions, il apparaissait utile de réaliser des analyses complémentaires afin de confirmer, ou non, la significativité de certaines variables. Les régressions économétriques réalisées dans le cadre de cette étude tentent de répondre à cet objectif.

## II. Les données empiriques mobilisées

Les travaux économétriques réalisés s'appuient sur une enquête menée dans le cadre de la campagne nationale logements par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), entre le 1er octobre 2003 et le 21 décembre 2005<sup>6</sup>. Le sondage réalisé permet à chaque résidence d'être tirée suivant la même probabilité. Les données ont été collectées auprès d'un échantillon de 567 ménages en France métropolitaine. L'étude portant sur les températures de chauffage adoptées par les ménages, seuls les logements enquêtés durant la période de chauffe, à savoir du mois d'octobre au mois d'avril, sont pris en compte. L'étude s'appuie donc sur un échantillon de 373 logements.

Les températures sont enregistrées dans les trois pièces à vivre du logement : la chambre, la cuisine et le séjour. Tous les logements ne possèdent pas toujours une chambre, une cuisine et un séjour, d'où les effectifs différents pour chaque pièce. Les températures enregistrées ont été relevées toutes les 10 minutes pendant la semaine d'enquête.

Comme résumé dans le tableau 2, la température moyenne est légèrement supérieure à 19°C dans la chambre et la cuisine. Elle est supérieure de plus de 1,5°C dans le séjour. Les températures maximales sont élevées, à plus de 25°C.

**Tableau 2 : Températures de chauffage par pièce**

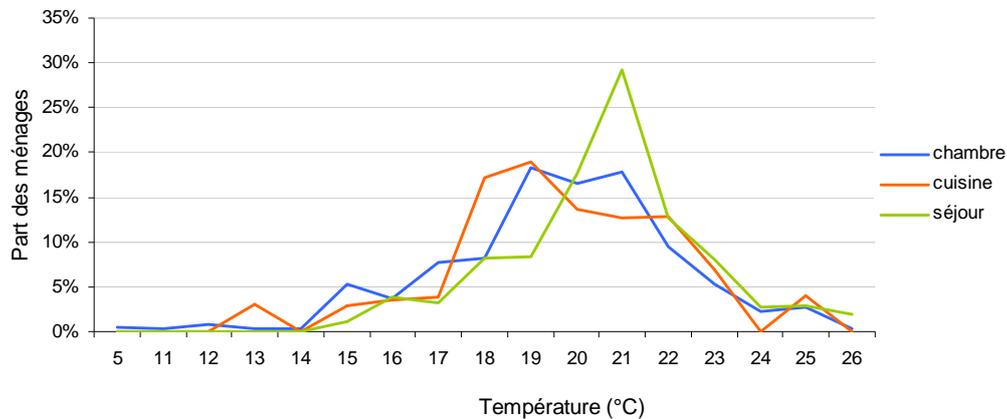
	Effectif	Température moyenne (°C)	Température minimale (°C)	Température maximale (°C)
Chambre	308	19,5	5,4	25,5
Cuisine	92	19,5	12,5	24,9
Séjour	263	20,6	14,9	25,5

Source : OQAI, calcul CGDD

La température la plus souvent enregistrée (le mode) diffère d'une pièce à l'autre, comme présenté dans le graphique 1. Dans la cuisine, le mode de température se situe à 19°C avec 19 % des ménages. La moitié des ménages fixe une température supérieure à 19°C dans cette pièce. Dans le séjour, le mode se trouve à 21°C avec près de 30 % des ménages. 75 % des ménages chauffent à plus de 19°C dans le séjour. Ils sont un peu plus de 50 % à se chauffer au dessus de 19°C dans la chambre. Le fait que les ménages passent habituellement plus de temps dans le séjour que dans la chambre ou la cuisine peut expliquer ces écarts.

<sup>6</sup> L'objectif premier de l'enquête OQAI était de dresser un état de la qualité de l'air intérieur du parc de logements français. La température a été révélée en tant que facteur explicatif potentiel de certaines situations de pollution.

**Graphique 1 : Répartition des températures adoptées par les ménages**



Source : OQAI, calcul CGDD

Dans les paragraphes suivants, le niveau de température est étudié pour chaque pièce en fonction des caractéristiques des ménages (âge de la personne de référence, sexe, revenu...) et des logements (type de logement, période de construction du bâtiment...).

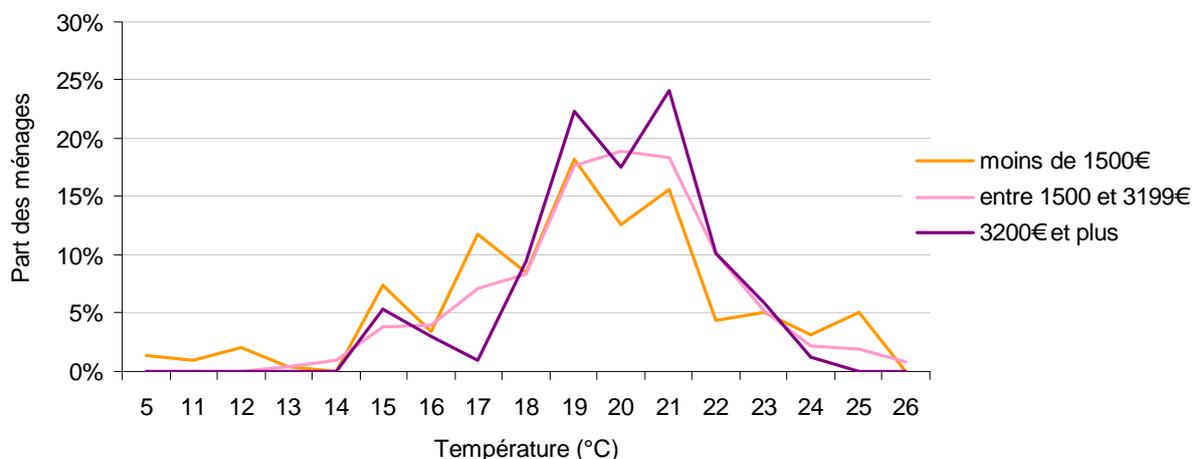
### II.1. Températures adoptées suivant les caractéristiques des ménages

55 % des ménages chauffent leur chambre à une température supérieure à 19°C. La moitié chauffe leur cuisine au dessus de ce niveau tandis qu'ils sont 75 % à se chauffer à plus de 19°C dans le séjour.

Excepté dans la chambre, les femmes ont tendance à davantage chauffer la cuisine et le séjour par rapport aux hommes. Elles sont respectivement 78 % et 65 % à se chauffer au dessus de 19°C dans la cuisine et le séjour contre 45 % et 55 % des hommes.

Plus le ménage est aisé, plus la température de son logement a tendance à être élevée. Dans la cuisine, si 60 % des ménages ayant un revenu mensuel inférieur à 1 500 € chauffent à moins de 20°C, ils ne sont plus que 45 % lorsque le revenu mensuel du ménage est de plus de 3 200 €. Le même effet revenu est enregistré dans la chambre et le séjour.

**Graphique 2 : Température de chauffage dans la chambre par tranche de revenu mensuel des ménages**



Source : OQAI, calcul CGDD

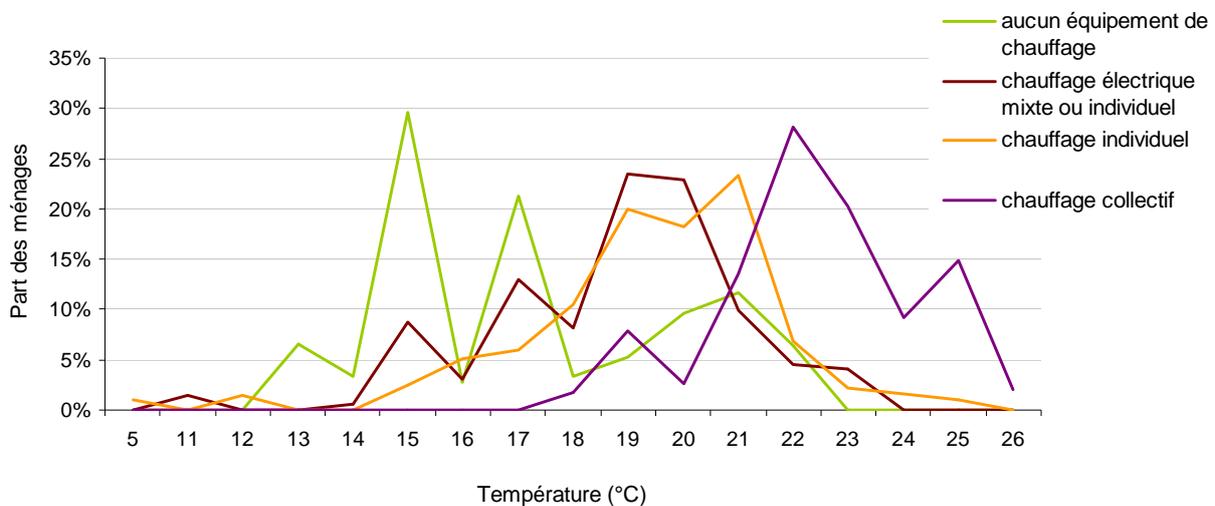
Il ne semble pas y avoir de relation monotone entre l'âge et la température. Dans la chambre et le séjour, les personnes de plus de 77 ans chauffent en grande majorité (respectivement 82 % et 95 %) à plus de 19°C. Ce sont les classes d'âge comprises entre 48 et 67 ans qui chauffent le moins souvent au dessus de ce niveau de température. Chaque tranche d'âge peut avoir des raisons différentes de se chauffer à plus de 19°C. Les jeunes parce qu'ils passent beaucoup de temps dans leurs chambres, les personnes âgées car elles sont plus sensibles au froid, et les tranches d'âge restantes peuvent se chauffer plus si des enfants sont présents au sein du ménage.

## II.2. Températures adoptées suivant les caractéristiques des logements

Pour chaque pièce, la température moyenne des logements construits après 1948 est supérieure à celle des logements construits antérieurement. Les températures des logements construits après les premières réglementations thermiques de 1974 ont tendance à être légèrement inférieures à celle des logements construits entre 1949 et 1974. Cette tendance est principalement enregistrée dans la chambre et la cuisine. Dans le séjour, les niveaux de température sont quasi identiques. Dans le séjour, 84 % des ménages qui ont un logement construit après 1974 chauffent à plus de 19°C. Ils sont respectivement 63 % et 57 % dans la cuisine et dans la chambre. Cette part est moins importante dans les logements construits antérieurement. Dans les logements construits entre 1949 et 1974, ils sont 73 % à se chauffer au dessus de 19°C dans le séjour. Enfin, dans les logements construits avant 1949, ils sont respectivement 44 %, 33 % et 69 % à se chauffer à plus de 19°C dans la chambre, la cuisine et le séjour.

La température de chauffage adoptée par les ménages varie également suivant l'équipement de chauffage. En présence d'un chauffage collectif, le coût de la consommation énergétique est souvent supporté par l'ensemble de la copropriété, ce qui n'incite pas à limiter la température du logement, à la différence d'un logement équipé d'un chauffage individuel, pour lequel le ménage est facturé en fonction de ses propres consommations. Dans chaque pièce, plus de 90 % des ménages possédant un chauffage collectif chauffent à plus de 19°C. Ces pourcentages sont compris entre 30 % et 70 % lorsqu'un système de chauffage individuel est installé. Par ailleurs, près de 70 % des ménages ne possédant pas de chauffage central chauffent à une température inférieure à 19°C dans leurs chambres.

Graphique 3 : Température de chauffage de la chambre par type de chauffage



Source : OQAI, calcul CGDD

L'impact de travaux de rénovation sur le niveau de température est relativement faible et non homogène suivant la pièce étudiée. Dans la chambre et le séjour, la température diminue légèrement lorsque des travaux d'isolation sont réalisés : -0,2°C dans la chambre et -0,6°C dans le séjour pour atteindre une moyenne respective de 19,4°C et 20,1°C lorsque des travaux d'isolation ont été réalisés. Dans la cuisine, contrairement à la chambre et au séjour, la température augmente légèrement lorsque des travaux d'isolation ont été réalisés : +0,4°C pour atteindre une moyenne de 19,9°C lorsque des travaux d'isolation ont été réalisés.

### III. Résultats des régressions linéaires

Des régressions linéaires sont mises en œuvre pour identifier les principaux déterminants des températures adoptées par les ménages dans les différentes pièces de leurs logements (cuisine, chambre, séjour).

La variable à expliquer, la température, est quantitative. Les variables explicatives, qualitatives, ont été transformées en variables muettes prenant la valeur 0 ou 1. 1 signifiant la présence d'une caractéristique, et 0 l'absence de celle-ci. Le but est de savoir de combien augmente ou diminue la température par rapport à la catégorie de référence selon chaque modalité des variables explicatives.

Le tableau 3 présente les résultats obtenus à l'aide d'une régression linéaire, en retenant 12 régresseurs qualitatifs susceptibles d'impacter la température de chauffage. Pour éviter toute colinéarité, lorsque  $n$  modalités existent pour une variable, seules  $n-1$  variables muettes sont introduites. La  $n$ -ième modalité fait alors partie de la catégorie de référence.

