

**Mission de suivi et assistance à la  
construction de bâtiments aquitains  
basse consommation**

Phase de suivi des performances en phase  
exploitation

Mission de suivi et assistance à la construction de bâtiments  
aquitains basse consommation  
Suivi des performances en phase exploitation

**Maître d'ouvrage : GIRONDE HABITAT (33)**  
**Opération : COMPOSTELLE**

Rédaction : Saed RAJI  
Relecture : Marie PAULY

Date : 29 Juillet 2015

<b>1. L'OPERATION ET LA CAMPAGNE DE MESURES.....</b>	<b>3</b>
1.1. Contexte et rappels sur l'opération monitorée.....	3
1.2. Caractéristiques logements.....	5
1.3. Caractéristiques des systèmes.....	6
1.4. Campagne de mesures.....	7
1.4.1. Niveau logement.....	7
1.4.2. -Niveau bâtiment.....	7
1.5. Instrumentations.....	7
1.5.1. Suivi de la consommation électrique.....	7
1.5.2. Consommation d'eau froide et l'ECS.....	8
1.5.3. Consommation électrique de VMC et Auxiliaires.....	8
1.5.4. Suivi du confort dans les logements.....	8
1.5.5. Suivi des conditions météo extérieures.....	9
1.5.6. Description des occupants.....	9
1.6. Période de mesures.....	10
1.7. Méthodologie.....	11
1.7.1. Répartition saisonnière des températures pour le « site monitoré ».....	11
1.7.2. Températures mesurées au cours de semaines représentatives.....	11
<b>2. LE CONFORT THERMIQUE DANS LES LOGEMENTS.....</b>	<b>13</b>
2.1. Répartition saisonnière des températures en occupation.....	13
2.1.1. Séjours.....	13
2.1.2. Chambres de l'appartement 11.....	15
2.1.3. Chambres de l'appartement 14.....	17
2.2. Températures mesurées au cours des semaines représentatives.....	19
2.2.1. Appartement 11.....	19
2.2.2. Appartement 14.....	21
2.3. Analyse du confort par Méthode de Brager.....	24
2.3.1. La méthode.....	24
2.3.2. Appartement 38.....	25
2.3.3. Appartement 14.....	27
2.3.4. Comparaison de confort dans les 2 logements.....	29
2.4. Conclusions sur la partie confort.....	30
<b>3. Consommations énergétiques des logements.....</b>	<b>31</b>
3.1. Indicateurs.....	31
3.2. Consommation réglementaire.....	31
3.3. Consommation mesurée.....	32
3.3.1. Niveau logement.....	32
3.3.2. Niveau bâtiment.....	32
3.4. Analyse comparative.....	32
<b>4. Production électrique DEs PV.....</b>	<b>35</b>
<b>5. Conclusion générale.....</b>	<b>37</b>
<b>6. ANNEXE.....</b>	<b>38</b>

# 1. L'OPERATION ET LA CAMPAGNE DE MESURES

## 1.1. Contexte et rappels sur l'opération monitorée

La résidence « Compostelle » est une opération comprenant la construction de 19 logements collectifs en milieu urbain à Saint-Médard en Jalles (33) (Figure 1 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), répartis sur 2 bâtiments. Le RDC est un parking et les logements de type T2, T3 duplex et T4 se situent aux R+1 et R+2.

L'objectif de ce projet est de répondre à la RT2005 sans recours aux énergies renouvelables. Les logements devront atteindre le niveau BEPOS grâce à la production photovoltaïque. Le bâtiment est doté également d'une installation solaire thermique pour la production de l'ECS.



Figure 1: Compostelle, Perspective et situation

Dans le cadre de l'appel à projets Bâtiments Aquitains Basse Energie, deux logements font l'objet d'une campagne de mesures afin de suivre leurs performances énergétiques sur 18 mois :

- 1 Duplex T3 (R+3) : orienté nord- Est, sud-ouest
- 1 T4 (R+2) : orienté sud-est

Les deux logements sont dans le bâtiment « A » et sont nommés respectivement Apt. 11 et Apt. 14 et sont identifiés sur les figures suivantes :

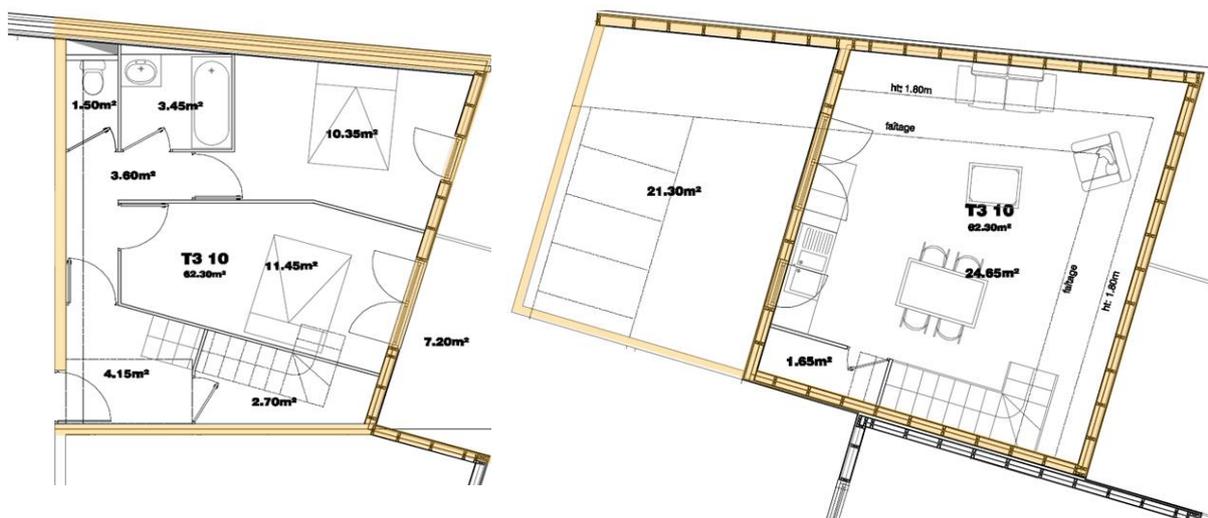


Figure 3: Apt. 11, Duplex. R+2 à gauche et R+3 à droite