**Tableau 3 : Analyse de la variance entre la température adoptée par les ménages et les variables explicatives qualitatives**

		Cuisine	Séjour	Chambre	Chambre et séjour*
Nombre d'observations		79	220	264	484
Variables					
Constante		21.0*** (0.41)	20.0*** (0.24)	18.7*** (0.30)	19.4*** (0.21)
Type de logement	<i>Individuel</i>	!	!	!	!
	<i>Collectif</i>	–	–	–	–
Construction des bâtiments	<i>Avant 1948</i>	!	!	!	!
	<i>De 1949 à 1974</i>	–	–	0.6* (0.38)	–
	<i>Après 1975</i>	–	0.6** (0.27)	0.95*** (0.37)	0.7*** (0.23)
Travaux de réhabilitation	<i>Oui</i>	!	!	!	!
	<i>Non</i>	–	–	–	–
Équipement en chauffage central	<i>Aucun</i>	–	-1.6*** (0.57)	-1.5** (0.69)	-1.2*** (0.50)
	<i>Chauffage central individuel électrique</i>	–	–	–	–
	<i>Chauffage central individuel autre énergie</i>	!	!	!	!
	<i>Chauffage central collectif</i>	–	2.3*** (0.36)	2.9*** (0.45)	2.6*** (0.30)
Type de combustible pour le chauffage central	<i>Fioul domestique</i>	–	–	–	–
	<i>Butane ou propane</i>	–	–	–	–
	<i>Gaz de réseau</i>	!	!	!	!
	<i>Charbon, Bois, Électricité, Autre cas</i>	–	–	-2.6*** (0.89)	-1.2*** (0.56)
	<i>Réponse sans objet<sup>7</sup></i>	–	–	-0.95*** (0.36)	-0.8*** (0.26)
Travaux d'isolation	<i>Oui</i>	–	–	–	–
	<i>Non</i>	!	!	!	!
Travaux sur les menuiseries	<i>Oui</i>	-1.6** (0.74)	–	–	–
	<i>Non</i>	!	!	!	!
Logement équipé d'une cheminée	<i>Oui</i>	-1.6*** (0.47)	0.4* (0.26)	–	–
	<i>Non</i>	!	!	!	!

<sup>7</sup> La réponse sans objet correspond aux questions qui n'ont pas à être posées. Ici, cette modalité indique que le logement du ménage n'est pas équipé d'un chauffage central.

Personnes constituant le ménage	1	-2.5*** (0.47)	—	—	—
	2	!	!	!	!
	3	-1.3** (0.65)	—	1.1*** (0.41)	0.75*** (0.29)
	4	1.5*** (0.6)	—	0.9** (0.43)	0.7*** (0.31)
	5 et plus	—	—	—	—
Ressources du ménage	Moins de 535 €	—	1.2** (0.58)	—	—
	De 535 € à 1 099 €	2.5*** (0.58)	—	—	-0.9*** (0.27)
	De 1 100 à 1 499 €	-1.7*** (0.47)	0.9*** (0.32)	—	—
	De 1 500 à 2 099 €	!	!	!	!
	De 2 100 à 2 599 €	—	—	—	—
	De 2 600 à 3 199 €	—	—	—	—
	De 3 200 à 5 299 €	—	—	—	—
	De 5 300 à 7 599 €	—	—	—	—
7 600 € et plus	—	—	—	—	
Age de la personne de référence	18-27ans	—	—	—	—
	28-37ans	—	-0.7** (0.32)	—	—
	38-47ans	—	—	—	—
	48-57ans	!	!	!	!
	58-67ans	0.9* (0.48)	—	—	—
	68-77ans	1.2*** (0.47)	—	—	0.5* (0.29)
	78 et plus	—	—	1.8*** (0.74)	1.55*** (0.47)
Zones climatiques <sup>8</sup>	H1	!	!	!	!
	H2	-1.3*** (0.41)	-0.9*** (0.27)	—	-0.4* (0.23)
	H3	-2.2*** (0.58)	—	1.3*** (0.49)	1.1*** (0.33)
Sexe	Homme	!	!	!	!
	Femme	—	—	—	—
Pièce	Chambre	!	!	!	!
	Séjour	—	—	—	—

Note : Ecart type entre parenthèses.

Sélection des variables explicatives par la méthode Stepwise sous SAS.

! Modalité de référence.

— Variables non significatives après sélection des variables.

\*\*\* Significatif au seuil de 1 %

\*\* Significatif au seuil de 5 %

\* Significatif au seuil de 10 %

\*Le modèle chambre et séjour combine les données de température relatives à ces deux pièces.

Guide de lecture : Tous les points d'exclamations regroupent la catégorie de référence. Les ménages de cette dernière adoptent en moyenne une température de 20°C dans le séjour. Concernant la date de construction, un ménage habitant dans un logement construit après 1975 adopte une température supérieure de 0,6°C par rapport à la catégorie de référence.

Comme présenté dans le tableau 3, la catégorie de référence correspond aux ménages ayant une ressource comprise entre 1 500 € et 2 099 € par mois, constitués de deux personnes dans un logement individuel construit avant 1948. Leurs logements sont équipés d'un chauffage central individuel au gaz, sans cheminée, et ils n'ont réalisé ni travaux de réhabilitation, d'isolation ou de menuiseries. Les personnes de référence composant le ménage sont des hommes âgés entre 48 et 57 ans, et vivent dans la zone climatique H1. Cette catégorie de référence a été sélectionnée car elle représente les modalités qui apparaissent le plus souvent dans la base de données.

<sup>8</sup> Voir en annexe la répartition des zones climatiques en France.

La température moyenne adoptée par la catégorie de référence diffère selon chaque pièce : elle est de 18,7°C dans la chambre, de 21,0°C dans la cuisine et de 20,0°C dans le séjour.

Dans la chambre, la température baisse de 1,5°C lorsque le ménage ne possède pas de chauffage central par rapport à une situation où le ménage a un chauffage central individuel. La température augmente de 2,9°C en présence d'un chauffage central collectif par rapport à la situation de référence avec chauffage central individuel. Lorsque l'énergie utilisée est autre que du fioul domestique ou du GPL (soit, en général, de l'électricité), la température diminue de 2,6°C par rapport à l'utilisation de gaz de réseau. Le prix de l'électricité sensiblement plus élevé que les autres énergies peut expliquer cet écart. Dans le séjour, l'équipement de chauffage a un effet similaire à celui enregistré dans la chambre alors que dans la cuisine, les variables d'équipement et d'énergie de chauffage ne sont pas significatives.

Concernant les ressources du ménage, la modalité « revenu compris entre 1 100 € et 1 499 € » est significative pour la cuisine et le séjour, la température moyenne étant inférieure de 1,7°C dans la cuisine mais supérieure de 0,9°C dans le séjour par rapport à la catégorie de référence. La modalité « revenu compris entre 535 € et 1 099 € » présente un effet négatif de 0,9°C pour l'ensemble chambre et séjour alors que la modalité « moins de 535 € » un effet positif de 1,2°C. En définitive, on ne retrouve pas de croissance systématique des températures avec le niveau de revenu. D'autres régressions ont été testées en introduisant la variable de revenu comme une variable continue. Dès lors, la variable de revenu ne ressort comme significative que pour la chambre et le cas mixte chambre et séjour. Cet effet revenu est très faible et vite plafonné car, en supprimant les revenus inférieurs à 1 099 €, la variable apparaît vite comme non significative (cf. le rapport complet de l'étude).

La température adoptée par les ménages diffère selon chaque pièce suivant la zone climatique. Par exemple, dans la cuisine, les ménages vivant dans la zone climatique H3 (sud de la France) ont une température moyenne inférieure de 2,2°C par rapport à la catégorie de référence (H1), soit de 18,8°C, alors qu'elle est de 19,7°C pour la deuxième zone climatique. A l'inverse, dans la chambre, en zone H3 la température augmente de 1,3°C par rapport la zone climatique de référence.

Dans la chambre, lorsque le ménage est constitué de 3 personnes, la température moyenne est supérieure de 1,1°C par rapport à la catégorie de référence où deux personnes composent le ménage; lorsqu'ils sont 4, elle est supérieure de 0,9°C à cette référence. L'effet est différent dans la cuisine où la température diminue de 1,3°C lorsque trois personnes composent le ménage mais, elle augmente de 1,5°C avec quatre personnes par rapport à la situation de référence. Il ne semble donc pas exister de relation monotone entre le nombre de personnes constituant le ménage et la température dans le logement.

La date de construction des logements est une variable significative pour le séjour et la chambre. Dans la chambre, la température moyenne des ménages vivant dans un bâtiment construit entre 1949 à 1974 est supérieure d'environ 0,6°C à celle des bâtiments construits avant 1945. Cette température est supérieure de 0,95°C et 0,6°C respectivement dans les chambres et séjours des bâtiments construits après 1975.

Des régressions logistiques ont également été réalisées en transformant la variable à expliquer en variable qualitative (voir le rapport complet pour plus de détails). Ces régressions permettent de confirmer la hiérarchie des impacts des équipements de chauffage sur le niveau de température adopté.

Un ménage qui ne possède pas d'équipement de chauffage a plus de chance de se chauffer à une température plus faible par rapport à un ménage ayant un chauffage central individuel. Par ailleurs, les ménages qui possèdent un chauffage électrique ont plus de chance d'adopter une température moins élevée par rapport à ceux qui ont un chauffage central individuel utilisant une autre énergie. Le prix de l'électricité plus élevé que les autres énergies peut expliquer cet écart.

## Conclusion

L'objectif de cette étude était de comprendre les déterminants de niveau de température dans les logements. Mettre en évidence les comportements des ménages permet de proposer des solutions adaptées afin d'améliorer le confort, mais aussi de diminuer les consommations énergétiques dans les logements.

Les travaux économétriques réalisés ne permettent pas toujours de confirmer la significativité des déterminants des niveaux de température retenus dans la revue bibliographique.

La date de construction, lorsqu'elle est significative, confirme ce qui est affirmé dans d'autres études : la température est plus élevée dans les logements les plus récents. Quant à l'âge, les régressions ont tendance à confirmer que la température est plus élevée chez les personnes plus âgées. Par ailleurs, rien ne permet de confirmer que les jeunes vivent également dans des logements plus chauffés contrairement à ce qui est suggéré dans la littérature. Le type de chauffage semble principalement jouer un rôle dans le séjour et dans la chambre. La température y est plus élevée lorsque le logement est équipé d'un chauffage collectif. Il n'est pas significatif dans la cuisine.

Suivant les estimations, le type de logement (individuel ou collectif) n'a pas d'impact sur la température. Si pour certains auteurs l'isolation joue un rôle sur les niveaux de température, cette hypothèse n'est pas confirmée avec les travaux économétriques réalisés à partir de l'enquête OQAI. La zone climatique où se situe le logement semble être un déterminant significatif même si cette variable est rarement citée dans la littérature. La température dans les chambres est plus élevée dans les régions à climat doux. En revanche, les coefficients ne sont pas du même signe dans la cuisine. Quant au revenu, cette variable est rarement significative. Dans le cas où elle est significative, l'effet est très vite plafonné ce qui semble en opposition avec nombre d'auteurs. Enfin, le nombre de personnes dans le ménage, rarement cité, est parfois significatif en particulier dans la cuisine où, plus le ménage est grand, plus la température y est élevée.



## 2ème partie : Rapport complet<sup>9</sup>

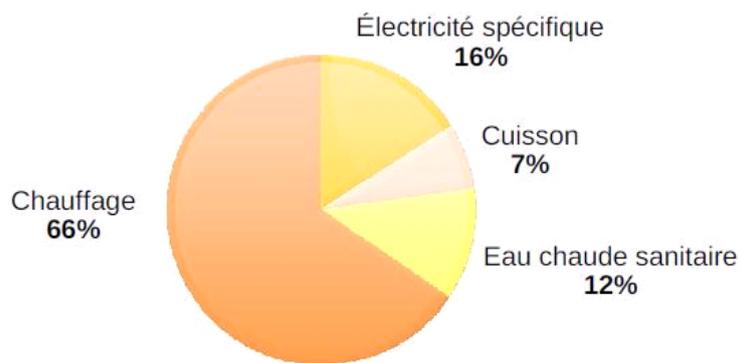
### I. Revue de littérature

#### I.1. Les consommations énergétiques et le niveau de température recommandé

Le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie en France, avec en moyenne 70 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) consommées par an. Cela représente plus de 40 % de l'énergie finale nationale consommée. Le secteur du bâtiment génère également près du quart des émissions nationales de CO<sub>2</sub>, soit un peu plus de 120 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

Le parc résidentiel représente les deux tiers de l'ensemble des bâtiments en France. Dans ce secteur, le chauffage est l'usage le plus énergivore avec 66 % des consommations totales (figure 1). Il constitue par conséquent un facteur important de levier pour les économies d'énergie (travaux d'isolation thermique, changement de chaudière, information auprès des ménages). De plus, on estime qu'une baisse de 1°C induit une baisse de 7 % de la consommation énergétique<sup>10</sup>.

Figure 1 : Structure de la consommation énergétique finale des bâtiments résidentiels



[Source : Chiffres clés du Bâtiment, ADEME, 2007]

Bien que l'État français ait publié un décret (voir encadré 1) préconisant une température idéale de 19°C pour les pièces à vivre, les ménages français ont tendance à se chauffer leur logement plus que ce niveau recommandé. La température adoptée par les ménages se révèle être un bon indicateur de la norme du confort recherché dans l'habitation mais également un proxy de leur consommation énergétique. Trouver la norme de la température adoptée par les ménages permettrait de mieux comprendre leur comportement. Des solutions pourraient alors être envisagées pour satisfaire les besoins des ménages tout en faisant en sorte de réduire les consommations énergétiques. Cela pourrait, par exemple, se traduire par des solutions techniques pour la rénovation du bâti ou par des actions de communication auprès des ménages pour leur fournir des informations sur la consommation énergétique de leur logement.

<sup>9</sup> Travail réalisé par Rym Zobiri lors d'un stage au CGDD

<sup>10</sup> Gossay J., Delphine L., Tabardin J-F., Lob-Ferraggioli J., Tranain C., Vaujany F. "Logements collectifs surchauffés: comment agir?", Institut de l'Ecologie en Milieu Urbain (IDEMU)

**Encadré 1 : Température idéale préconisée en France**

**Décret n°79-907 du 22 octobre 1979** modifiant le code de la construction et de l'habitation et relatif à la limitation de la température de chauffage. Selon l'article R. 131-20 :

« Dans les locaux à usages d'habitation, d'enseignement, de bureaux ou recevant du public et dans tous les autres locaux, à l'exception de ceux qui sont indiqués aux articles R. 131-22 et R. 131-23, les limites supérieures de température de chauffage sont, en dehors des périodes d'inoccupation définies à l'article R. 131-30, fixées en moyenne à 19°C :

- pour l'ensemble des pièces d'un logement ;
- pour l'ensemble des locaux affectés à un usage autre que l'habitation et compris dans un même bâtiment. »

Aucune sanction n'est prévue dans le cas où la température adoptée serait supérieure à 19°C.

## I.2. Le confort des ménages prime sur les économies d'énergie

Les déterminants du niveau de la température du logement souhaité par les ménages peuvent dépendre de plusieurs facteurs. D'après une étude réalisée au Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de vie (CRÉDOC) en 2008, la recherche du confort, notamment dans les pièces de séjour, prime sur les économies d'énergie. La température moyenne des logements est passée de 19°C à 21°C entre 1986 et 2003. Sur la même période, la facture de chauffage des ménages a diminué de l'ordre de 30 %<sup>11</sup> (baisse du prix du chauffage et de la consommation de chauffage respectivement de l'ordre de 10 % et 20 %). D'après Poquet et Dujin (2008), cette augmentation serait liée à un phénomène de hausse des standards de confort individuel qui induiraient des comportements de consommation peu économes.

Cela a été confirmé par Dujin et Maresca (2010). Ils montrent que la sensibilité écologique n'a d'impact ni sur les arbitrages concernant la température idéale, ni sur le nombre d'appareils équipant le ménage. Ainsi, les français ne semblent pas disposés à diminuer la température de leur chauffage pour des raisons écologiques si cela réduit leur niveau de confort. Selon cette étude, dans le séjour, 41 % des ménages chauffent à 20°C, 33 % à plus de 20°C et un quart seulement des ménages règlent leurs chauffages à une température inférieure à 20°C<sup>12</sup>.

Une étude réalisée à l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) en 2011 révèle encore la priorité accordée par les ménages au chauffage de leur logement. En 2006, 14 % des ménages français étaient en situation de précarité énergétique<sup>13</sup>. Ces derniers préfèrent continuer à se chauffer en prenant le risque de ne pouvoir payer toutes leurs factures énergétiques plutôt que ne plus se chauffer et subir les conséquences du froid et les problèmes de santé que cela peut engendrer.

On notera que 15 % des ménages avaient déclaré souffrir du froid dans leur logement au cours de l'hiver 2005 (22 % chez les ménages modestes et 10 % parmi les plus aisés). La proportion de personnes déclarant avoir eu froid au cours de l'hiver a augmenté de 3,9 points entre 1996 (11 %) et 2006 (15 %). Cette évolution semble contradictoire avec la tendance à la hausse des températures enregistrée dans les logements. Cette opposition peut être liée soit à une inégalité croissante des ménages en termes de confort thermique, soit à une exigence de confort accrue ou une sensibilité au froid de plus en plus grande. D'après Briant et Arnault (2011), cette augmentation peut être due à l'état du logement : 41 % des ménages déclarent avoir une mauvaise isolation et 33 % d'une installation de chauffage insuffisante. Par ailleurs, les personnes qui subissent le froid dans leur logement sont en priorité les personnes âgées de 65 ans et plus (25 % de cette catégorie), les locataires (25 %), les ménages habitant dans des logements collectifs (21 %), les propriétaires (19,5 %), les jeunes (19 %) et les habitants de maisons individuelles (17 %).

<sup>11</sup> Chiffres Clés du Bâtiment, Ademe, 2009. Calcul CGDD.

<sup>12</sup> Les chiffres obtenus avec l'enquête OQAI sont les suivant : dans le séjour, 18 % des ménages chauffent à 20°C, 29 % à 21°C, 58 % à plus de 20°C et un quart à moins de 20°C.

<sup>13</sup> Les ménages en situation de précarité énergétique sont les ménages qui consacrent plus de 10 % de leur revenu aux dépenses énergétiques.

### I.3. Les déterminants de la température de chauffage adoptée par les ménages

Il existe relativement peu de documents qui traitent précisément de la température des logements. D'autres notions voisines sont souvent évoquées comme la sensibilité écologique (en supposant qu'une plus grande sensibilité serait corrélée négativement avec le niveau de température) ou la sensation de froid. Ressentir le froid dans un logement ne signifie pas forcément que le niveau de température est faible. Cependant, il est raisonnable de penser que ces deux notions sont liées.

La section suivante présente les principales conclusions pouvant être tirées des références bibliographiques listées en fin de document.

#### a. Type d'habitation

Dujin et Maresca (2010) déduisent que ni le type d'habitation (maison individuelle ou logement collectif), ni l'énergie de chauffage n'ont un impact sur la température adoptée dans le logement. Briant et Arnault (2011) ne partagent pas cet avis : ils constatent que « parmi les ménages en inconfort thermique pour des raisons financières, 48 % se chauffent à l'électricité, alors qu'en moyenne 33 % des ménages utilisent ce type de chauffage ».

#### b. Date de construction

Dujin et Maresca (2010) constatent que la date de construction des logements a une incidence sur la température recherchée. Cela est confirmé par Briant et Arnault (2011), qui déduisent que les personnes les plus concernées par le froid sont celles qui habitent dans des logements construits durant la période après guerre et avant l'instauration de la première réglementation thermique, soit 18 % entre 1949 et 1974. À l'inverse, concernant les bâtiments construits après 1975, les ménages sont moins nombreux à ressentir le froid avec une proportion de 11 %. Quant aux ménages qui habitent dans des logements construits avant 1948, ils ne sont pas plus exposés au froid que ceux dans des logements construits entre 1949 et 1974 (17 %). Pourtant, 49 % des façades de ces bâtiments ne sont pas en bon état et 37 % de leurs fenêtres n'ont pas de double vitrage. Par ailleurs, selon Dujin et Maresca (2010), les ménages habitant dans des logements plus récents règlent leur chauffage à une température plus élevée de 1°C que ceux résidant dans des logements plus anciens. Ce changement de comportement peut être expliqué par l'effet rebond : les ménages augmentent leur niveau de confort lorsque leur habitat possède une isolation et une ventilation plus performante. Par conséquent, les économies d'énergies suite à l'amélioration de l'isolation thermique sont moindres par rapport à ce qui était anticipé (voir encadré 2 pour plus de détails).

#### c. Système de chauffage

Briant et Arnault (2011) constatent que, hormis les ménages n'ayant pas de chauffage, ce sont ceux possédant des chauffages secondaires indépendants et des appareils indépendants (convecteurs, radiateurs, poêle...) qui ressentent le plus le froid. Les ménages possédant une chaudière collective, indépendante ou un chauffage électrique, sans appareil de chauffage secondaire, sont ceux qui ressentent le moins le froid.

Selon Cavaihès, Joly, Brossard, Cardot, Hilal et Wavresky (2011), « l'utilisation des cheminées en appoint permet de réduire la sensation de froid chez les propriétaires en individuel ».

#### d. Superficie du logement

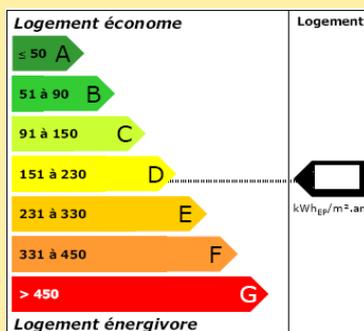
Cavaihès, Joly, Brossard, Cardot, Hilal et Wavresky (2011) évoquent aussi la surface habitable du ménage. Selon eux, plus le logement est petit (inférieur à 30 m<sup>2</sup> pour les locataires et à 42 m<sup>2</sup> pour les propriétaires), plus le ménage ressent le froid. Les ménages se plaignent aussi du froid lorsqu'ils vivent dans une très grande habitation (surface supérieure à 140 m<sup>2</sup>).

#### e. Type d'occupation du logement

Briant et Arnault (2011) constatent que les ménages qui ont le plus froid dans leurs logements sont majoritairement des locataires (26 % dans le secteur social et 24,5 % dans le secteur privé), alors que seuls 11 % des accédants et 8 % des propriétaires se plaignent du froid. Cela peut s'expliquer par le fait qu'un locataire a moins de possibilité et d'intérêt à long terme à isoler son logement, alors qu'un propriétaire peut engager plus facilement des travaux qui lui permettront de lutter contre le froid sur le long terme.

## Encadré 2 : Le DPE et l'effet rebond

Le Diagnostic de Performance Énergétique (DPE) informe sur la performance énergétique théorique d'un logement ou d'un bâtiment. Il évalue sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre.



Source : MEDDE

Les bâtiments basse consommation (BBC) correspondent aux constructions qui respectent la RT 2012 soit, une consommation de 50 kWh/m²/an.

**L'effet rebond** : Après la rénovation d'un logement, les gains énergétiques réels sont inférieurs aux gains énergétiques théoriques attendus, calculés sur la base du DPE. En effet, après l'isolation d'un logement, moins d'énergie est utilisée pour le même niveau de confort, ce qui permet aux ménages de réduire leurs factures énergétiques. Cependant, les ménages vont en général consommer plus d'énergie pour avoir un meilleur confort. Les économies d'énergie initialement prévues sont alors en partie compensées par une plus grande consommation.

### f. Cycle de vie des ménages

Un autre déterminant pouvant influencer le niveau de température est le cycle de vie. D'après Maresca, Dujin et Picard (2009), les jeunes autonomes de moins de 26 ans et les personnes âgées de plus de 75 ans affichent une sensibilité à l'environnement toute relative. En revanche, les 26-75 ans ont une sensibilité plus forte et plus constante. Cette sensibilité écologique peut influencer sur les niveaux de consommation énergétique des ménages. Dujin et Maresca (2010) poursuivent par ailleurs l'étude et trouvent que les ménages qui chauffent à plus de 19°C dans leur chambre sont : les personnes ayant moins de 26 ans (48 % de cette catégorie) car ils considèrent leur chambre comme un espace de vie privilégié, les personnes âgées entre 26-35 ans (42 % de cette catégorie) car ils ont de jeunes enfants, et les plus de 75 ans (36 % de cette catégorie), qui ont des besoins physiologiques plus importants.

### g. Revenu

Selon Cavaiès, Joly, Brossard, Cardot, Hilal et Wavresky (2011), le revenu et la sensation de froid sont corrélés. En effet, selon cette étude, 16 % des ménages ayant le plus bas revenu ressentent le plus le froid durant l'hiver : n'ayant pas assez de ressources, ils sont contraint de se chauffer moins. Inversement, seulement 6,1 % des ménages avec le revenu le plus élevé semblent souffrir du froid. C'est ce que confirment Briant et Arnault (2011), en constatant que « les inactifs et les chômeurs sont deux fois plus souvent dans des situations de précarité énergétique que l'ensemble de la population ».

### h. Sexe

L'analyse de la variable sexe a permis à Cavaiès, Joly, Brossard, Cardot, Hilal et Wavresky (2011) d'en déduire que les femmes étaient les plus sensibles au froid : 18 % des femmes seules (16 % des femmes avec enfants) disent ressentir le froid contre 9 % des hommes seuls (1,5 % des hommes avec enfants).

## g. Pièces du logement

D'après Dujin et Maresca (2010), les températures varient aussi selon les pièces du logement. Dans la chambre, plus de la moitié des ménages (55 %) chauffent à 18°C ou en dessous. Cette température peut varier selon les ménages : pour certains, la chambre n'est utilisée que pour le temps de sommeil et pour d'autres, elle représente aussi la pièce à vivre, et requiert alors une température similaire à celle du séjour et de la cuisine, soit 20°C ou plus.

### I.4. Importance de l'isolation thermique

Une isolation thermique permet de créer une barrière avec le milieu extérieur. En hiver, elle empêche la chaleur intérieure de sortir de la maison, alors qu'en été, l'isolation empêchera la chaleur extérieure d'entrer dans la maison (figure 2). Elle permet alors d'augmenter le confort thermique et de réduire la consommation en énergie.

Figure 2 : Impact de l'isolation thermique d'un logement au cours de l'hiver et l'été



Source : [www.sur-mesure-construction.fr](http://www.sur-mesure-construction.fr)

Cavaihès, Joly, Brossard, Cardot, Hilal et Wavresky (2011) ont étudié l'impact de l'isolation thermique des logements sur la sensation de froid des ménages. Tout d'abord, ils se sont intéressés à l'état des fenêtres du logement ainsi qu'à la présence ou non de double vitrage. Ils déduisent que les ménages qui ont eu froid à cause des fenêtres en mauvais état sont 33 % des locataires en collectif, et 4 % des propriétaires en individuel. Par ailleurs, parmi les locataires sans double vitrage, 44 % subissent le froid, alors que parmi les locataires bénéficiant d'un double vitrage, seulement 56 % se sont plaints du froid.

Ils constatent aussi que la sensation de froid est très liée au revêtement de la façade de l'immeuble. Seuls 21 % des ménages ont froid parmi les propriétaires de logement individuel avec une façade comme neuve, tandis que, parmi les ménages qui n'ont pas de revêtement de façade, ils sont 19 % à avoir froid. Les résultats sont similaires lorsqu'il s'agit d'infiltrations d'eau, d'humidité, de présence de fissures dans les murs, plafonds ou planchers...

En conclusion, la sensation de froid semble corrélée au niveau d'isolation du logement. Lorsque le logement est mal isolé ou que le système de chauffage est insuffisant pour obtenir le confort désiré, les ménages ont tendance à augmenter la consommation énergétique liée au chauffage sans que cela soit toujours suffisant pour atteindre la température idéale.

### I.5. Synthèse de la revue de littérature

Le tableau ci-dessous présente les variables recensées dans quatre études et qui semblent impacter la sensation de froid ou le niveau de température de chauffage dans les logements.

Parmi les références bibliographiques étudiées, un consensus existe pour dire que la date de construction du logement impacte le niveau de température. Les températures ont en effet tendance à être plus élevées dans les logements les plus récents. La structure du bâti joue également un rôle. Selon les auteurs, certains paramètres sont plus déterminants que d'autres : type de logement (individuel ou collectif) ou superficie du logement. Les conclusions des auteurs sur le lien entre le type de chauffage et le niveau de température des logements ne sont en revanche pas convergentes. Seule une étude fait par ailleurs largement référence à la position géographique pour expliquer la sensation de froid.

Concernant les ménages, le cycle de vie de l'habitant est souvent référencé comme ayant un impact sur le niveau de température. L'âge et le revenu, qui varient tout au long du cycle de vie, peuvent être des facteurs explicatifs à ces variations de températures. Selon certains auteurs (Arnault et Briand), la structure du ménage apparaît comme particulièrement significative.

**Tableau 1 : Récapitulatif des déterminants de la température de chauffage adoptée par les ménages**

La consommation d'énergie des ménages en France (2010)	La précarité énergétique : avoir froid ou dépenser trop pour se chauffer (2011)	La température du logement ne dépend pas de la sensibilité écologique (2010)	La consommation d'énergie dans l'habitat entre recherche de confort et impératif écologique (2009)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- statut d'occupation (locataire, propriétaire)</li> <li>- date de construction du logement</li> <li>- type de chauffage</li> <li>- état du revêtement de la façade</li> <li>- insonorisation</li> <li>- problème d'humidité</li> <li>- infiltrations d'eau</li> <li>- difficulté du locataire à payer le loyer</li> <li>- taux d'effort énergétique</li> <li>- âge</li> <li>- nationalité</li> <li>- occupation du conjoint</li> <li>- diplôme</li> <li>- sexe</li> <li>- exposition de la pièce principale</li> <li>- superficie du logement</li> <li>- zone climatique</li> <li>- pluviométrie</li> <li>- altitude</li> <li>- nombre d'heures d'insolation en hiver</li> <li>- étage du logement</li> <li>- nombre d'habitants dans la commune</li> <li>- type de commune (ville centre, banlieue, rurale)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- statut d'occupation (locataire, propriétaire)</li> <li>- date de construction du logement</li> <li>- type de chauffage</li> <li>- isolation du logement</li> <li>- panne de chauffage</li> <li>- coût du chauffage</li> <li>- revenu</li> <li>- structure du ménage</li> <li>- structure du bâti (individuel, collectif)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- date de construction du logement</li> <li>- cycle de vie</li> <li>- pièce du logement</li> <li>- superficie du logement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- date de construction du logement</li> <li>- revenu</li> <li>- cycle de vie</li> <li>- pièce du logement</li> <li>- structure du bâti (individuel, collectif)</li> <li>- superficie du logement</li> <li>- nombre d'habitants dans la commune</li> </ul>

S'il existe un relatif consensus pour définir certaines variables comme déterminantes pour expliquer les températures dans les logements, on note également des points de divergence. Dans ces conditions, il apparaissait utile de réaliser cette nouvelle étude pour essayer de confirmer, ou non, la significativité de certaines variables. Les régressions économétriques réalisées dans le cadre de cette étude tentent de répondre à cet objectif.

## II. Analyse descriptive

### II.1. Les données disponibles

Les travaux économétriques réalisés dans le cadre de cette étude s'appuient sur une enquête menée dans le cadre de la campagne nationale logements par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), entre le 1er octobre 2003 et le 21 décembre 2005. Le plan de sondage appliqué est de type aléatoire stratifié à trois degrés, assurant in fine à chaque résidence la même probabilité d'être tirée. A la première étape, les communes sont tirées proportionnellement à leur nombre de résidences principales. A la deuxième étape, le tirage au sort concerne des sections cadastrales<sup>14</sup> proportionnellement à leur nombre de résidences principales. Le troisième tirage concerne une résidence principale par section cadastrale.

Les données ont été collectées auprès d'un échantillon de 567 ménages de la France continentale métropolitaine, réparti dans 74 communes, 50 départements et 19 régions. L'étude portant sur les températures de chauffage adoptées par les ménages, seuls les logements enquêtés durant la période de chauffe, à savoir du mois d'octobre au mois d'avril, sont pris en compte. L'étude porte donc sur un échantillon de 373 logements.

Les températures sont enregistrées dans les trois pièces à vivre du logement : la chambre, la cuisine et le séjour. Elles sont enregistrées toutes les dix minutes pendant la semaine d'enquête. Tous les logements ne possèdent pas forcément une chambre, une cuisine et un séjour, d'où les effectifs différents pour chaque pièce.

La base de données est composée de plusieurs tables. Une table correspond aux caractéristiques du logement, une autre aux caractéristiques des ménages et enfin, une table recense les températures pour chaque pièce. Le tableau ci-dessous présente quelques variables disponibles et les effectifs associés par modalité.

**Tableau 2 : Exemples de variables caractérisant les ménages et les logements, modalités et effectifs associés**

Variables et leurs modalités	Effectifs des modalités	
Type de logement	<i>Individuel</i>	199
	<i>Collectif</i>	109
Construction des bâtiments	<i>Avant 1948</i>	107
	<i>De 1949 à 1974</i>	87
	<i>Après 1975</i>	114
Equipement en chauffage central	<i>Aucun</i>	22
	<i>Chauffage central individuel électrique</i>	85
	<i>Chauffage central individuel autre énergie</i>	167
	<i>Chauffage central collectif</i>	34
Ressources du ménage	<i>Moins de 535 €</i>	9
	<i>De 535 € à 1099 €</i>	28
	<i>De 1100 à 1 499 €</i>	48
	<i>De 1 500 à 2 099 €</i>	51
	<i>De 2 100 à 2 599 €</i>	46
	<i>De 2 600 à 3 199 €</i>	37
	<i>De 3 200 à 5 299 €</i>	45
	<i>De 5 300 à 7 599 €</i>	12
<i>7 600 € et plus</i>	5	
Zones climatiques <sup>15</sup>	<i>H1</i>	170
	<i>H2</i>	112
	<i>H3</i>	26

<sup>14</sup> Registre public sur lequel sont inscrites avec précision les propriétés foncières d'une commune (source : [www.linternaute.com](http://www.linternaute.com))

<sup>15</sup> Voir en annexe la répartition des zones climatiques.

Les variables fournies ont été pondérées selon la méthode de calage sur marge. Après avoir supprimé les non réponses dans le questionnaire, les poids ont été recalculés en appliquant la méthode du prorata. Par ailleurs, les poids ont été normalisés avant de réaliser les régressions économétriques.

## II.2. Analyse des données

D'après le tableau 3, la température moyenne est légèrement supérieure à 19°C dans la chambre et la cuisine. Elle est supérieure de plus de 1,5°C dans le séjour. Les températures maximales sont élevées, à plus de 25°C. En moyenne, les ménages ne semblent pas appliquer la réglementation limitant la température de chauffage à 19°C, d'où l'intérêt de comprendre les déterminants des températures.

**Tableau 3 : Températures de chauffage par pièce**

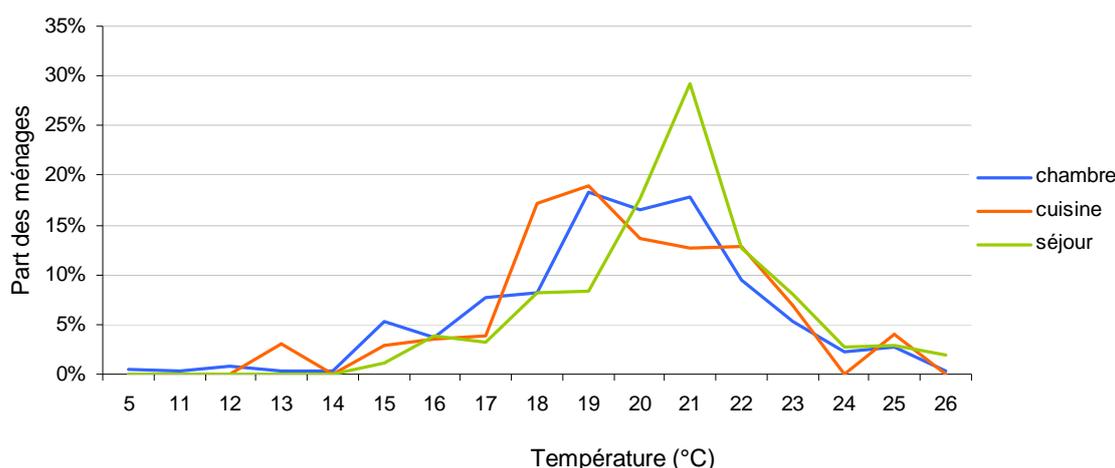
	Effectif	Température moyenne (°C)	Température minimale (°C)	Température maximale (°C)
Chambre	308	19,5	5,4	25,5
Cuisine	92	19,5	12,5	24,9
Séjour	263	20,6	14,9	25,5

Source : OQAI, calcul CGDD

Le graphique 1 permet de mieux observer la distribution des températures de chauffage adoptées par les ménages. Il apparaît que la température la plus souvent enregistrée (le mode) diffère d'une pièce à l'autre. Dans la cuisine, le mode de température se situe à 19°C avec 19 % des ménages. La moitié des ménages fixe une température supérieure à 19°C dans la cuisine.

Dans le séjour, le mode se trouve à une température de 21°C avec près de 30 % des ménages. 75 % des ménages chauffent à plus de 19°C dans le séjour. Ils sont un peu plus de 50 % en pour la chambre. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les ménages passent habituellement plus de temps dans le séjour que dans la chambre.

**Graphique 1 : Répartition des températures adoptées par les ménages**



Source : OQAI, calcul CGDD

Par la suite, les caractéristiques des ménages (âge de la personne de référence, sexe, revenu...) et des logements (type de logement, période de construction du bâtiment...) sont étudiées pour chaque pièce.

## II.2.1. Températures adoptées par les ménages dans la chambre

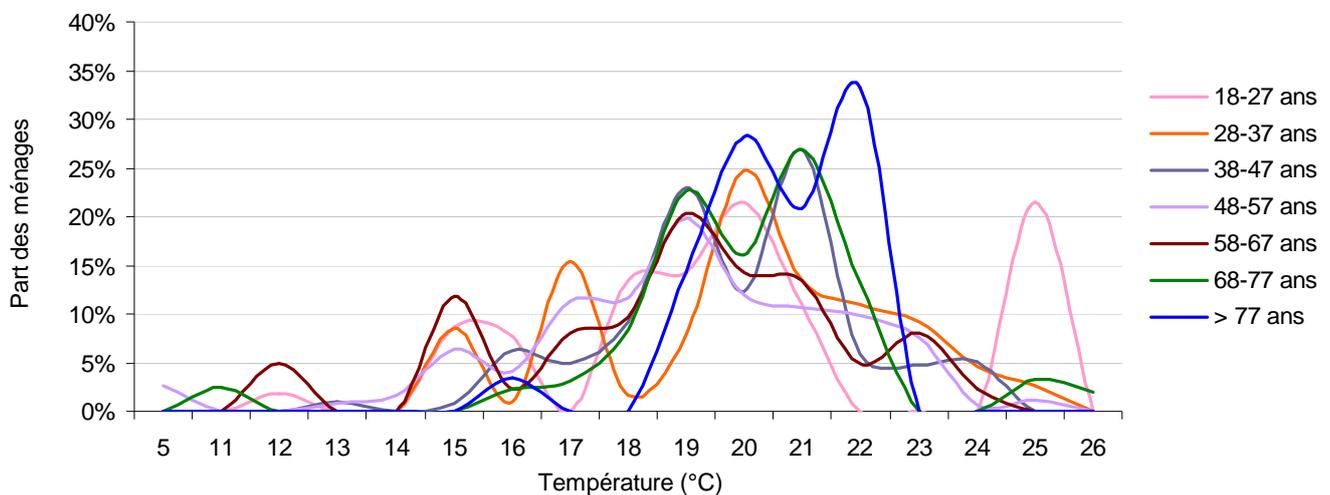
La température la plus observée dans la chambre s'élève à 20°C (20 % des ménages). Au total, 45 % des ménages chauffent à une température inférieure ou égale à 19°C, alors que 55 % d'entre eux préfèrent fixer une température supérieure à 19°C.

### a. Caractéristiques du ménage

Cavaihes, Joly, Brossard, Cardot, Hilal et Wavresky suggèrent que les femmes sont plus sensibles au froid que les hommes. Or, d'après l'analyse des données OQAI, 23 % des hommes chauffent à 20°C contre 8 % des femmes, et 18 % des hommes chauffent à 19°C contre 25 % des femmes.

Concernant l'âge, la température la plus souvent enregistrée se trouve entre 19°C et 20°C pour la majorité des tranches d'âge. La distribution des températures des personnes âgées de plus de 77 ans est plus concentrée que les autres classes d'âge, entre 19 et 23°C. Les 18-27 ans enregistrent leur mode de température à deux niveaux de température (20°C et 25°C). Chaque catégorie d'âge peut avoir des raisons différentes pour se chauffer à plus de 19°C : les jeunes parce qu'ils passent beaucoup de temps dans leurs chambres, les personnes âgées car elles sont plus sensibles au froid, et les tranches d'âge restantes si des enfants sont par exemple présents au sein du ménage.

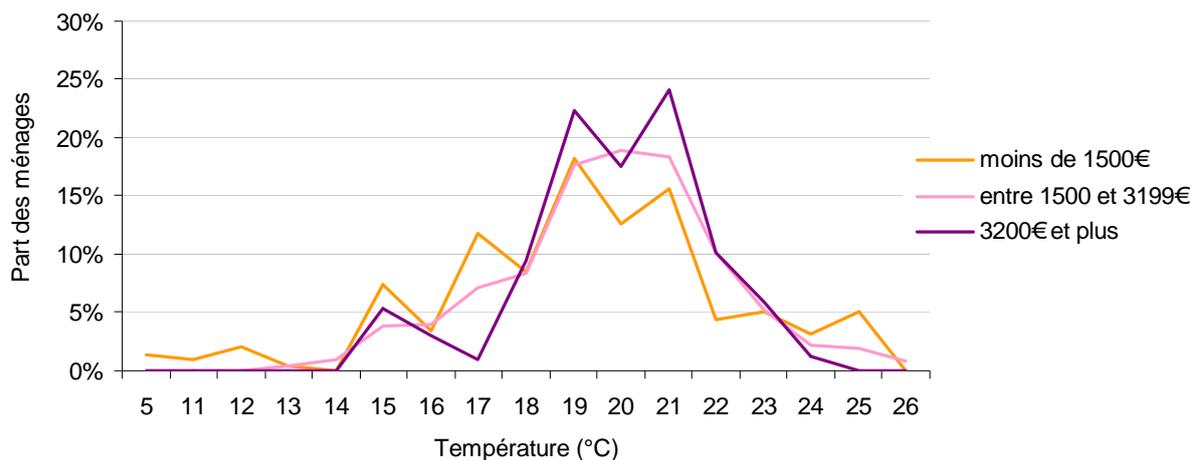
Graphique 2 : Température de chauffage de la chambre et âge de la personne de référence



Source : OQAI, calcul CGDD

En moyenne, plus le revenu augmente, plus le ménage semble se chauffer sa chambre. Les écarts entre les différentes classes restent toutefois modérés. 39 % des ménages ayant un revenu inférieur à 1 500 € chauffent à une température comprise entre 17 et 19°C. Ils sont moins nombreux, 33 %, à se chauffer à des températures comprises entre 20 et 23°C. Les ménages ayant un revenu compris entre 1 500 et 3 200 € et ceux gagnant plus de 3 200 € sont chacun 33 % à se chauffer entre 17 et 19°C. Ils sont plus nombreux à se chauffer entre 20 et 23°C. 47 % des ménages avec un revenu entre 1 500 et 3 200 € chauffent à ces niveaux plus élevés de température. Les ménages les plus aisés, avec plus de 3 200 € de revenus mensuels, sont relativement plus nombreux puisqu'ils sont 52 % à se chauffer dans cette fourchette élevée de températures (Graphique 3).

Graphique 3 : Température de chauffage dans la chambre par tranche de revenu mensuel des ménages

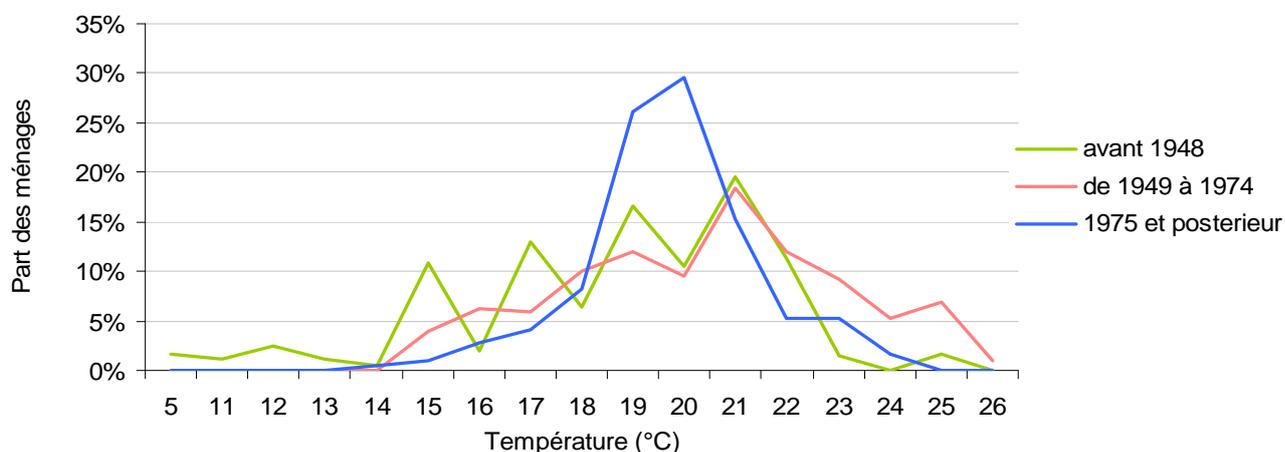


Source : OQAI, calcul CGDD

### b. Caractéristiques du logement

Comme évoqué dans la revue bibliographique, l'un des facteurs expliquant la température de chauffage est probablement la date de construction du logement. En moyenne, les consommations des bâtiments construits avant 1975 sont plus importantes que les consommations des bâtiments construits après cette période. Ceci est dû à l'apport des réglementations thermiques successives, qui, à partir de 1974, ont imposé des exigences pour les performances des bâtiments neufs. On note aussi que les bâtiments construits avant 1948 possèdent un comportement thermique différent des bâtiments construits entre 1948 et 1975, qui les rend moins consommateurs. Cela peut s'expliquer par le fait que, après Guerre, il a fallu reconstruire les bâtiments au plus vite, avec des matériaux peu coûteux et de faible performance thermique. La situation était différente avant Guerre, lorsque la construction des bâtiments se faisait avec des matériaux de meilleure performance thermique.

Graphique 4 : Température de chauffage de la chambre par date de construction du logement



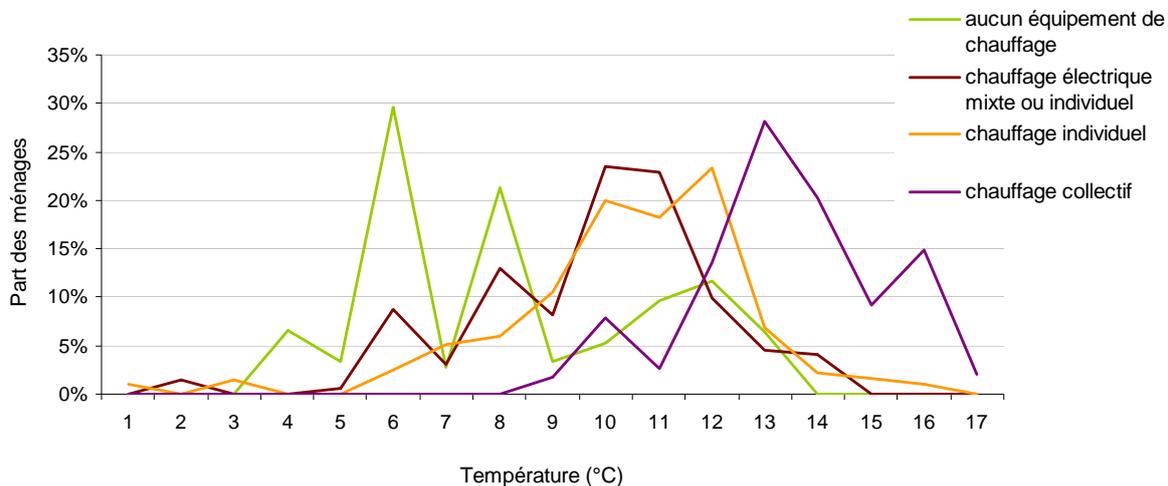
Source : OQAI, calcul CGDD

Le graphique 4 ci dessus ne permet toutefois pas de confirmer définitivement ce scénario. La répartition des températures de la chambre dans les logements construits avant 1948 est très large. La température moyenne des logements construits entre 1949 et 1974 (20°C) est supérieure à celle des logements construits antérieurement (19°C). Dans les logements construits post-1974, la température est moins dispersée (20°C).

La température de chauffage adoptée par les ménages varie aussi selon l'équipement de chauffage (graphique 5). Le mode est à 22°C pour 28 % des ménages ayant un chauffage collectif. Les frais de ces derniers sont souvent répartis entre les copropriétaires suivant la surface habitable du logement. Les ménages peuvent alors avoir tendance à consommer plus d'énergie car le coût de leurs surconsommations est supporté par l'ensemble de la copropriété. Lorsque le chauffage est individuel, le ménage est facturé en fonction de ses propres consommations. Il est alors plus sensibilisé à sa consommation

énergétique, d'où une part importante de ces ménages chauffant à une moindre température que les ménages qui ont un chauffage collectif. 23 % des ménages qui ont un chauffage individuel chauffent en effet à 20°C, température qui reste toutefois élevée. Par ailleurs, près de 70 % des ménages ne possédant pas de chauffage central ont une température inférieure à 19°C dans leurs chambres. D'autre part, 28 % des ménages ayant une cheminée chauffent à 21°C alors que le mode de température est enregistré à 19°C pour les ménages qui n'ont pas de cheminée.

**Graphique 5 : Température de chauffage de la chambre par type de chauffage**



Source : OQAI, calcul CGDD

La réalisation de travaux d'isolation, d'amélioration des menuiseries extérieures et des parois vitrées permet de diminuer la consommation énergétique. Le niveau de température dans la chambre semble cependant relativement indépendant de la réalisation de travaux d'isolation. 55 % des ménages chauffent à plus de 19°C quand des travaux de rénovation thermique ont été réalisés. Ils sont 53 % lorsqu'aucune rénovation n'a été réalisée.

Dans la chambre, la température diminue légèrement lorsque des travaux d'isolation sont réalisés : -0,2°C pour atteindre une moyenne de 19,4 °C lorsque des travaux d'isolation ont été réalisés.

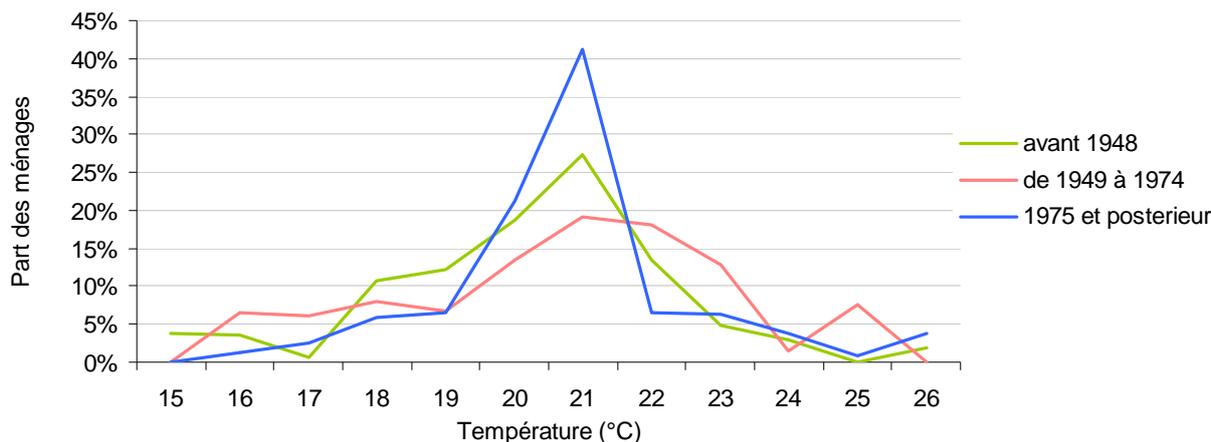
### II.2.2. Températures adoptées par les ménages dans le séjour

Dans le séjour, 29 % des ménages chauffent à une température de 21°C. Seul un quart chauffe à une température inférieure ou égale à 19°C et 75 % à plus de 19°C. C'est dans cette pièce que la part des ménages qui chauffent à plus de 19°C est la plus importante.

Dans cette pièce, le sexe ne semble pas avoir d'impact sur la température adoptée par les ménages, hommes et femmes chauffant à une température de 21°C avec une part respective de 28 % et 31 %. Concernant le revenu, la température de chauffage varie selon chaque tranche de revenu. Si 68 % des ménages gagnant moins de 1 500 € par mois chauffent à plus de 19°C, ils sont 81 % parmi les ménages avec un revenu mensuel supérieur à 3 200 €. Concernant l'âge, 95 % des personnes de plus de 77 ans chauffent leur séjour à plus de 19°C. Ce sont les 48-57 ans qui ont le plus tendance à se chauffer leur séjour à 19°C ou moins (38 % d'entre eux). A nouveau, il n'y a pas de relation monotone entre l'âge et le niveau de température enregistré.

Quant aux caractéristiques du logement (voir graphique 6), 27 % des ménages vivant dans des bâtiments construits avant 1948 et 41 % de ceux dans des logements construits après 1975 chauffent à une température de 21°C. La température du séjour dans les logements construits entre 1949 et 1974 est répartie de manière plus large entre 20 et 23°C.

**Graphique 6 : Température de chauffage du séjour par date de construction du logement**

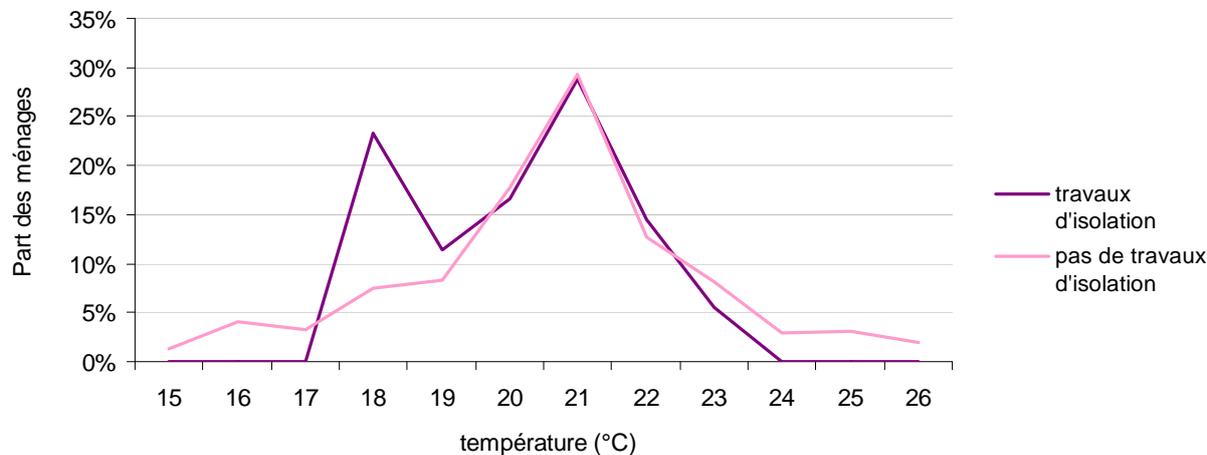


Source : OQAI, calcul CGDD

Par ailleurs, le mode de températures, à 21°C, est le même pour tous les types de chauffage (35 % des ménages ayant un chauffage individuel électrique, 30 % de ceux ayant un chauffage individuel autre énergie et 26 % des ménages ayant un chauffage collectif). Près de 70 % des ménages qui ont un chauffage individuel au butane ou propane chauffent à 21°C. La proportion est moins élevée pour les autres énergies : 33 % pour le chauffage individuel au gaz, 23 % pour le chauffage individuel ou fioul. Plus de la moitié (53 %) des ménages dans une maison individuelle chauffent son séjour à 19°C ou moins. C'est l'inverse dans les logements collectifs où 56 % des ménages chauffent à plus de 19°C.

Dans le séjour, le fait d'avoir réalisé des travaux d'isolation orienterait très légèrement à la baisse la température. Après travaux d'isolation, la température est de 20,1°C, elle est de 20,7°C sans travaux.

**Graphique 7 : Température de chauffage dans le séjour et travaux d'isolation**



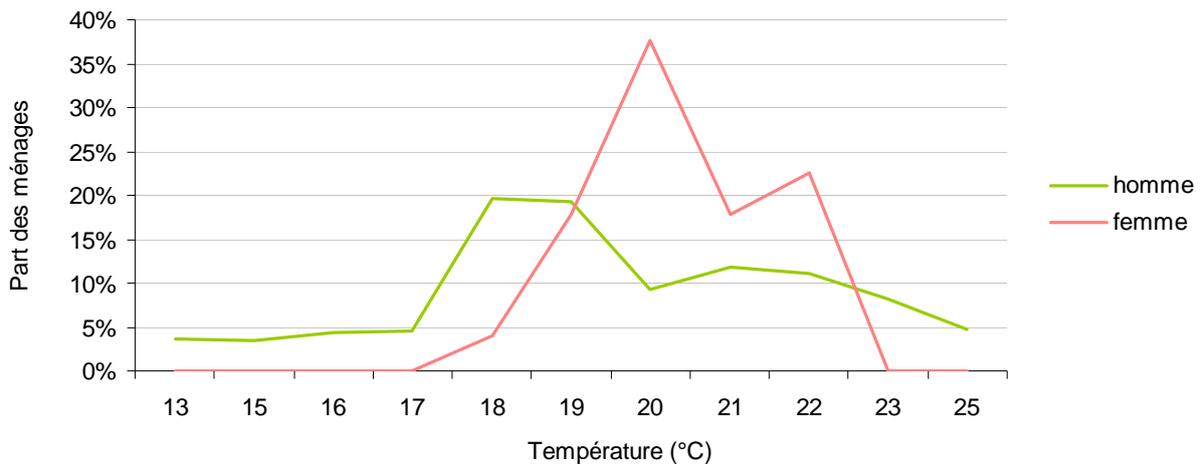
Source : OQAI, calcul CGDD

### II.2.3. Températures adoptées par les ménages dans la cuisine

Concernant la cuisine, 19 % des ménages chauffent à 19°C. La moitié des ménages chauffent au dessus de cette température.

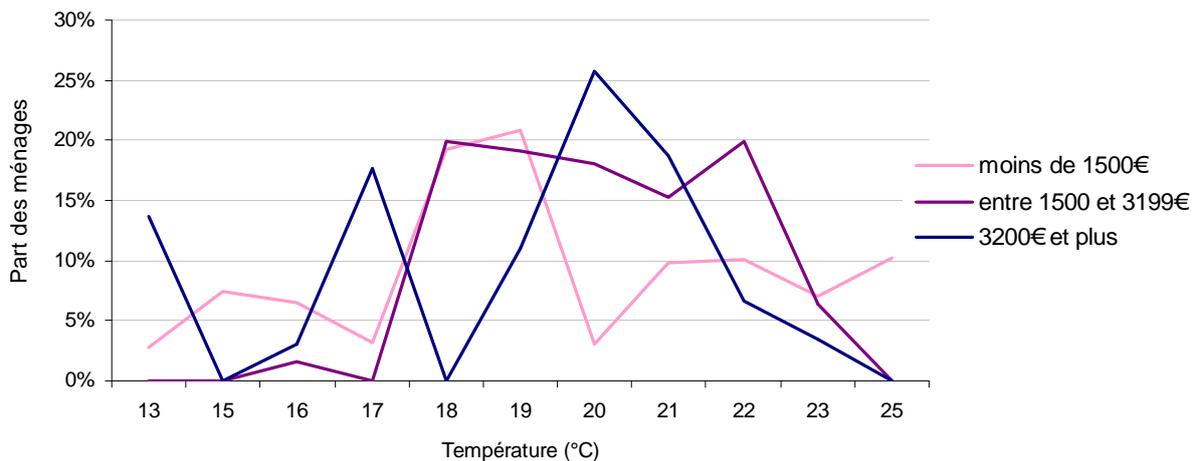
Selon le sexe, le niveau de température dans la cuisine est sensiblement variable. Près de 40 % des hommes chauffent leur cuisine à une température comprise entre 18 et 19°C tandis que pour 78 % des femmes, la température de cette pièce est comprise entre 20 et 22°C (dont 38 % à 20°C). Concernant le revenu, 40 % des ménages ayant un revenu inférieur à 3 200 € chauffent entre 18 et 19°C, tandis que 45 % des ménages ayant un revenu supérieur à 3 200 € chauffent entre 20 et 21°C.

Graphique 8 : Température de chauffage dans la cuisine selon le sexe



Source : OQAI, calcul CGDD

Graphique 9 : Température dans la cuisine par tranche de revenu des ménages



Source : OQAI, calcul CGDD

Un tiers des ménages qui vivent dans des logements construits avant 1948 chauffent leur cuisine à plus de 19°C. Ils sont près de deux tiers lorsque le logement est construit après 1948. Plus de 90 % des ménages ayant un chauffage collectif chauffent à plus de 19°C. 60 % de ces ménages chauffent leur cuisine entre 22 et 23°C. Les ménages qui ont un chauffage électrique individuel limitent davantage le niveau de température dans leur cuisine. Près de 60 % d'entre eux chauffent entre 17 et 19°C.

Quand des travaux d'isolation ont été réalisés, la température enregistrée dans la cuisine semble avoir tendance à être plus élevée : 65 % des ménages qui ont réalisé des travaux d'isolation chauffent leur cuisine à plus de 21°C alors qu'ils sont à peine 21 % à se chauffer à ces niveaux de température en l'absence de travaux d'isolation.

Dans la cuisine, contrairement à la chambre et au séjour, la température augmente légèrement lorsque des travaux d'isolation sont réalisés : +0,4°C pour atteindre une moyenne de 19,9 °C lorsque des travaux d'isolation ont été réalisés.

### III. Etude économétrique

Pour expliquer les températures de chauffage adoptées par les ménages en France, une première méthode a consisté à appliquer un modèle d'analyse de la variance (ANOVA) sous forme de régression linéaire. Des régressions logistiques ont ensuite été réalisées.

#### III.1. Régressions linéaires

Une variable dépendante quantitative (la température) et plusieurs variables explicatives qualitatives sont à disposition. Pour mesurer l'impact des variables qualitatives, celles-ci ont été transformées en variables artificielles prenant la valeur 0 ou 1, 1 signifiant la présence d'une caractéristique et 0 l'absence de celle-ci. Ces variables sont appelées des « variables muettes ». Plusieurs modèles d'analyse de la variance (ANOVA) ont ensuite été testés. Le but est de savoir de combien augmente ou diminue la température par rapport à la catégorie de référence selon chaque modalité des variables explicatives. Les résultats qui sont présentés dans la table ci-dessous ont été sélectionnés grâce à la méthode pas à pas (« stepwise »). Cette méthode est une version combinée des procédures « backward » et « forward ». A chaque pas, la sélection est faite suivant un critère d'entrée et l'élimination suivant un critère de sortie.

Le tableau 4 présente 12 régresseurs qualitatifs et leurs modalités. Pour éviter toute colinéarité, lorsque  $n$  modalités existent pour une variable, seules  $n-1$  variables muettes sont introduites. La  $n$ -ième modalité fait alors partie de la catégorie de référence.

**Tableau 4 : Analyse de la variance entre la température adoptée par les ménages et les variables explicatives qualitatives**

		Cuisine	Séjour	Chambre	Chambre et séjour*
Nombre d'observations		79	220	264	484
Variables					
Constante		21.0*** (0.41)	20.0*** (0.24)	18.7*** (0.30)	19.4*** (0.21)
Type de logement	<i>Individuel</i>	!	!	!	!
	<i>Collectif</i>	—	—	—	—
Construction des bâtiments	<i>Avant 1948</i>	!	!	!	!
	<i>De 1949 à 1974</i>	—	—	0.6* (0.38)	—
	<i>Après 1975</i>	—	0.6** (0.27)	0.95*** (0.37)	0.7*** (0.23)
Travaux de réhabilitation	<i>Oui</i>	!	!	!	!
	<i>Non</i>	—	—	—	—
Equipement en chauffage central	<i>Aucun</i>	—	-1.6*** (0.57)	-1.5** (0.69)	1.2*** (0.50)
	<i>Chauffage central individuel électrique</i>	—	—	—	—
	<i>Chauffage central individuel autre énergie</i>	!	!	!	!
	<i>Chauffage central collectif</i>	—	2.3*** (0.36)	2.9*** (0.45)	2.6*** (0.30)
Type de combustible pour le chauffage central	<i>Fioul domestique</i>	—	—	—	—
	<i>Butane ou propane</i>	—	—	—	—
	<i>Gaz de réseau</i>	!	!	!	!
	<i>Charbon, Bois, Electricité, Autre cas</i>	—	—	-2.6*** (0.89)	-1.2*** (0.56)
	<i>Réponse sans objet 16</i>	—	—	-0.95*** (0.36)	-0.8*** (0.26)

<sup>16</sup> La réponse sans objet correspond aux questions qui n'ont pas à être posées. Ici, cette modalité indique que le logement du ménage n'est pas équipé d'un chauffage central.

Travaux d'isolation	<i>Oui</i>	—	—	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!	!
Travaux sur les menuiseries	<i>Oui</i>	-1.6 <sup>**</sup> (0.74)	—	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!	!
Logement équipé d'une cheminée	<i>Oui</i>	-1.6 <sup>***</sup> (0.47)	0.4 <sup>*</sup> (0.26)	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!	!
Personnes constituant le ménage	<i>1</i>	-2.5 <sup>***</sup> (0.47)	—	—	—
	<i>2</i>	!	!	!	!
	<i>3</i>	-1.3 <sup>**</sup> (0.65)	—	1.1 <sup>***</sup> (0.41)	0.75 <sup>***</sup> (0.29)
	<i>4</i>	1.5 <sup>***</sup> (0.6)	—	0.9 <sup>**</sup> (0.43)	0.7 <sup>***</sup> (0.31)
	<i>5 et plus</i>	—	—	—	—
Ressources du ménage	<i>Moins de 535 €</i>	—	1.2 <sup>**</sup> (0.58)	—	—
	<i>De 535 € à 1099 €</i>	2.5 <sup>***</sup> (0.58)	—	—	-0.9 <sup>***</sup> (0.27)
	<i>De 1100 à 1499 €</i>	-1.7 <sup>***</sup> (0.47)	0.9 <sup>***</sup> (0.32)	—	—
	<i>De 1500 à 2099 €</i>	!	!	!	!
	<i>De 2100 à 2599 €</i>	—	—	—	—
	<i>De 2600 à 3199 €</i>	—	—	—	—
	<i>De 3200 à 5299 €</i>	—	—	—	—
	<i>De 5300 à 7599 €</i>	—	—	—	—
Age de la personne de référence	<i>18-27ans</i>	—	—	—	—
	<i>28-37ans</i>	—	-0.7 <sup>**</sup> (0.32)	—	—
	<i>38-47ans</i>	—	—	—	—
	<i>48-57ans</i>	!	!	!	!
	<i>58-67ans</i>	0.9 <sup>*</sup> (0.48)	—	—	—
	<i>68-77ans</i>	1.2 <sup>***</sup> (0.47)	—	—	0.5 <sup>*</sup> (0.29)
	<i>78 et plus</i>	—	—	1.8 <sup>***</sup> (0.74)	1.55 <sup>***</sup> (0.47)
Zones climatiques <sup>17</sup>	<i>H1</i>	!	!	!	!
	<i>H2</i>	-1.3 <sup>***</sup> (0.41)	-0.9 <sup>***</sup> (0.27)	—	-0.4 <sup>*</sup> (0.23)
	<i>H3</i>	-2.2 <sup>***</sup> (0.58)	—	1.3 <sup>***</sup> (0.49)	1.1 <sup>***</sup> (0.33)
Sexe	<i>Homme</i>	!	!	!	!
	<i>Femme</i>	—	—	—	—
Pièce	<i>Chambre</i>	!	!	!	!
	<i>Séjour</i>	—	—	—	—

Note : Ecart type entre parenthèses.

Sélection des variables explicatives par la méthode Stepwise sous SAS.

! Modalité de référence.

— Variables non significatives après sélection des variables.

\*\*\* Significatif au seuil de 1 %

\*\* Significatif au seuil de 5 %

\* Significatif au seuil de 10 %

\*Le modèle chambre et séjour combine les données de température de ces deux pièces.

Guide de lecture : Tous les points d'exclamations regroupent la catégorie de référence. Les ménages de cette dernière adoptent en moyenne une température de 20°C dans le séjour. Concernant la date de construction, un ménage habitant dans un logement construit après 1975 adopte une température supérieure de 0,6°C par rapport à la catégorie de référence.

<sup>17</sup> Voir en annexe la répartition des zones climatiques.

Comme présenté dans le tableau 4, la catégorie de référence correspond aux ménages ayant une ressource comprise entre 1 500 € et 2 099 € par mois, constitués de deux personnes dans un logement individuel construit avant 1948. Leurs logements sont équipés d'un chauffage central individuel au gaz, sans cheminée, et ils n'ont réalisé ni travaux de réhabilitation, d'isolation ou de menuiseries. Les personnes de référence composant le ménage sont des hommes âgés entre 48 et 57 ans, et vivent dans la zone climatique H1. Cette catégorie de référence a été sélectionnée car elle représente les modalités qui apparaissent le plus souvent dans la base de données.

La température moyenne adoptée par la catégorie de référence diffère selon chaque pièce : elle est de 18,7°C dans la chambre, de 21,0°C dans la cuisine et de 20,0°C dans le séjour.

Dans la chambre, la température baisse de 1,5°C lorsque le ménage ne possède pas de chauffage central par rapport à une situation où le ménage a un chauffage central individuel. La température augmente de 2,9°C avec la présence d'un chauffage central collectif par rapport à la situation de référence avec un chauffage central individuel. Lorsque l'énergie utilisée est autre que du fioul domestique ou du propane-butane (soit, électricité, bois, charbon, autre), la température diminue de 2,6°C par rapport à l'utilisation de gaz de réseau. Le prix de l'électricité (tableau 5), plus élevé que les autres énergies peut expliquer cet écart. Dans le séjour, l'équipement de chauffage a un effet similaire à celui enregistré dans la chambre alors que pour la cuisine, ces variables d'équipement et d'énergie de chauffage ne sont pas significatives.

**Tableau 5 : Prix des énergies (€TTC/kWh) en 2011**

Electricité	0,134
Gaz	0,070
Fioul	0,089

Source : Base de données Pégase

Concernant la ressource du ménage, la modalité « revenu compris entre 1 100 € et 1 499 € » est significative pour la cuisine et le séjour, où la température moyenne est inférieure de 1,7°C dans la cuisine mais supérieure de 0,9°C dans le séjour par rapport à la catégorie de référence. D'autres régressions ont été testées en introduisant la variable de revenu comme un variable continue. Dès lors, la variable de revenu ne ressort comme significative que pour la chambre et le cas mixte chambre-séjour. Cet effet revenu est très faible et vite plafonné car, en supprimant les revenus inférieurs à 1 099 €, la variable apparaît très vite comme non significative (tableau 6 ci-dessous).

La température adoptée par les ménages diffère selon chaque pièce suivant la zone climatique. Par exemple, dans la chambre, les ménages vivant dans la zone climatique H3 (sud de la France) ont une température moyenne supérieure de 1,3°C par rapport à la catégorie de référence, soit de 20,0°C. A l'inverse, dans la cuisine, en zone H3 la température diminue de 2,2°C par rapport à la zone climatique de référence. .

Dans la chambre, lorsque le ménage est constitué de 3 personnes, la température moyenne est supérieure de 1,1°C par rapport à la catégorie de référence où deux personnes composent le ménage ; lorsqu'ils sont 4, elle est supérieure de 0,9°C. L'effet est différent dans la cuisine où la température augmente de 1,5°C avec quatre personnes par rapport à la situation de référence. Il semble difficile d'affirmer qu'il existe une relation monotone entre le nombre de personnes constituant le ménage et la température dans la pièce.

La date de construction des logements est significative pour le séjour et la chambre : la température moyenne des ménages vivant dans un bâtiment construit entre 1949 à 1974 est supérieure d'environ 0,6°C à celle des bâtiments construits avant 1945 dans la chambre. Cette température est supérieure de 0,95°C et 0,6°C respectivement dans les chambres et séjours des bâtiments construits après 1975.

**Tableau 6 : Analyse de la variance entre la température adoptée par les ménages et les variables explicatives qualitatives en introduisant le revenu comme variable continue**

		Chambre et séjour	Chambre et séjour en supprimant la 1 <sup>ère</sup> tranche de revenu	Chambre et séjour en supprimant les deux 1 <sup>ères</sup> tranches de revenu
Nombre d'observations		484	471	422
Variables				
Constante		18.7*** (0.23)	18.7*** (0.25)	20.1*** (0.18)
Type de logement	<i>Individuel</i>	!	!	!
	<i>Collectif</i>	—	—	—
Construction des bâtiments	<i>Avant 1948</i>	!	!	!
	<i>De 1949 à 1974</i>	—	—	—
	<i>Après 1975</i>	0.8*** (0.23)	0.8*** (0.24)	—
Travaux de réhabilitation	<i>Oui</i>	!	!	!
	<i>Non</i>	—	—	0.4** (0.21)
Équipement en chauffage central	<i>Aucun</i>	-1.1** (0.51)	-1.2** (0.55)	-2.9*** (0.48)
	<i>Chauffage central individuel électrique</i>	—	—	-0.7*** (0.24)
	<i>Chauffage central individuel autre énergie</i>	!	!	!
	<i>Chauffage central collectif</i>	2.9*** (0.29)	2.4*** (0.32)	1.6*** (0.30)
Type de combustible pour le chauffage central	<i>Fioul domestique</i>	—	—	—
	<i>Butane ou propane</i>	—	—	—
	<i>Gaz de réseau</i>	!	!	!
	<i>Charbon, Bois, Electricité, Autre cas</i>	-1.2** (0.57)	-1.2** (0.57)	-1.1** (0.50)
	<i>Réponse sans objet</i> <sup>18</sup>	-0.8*** (0.26)	-0.8*** (0.26)	—
Travaux d'isolation	<i>Oui</i>	—	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!
Travaux sur les menuiseries	<i>Oui</i>	—	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!
Logement équipé d'une cheminée	<i>Oui</i>	—	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!
Personnes constituant le ménage	<i>1</i>	—	—	—
	<i>2</i>	!	!	!
	<i>3</i>	0.8*** (0.29)	0.8*** (0.30)	0.5* (0.26)
	<i>4</i>	0.7** (0.32)	0.8*** (0.31)	—
	<i>5 et plus</i>	—	—	—
Ressources du ménage	<i>Prenant en compte tous les revenus</i>	0.00014** (0.00)	—	—
	<i>En excluant les revenus inférieurs à 535 €</i>	—	0.00018*** (0.00)	—
	<i>En excluant les revenus inférieurs à 1 099 €</i>	—	—	—

<sup>18</sup> La réponse sans objet correspond aux questions qui n'ont pas à être posées. Ici, cette modalité indique que le logement du ménage n'est pas équipé d'un chauffage central.

Age de la personne de référence	<i>18-27ans</i>	—	—	-1.3*** (0.43)
	<i>28-37ans</i>	—	—	—
	<i>38-47ans</i>	—	—	—
	<i>48-57ans</i>	!	!	!
	<i>58-67ans</i>	—	—	—
	<i>68-77ans</i>	0.55** (0.29)	0.8*** (0.30)	—
	<i>78 et plus</i>	1.8*** (0.47)	1.8*** (0.48)	1.0** (0.43)
Zones climatiques	<i>H1</i>	!	!	!
	<i>H2</i>	—	-0.4* (0.23)	-0.6*** (0.22)
	<i>H3</i>	1.4*** (0.32)	0.9** (0.39)	0.8** (0.36)
Sexe	<i>Homme</i>	!	!	!
	<i>Femme</i>	—	—	—
Pièce	<i>Chambre</i>	!	!	!
	<i>Séjour</i>	—	—	—

Note : Ecart type entre parenthèses.

Sélection des variables explicatives par la méthode Stepwise sous SAS.

! Modalité de référence.

— Variables non significatives après sélection des variables.

\*\*\* Significatif au seuil de 1 %

\*\* Significatif au seuil de 5 %

\* Significatif au seuil de 10 %

Enfin, les régressions présentées ci-dessus ont été réalisées en tenant compte de l'ensemble des températures relevées. Or, dans la chambre, 8 observations enregistrent des températures inférieures à 15°C<sup>19</sup>, ce qui peut sembler très faible. Les résultats présentés dans le tableau 7 sont obtenus en supprimant ces données extrêmes.

<sup>19</sup> Aucune observation n'est inférieure à 15°C dans le séjour. Seules 3 observations sont inférieures à 15°C dans la cuisine. Les supprimer ne change pas sensiblement les résultats.

Tableau 7 : Analyse de la variance entre la température adoptée par les ménages et les variables explicatives qualitatives en supprimant les observations inférieures à 15°C

		Chambre
Nombre d'observations		256
Variables		
Constante		19.6*** (0.20)
Type de logement	<i>Individuel</i>	!
	<i>Collectif</i>	—
Construction des bâtiments	<i>Avant 1948</i>	!
	<i>De 1949 à 1974</i>	—
	<i>Après 1975</i>	—
Travaux de réhabilitation	<i>Oui</i>	!
	<i>Non</i>	—
Équipement en chauffage central	<i>Aucun</i>	—
	<i>Chauffage central individuel électrique</i>	—
	<i>Chauffage central individuel autre énergie</i>	!
	<i>Chauffage central collectif</i>	2.8*** (0.34)
Type de combustible pour le chauffage central	<i>Fioul domestique</i>	—
	<i>Butane ou propane</i>	—
	<i>Gaz de réseau</i>	!
	<i>Charbon, Bois, Électricité, Autre cas</i>	-2.3*** (0.73)
	<i>Réponse sans objet 20</i>	-1.2*** (0.25)
Travaux d'isolation	<i>Oui</i>	—
	<i>Non</i>	!
Travaux sur les menuiseries	<i>Oui</i>	—
	<i>Non</i>	!
Logement équipé d'une cheminée	<i>Oui</i>	—
	<i>Non</i>	!
Personnes constituant le ménage	<i>1</i>	-1.1*** (0.27)
	<i>2</i>	!
	<i>3</i>	0.7** (0.32)
	<i>4</i>	—
	<i>5 et plus</i>	—
Ressources du ménage	<i>Moins de 535 €</i>	—
	<i>De 535 € à 1 099 €</i>	—
	<i>De 1 100 à 1 499 €</i>	—
	<i>De 1 500 à 2 099 €</i>	!
	<i>De 2 100 à 2 599 €</i>	—
	<i>De 2 600 à 3 199 €</i>	—
	<i>De 3 200 à 5 299 €</i>	0.6* (0.34)
	<i>De 5 300 à 7 599 €</i>	—
<i>7 600 et plus</i>	—	

<sup>20</sup> La réponse sans objet correspond aux questions qui n'ont pas à être posées. Ici, cette modalité indique que le logement du ménage n'est pas équipé d'un chauffage central.

Age de la personne de référence	18-27ans	—
	28-37ans	—
	38-47ans	—
	48-57ans	!
	58-67ans	—
	68-77ans	0.7** (0.33)
	78 et plus	1.*** (0.58)
Zones climatiques	H1	!
	H2	—
	H3	1.2*** (0.37)
Sexe	Homme	!
	Femme	—

Note : Ecart type entre parenthèses.

Sélection des variables explicatives par la méthode Stepwise sous SAS.

! Modalité de référence.

— Variables non significatives après sélection des variables.

\*\*\* Significatif au seuil de 1 %

\*\* Significatif au seuil de 5 %

\* Significatif au seuil de 10 %

En ne considérant que les chambres chauffées entre 15 et 25°C, deux tranches d'âge deviennent significatives. Les 68-77 ans ont une température moyenne en hausse de 0,7°C par rapport au groupe de référence tandis que les plus de 77 ans ont une température supérieure de 1,7°C.

L'introduction de la variable « revenu » en continu ne permet pas de faire sortir cette variable comme significative.

Avec ces régressions, les coefficients évoluent légèrement mais restent dans le même ordre de grandeur que lorsque toutes les températures sont retenues.

### III.2. Régressions logistiques

Lorsqu'il s'agit d'étudier le comportement des ménages, les variables sont souvent de nature qualitative. Dans ce cas, l'étude de l'effet d'une variable conditionnellement aux variables introduites dans le modèle est nécessaire. Cette étude peut être réalisée grâce aux régressions logistiques. C'est ce qui est présenté dans ce paragraphe.

La régression logistique s'utilise lorsque la variable à expliquer (variable dépendante Y) est qualitative. Les variables explicatives sont celles susceptibles d'influencer la venue d'un événement. La variable dépendante représente cet événement. L'intérêt de cette technique est de quantifier la force de l'association entre chaque variable indépendante et la variable dépendante, en tenant compte de l'effet des autres variables intégrées dans le modèle. Les coefficients estimés par le modèle sont liés mathématiquement à l'odds-ratio (ou rapport des cotes) qui représente la force de l'association entre un facteur et un événement.

Dans le cas où les variables dépendantes Y et X sont binaires (x=1 si l'événement se produit, x=0 sinon).

L'odds est le rapport des probabilités  $P(Y=1/x=1) / P(Y=0/x=1)$ .

L'odds-ratio (OR) est le rapport des deux odds soit :

$$OR = \frac{P(Y = 1 / x = 1) / P(Y = 0 / x = 1)}{P(Y = 1 / x = 0) / P(Y = 0 / x = 0)}$$

Afin d'estimer le modèle par une régression logistique, la variable quantitative « température » a été transformée en variable qualitative. Pour ce faire, elle a été regroupée en trois modalités : température inférieure ou égale à 19°C, température comprise entre 19°C et 22°C, et température supérieure ou égale à 22°C. La méthode Stepwise (pas à pas) a été retenue pour sélectionner les variables explicatives de la régression logistique. Cette sélection se fait selon la statistique de Wald qui suit une loi du khi-2. Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous sont des odds ratios, ou rapports de cote pour les modalités significatives.

Tableau 8 : Régressions logistiques

		Cuisine		Séjour		Chambre	
Température de référence : $\geq 22^{\circ}\text{C}$		$\leq 19^{\circ}\text{C}$	$>19^{\circ}\text{C}$ et $< 22^{\circ}\text{C}$	$\leq 19^{\circ}\text{C}$	$>19^{\circ}\text{C}$ et $< 22^{\circ}\text{C}$	$\leq 19^{\circ}\text{C}$	$>19^{\circ}\text{C}$ et $< 22^{\circ}\text{C}$
Type de logement	<i>Individuel</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>Collectif</i>	—	—	—	—	0.3	0.2
Construction des bâtiments	<i>Avant 1948</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>De 1949 à 1974</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>Après 1975</i>	—	—	—	—	—	—
Travaux de réhabilitation	<i>Oui</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>Non</i>	—	—	—	—	—	—
Équipement en chauffage central	<i>Aucun</i>	1.0	0.4	2.5	0.2	2.8	0.55
	<i>Chauffage électrique</i>	2.4	0.4	1.3	1.0	2.2	1.5
	<i>Chauffage central individuel</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>Chauffage central collectif</i>	0.05	0.07	$<0.001$	0.1	0.04	0.2
Type de combustible pour le chauffage central	<i>Fioul domestique</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>Butane ou propane</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>Gaz de réseau</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>Charbon, Bois, Electricité, Autre cas</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>Réponse sans objet 21</i>	—	—	—	—	—	—
Travaux d'isolation	<i>Oui</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!	!	!	!
Travaux sur les menuiseries	<i>Oui</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!	!	!	!
Logement équipé d'une cheminée	<i>Oui</i>	—	—	0.7	2.1	—	—
	<i>Non</i>	!	!	!	!	!	!
Personnes constituant le ménage	<i>1</i>	—	—	—	—	1.7	0.7
	<i>2</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>3</i>	—	—	—	—	0.3	0.3
	<i>4</i>	—	—	—	—	0.2	0.3
	<i>5 et plus</i>	—	—	—	—	0.3	0.2
Ressources du ménage	<i>Moins de 535 €</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>De 535 € à 1 099 €</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>De 1 100 à 1 499 €</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>De 1 500 à 2 099 €</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>De 2 100 à 2 599 €</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>De 2 600 à 3 199 €</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>De 3 200 à 5 299 €</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>De 5 300 à 7 599 €</i>	—	—	—	—	—	—
<i>7 600 € et plus</i>	—	—	—	—	—	—	
Age de la personne de référence	<i>18-27ans</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>28-37ans</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>38-47ans</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>48-57ans</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>58-67ans</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>68-77ans</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>78 et plus</i>	—	—	—	—	—	—

<sup>21</sup> La réponse sans objet correspond aux questions qui n'ont pas à être posées. Ici, cette modalité indique que le logement du ménage n'est pas équipé d'un chauffage central.

Zones climatiques	<i>H1</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>H2</i>	—	—	—	—	—	—
	<i>H3</i>	—	—	—	—	—	—
Sexe	<i>Homme</i>	!	!	!	!	!	!
	<i>Femme</i>	—	—	—	—	—	—

Note : Les valeurs représentent les rapports de côtes.

Sélection des variables explicatives par la méthode stepwise sous SAS.

! Modalité de référence.

— Variables non significatives après sélection des variables.

Guide de lecture : les ménages qui habitent dans des logements individuels ont 3 fois plus de chance de régler le chauffage à une température inférieure ou égale à 19°C plutôt qu'à une température supérieure ou égale à 22°C par rapport aux ménages habitant dans des logements collectifs.

Pour la cuisine, la table ci-dessus permet d'avancer qu'un ménage qui a un chauffage central individuel électrique a 2,4 fois plus de chance de se chauffer à une température inférieure ou égale à 19°C plutôt qu'à une température de référence supérieure ou égale à 22°C, par rapport à un ménage qui a un chauffage central individuel autre énergie. Cela peut s'expliquer par le fait que l'électricité a un coût plus important. Le résultat est similaire pour la cuisine et le séjour.

Quant au nombre de personnes constituant le ménage, dans la chambre, les odds ratios ont tendance à diminuer lorsque la taille du ménage augmente. Cela signifie que plus le ménage est important, moins il a de chance de chauffer en dessous de 22°C.

## Conclusion

L'objectif de cette étude était de comprendre les déterminants de niveau de température dans les logements et, en particulier, les raisons pour lesquelles les ménages chauffent à une température supérieure à celle recommandée par la loi (19°C). Mettre en évidence les comportements des ménages peut permettre de proposer des solutions adaptées afin d'améliorer le confort, mais aussi de diminuer les consommations énergétiques dans les logements.

Selon les régressions linéaires réalisées pour expliquer les températures de chauffage dans trois différentes pièces, on observe que les déterminants de la température les plus significatifs sont les suivants:

**Table 9 : Synthèse des déterminants significatifs de la température pour chaque pièce**

Chambre	Cuisine	Séjour	Chambre-Séjour
<ul style="list-style-type: none"> <li>- date de construction</li> <li>- type de chauffage</li> <li>- type de combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- travaux sur les menuiseries</li> <li>- cheminée</li> <li>- revenu</li> <li>- nombre de personnes constituant le ménage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- date de construction</li> <li>- type de chauffage</li> <li>- cheminée</li> <li>- revenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- date de construction</li> <li>- type de chauffage</li> <li>- type de combustible</li> <li>- revenu</li> <li>- nombre de personnes constituant le ménage</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- nombre de personnes constituant le ménage</li> <li>- âge</li> <li>- zone climatique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nombre de personnes constituant le ménage</li> <li>- âge</li> <li>- zone climatique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nombre de personnes constituant le ménage</li> <li>- âge</li> <li>- zone climatique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nombre de personnes constituant le ménage</li> <li>- âge</li> <li>- zone climatique</li> </ul>

Ces travaux ne permettent pas toujours de confirmer la significativité des déterminants des niveaux de température identifiés dans la revue bibliographique.

La date de construction, lorsqu'elle est significative, confirme ce qui est affirmé dans d'autres études : la température est plus élevée dans les logements les plus récents. La variable sexe, peu citée dans les études, ne ressort pas non plus dans les estimations économétriques présentées. Quant à l'âge, les régressions ont tendance à confirmer que la température est plus élevée chez les personnes plus âgées. Par ailleurs, rien ne permet de confirmer que les jeunes vivent également dans des logements plus chauffés contrairement à ce qui est suggéré dans la littérature. Le type de chauffage semble jouer un rôle principalement dans la chambre et le séjour. La température y est plus élevée lorsque c'est un chauffage collectif. Il n'est pas significatif dans la cuisine.

D'après les estimations, le type de logement (individuel ou collectif) n'a pas d'impact sur la température. Si pour certains auteurs l'isolation joue un rôle sur les niveaux de température, cette hypothèse n'est pas confirmée avec les travaux économétriques réalisés pour cette étude. La zone climatique où se situe le logement semble être un déterminant significatif même si cette variable est rarement citée dans la littérature. La température dans les chambres est plus élevée dans les régions au climat doux. Quant au revenu, cette variable est rarement significative. Dans le cas où elle est significative, l'effet est très vite plafonné ce qui semble en opposition avec nombre d'auteurs. Enfin, le nombre de personnes dans le ménage, rarement cité, est parfois significatif en particulier dans la cuisine où, plus le ménage est grand, plus la température y est élevée.

## Bibliographie

### Documents servant à la revue bibliographique et à l'interprétation des résultats :

1. Arnault S., Briant P., Devaliere I. « **La précarité énergétique : avoir froid ou dépenser trop pour se chauffer** », Insee Première n°1351, Mai 2011
2. Cavaihès J., Joly D., Brossard T., Cardot H., Hilal M., Wavresky P. « **La consommation d'énergie des ménages en France** », Rapport INRA, Novembre 2011
3. **Chiffres Clés du Bâtiment**, Ademe, 2009
4. Dujin A., Maresca B. « **La température ne dépend pas de la sensibilité écologique** », Consommation et mode de vie n°227 CREDOC, Mars 2010.
5. Dujin A., Moussaoui I. « **Performances énergétiques dans le tertiaire : l'apprentissage des occupants est l'enjeu majeur** », Consommation et mode de vie n°251 Crédoc , Mai 2012.
6. Ghewy X., Gregoire P., Pasquier J-L., Roy A., Sailleau N. « **Consommation des ménages et environnement** », MEDDTL - CGDD - SoeS, Repères, Mars 2011.
7. Giraudet L-G, Guivarvh C., Quirion P., Penot-Antoniou L. « **Évaluation des mesures du Grenelle de l'environnement sur le parc de logements** », Etudes et Documents N°58 CGDD, Novembre 2011.
8. Girault M. « **Les économies de chauffage depuis 25 ans dans le résidentiel** », MEEDAT, Notes de synthèse du SES Juin 2000.
9. Girault M. « **Baisse de la consommation d'énergie de chauffage dans les logements depuis 2001** », MEEDAT, Notes de synthèse du SESP, Septembre 2008.
10. Girault M., Lecouvey F. « **Projection tendancielle de la consommation d'énergie des logements** », Notes de synthèse du SES n°137, Octobre 2001.
11. Gossay J., Lavaissière D., Tabardin J-F., Lob-Ferraggioli J., Tranain C., Vaujany F. « **Logements collectifs surchauffés : comment agir ?** », Institut de l'écologie en milieu urbain.
12. Maresca B., Dujin A., Picard R. « **La consommation d'énergie dans l'habitat entre la recherche de confort et impératif écologique** », CREDOC Département « évaluation des politiques publiques », cahier de recherche n° 264, Décembre 2009.
13. Penot Antoniou L., Têtu P. « **Modélisation économétrique des consommations de chauffage des logements en France** », Etudes et documents n°21, MEEDDM CGDD, Mai 2010.
14. Poquet G., Dujin A. « **Pour les ménages, la recherche du confort prime encore sur les économies d'énergie** » Consommation et mode de vie n°210, CREDOC, Mars 2008.

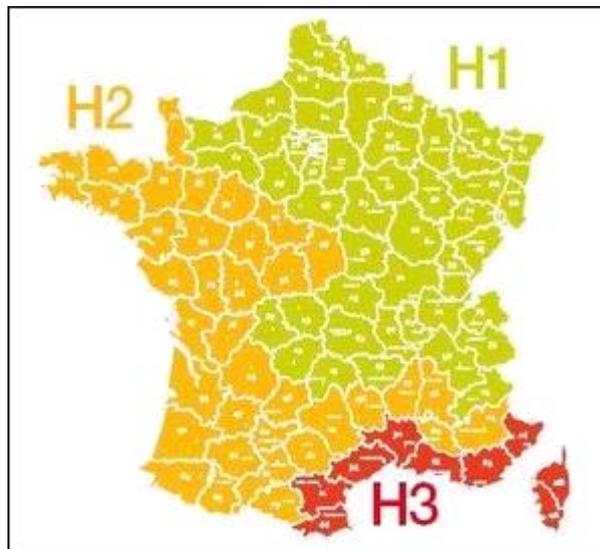
**Documents servant à l'estimation des modèles :**

1. Confais J., Le Guen M. « **Premiers pas en régression linéaire avec SAS** », revue n° 35 MODULAD, 2006.
2. Damodar N. Gujarati, « **Econométrie** », 4<sup>ème</sup> édition, chapitre 9 : **Les modèles de régression à variables muettes**, McGraw-Hill companies Inc, 2003.
3. Grimler G., Le Blanc D., Loullvier S., Marpsat M., Rousse H., Trognon A., Verger D. « **L'économétrie et l'étude des comportements-présentation et mise en œuvre de modèles de régression qualitatifs** », INSEE, Janvier 2000.
4. SAS. France, « **La régression logistique généralisée avec la procédure LOGISTIC** »

**Sitographie :**

1. <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
2. [www.linternaute.com](http://www.linternaute.com)
3. [www.meteorologic.net/climat-francais.php](http://www.meteorologic.net/climat-francais.php)
4. [www.terrealstructure.com](http://www.terrealstructure.com)

## Annexe : Répartition des zones climatiques en France



**Commissariat général au développement durable**

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

Tour Voltaire

92055 La Défense cedex

Tél : 01.40.81.21.22

Retrouvez cette publication sur le site :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/developpement-durable/>

## Résumé

*Avec 66 % des consommations énergétiques du parc résidentiel, le chauffage est l'usage le plus consommateur d'énergie dans ce secteur et représente donc un levier important pour les économies d'énergie. Pour un logement donné, la température des logements représente une bonne approximation des niveaux de consommations énergétiques, sachant qu'une baisse de 1°C induit une baisse de 7 % de la consommation,*

*Cette étude présente les travaux économétriques réalisés pour expliquer les températures de chauffage adoptées par les ménages dans leurs logements sur la base d'une enquête réalisée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. L'objectif est de comprendre les déterminants des températures adoptées et, en particulier, les raisons pour lesquelles les ménages chauffent à une température supérieure à celle recommandée par la loi (19°C).*

*Les résultats mettent en évidence plusieurs variables impactant les niveaux de température telles que le type de chauffage (collectif ou individuel), le revenu, la zone climatique ou le nombre de personnes constituant le ménage.*

*Par conséquent, la mise en œuvre de compteurs individuels lorsque le chauffage est collectif, une campagne ciblée dans les régions à climat doux où les températures des logements sont les plus élevées sont des exemples d'actions qui pourraient être envisagées pour maîtriser la consommation énergétique dans les logements.*



Dépôt légal : Avril 2013  
ISSN : 2102 - 4723

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)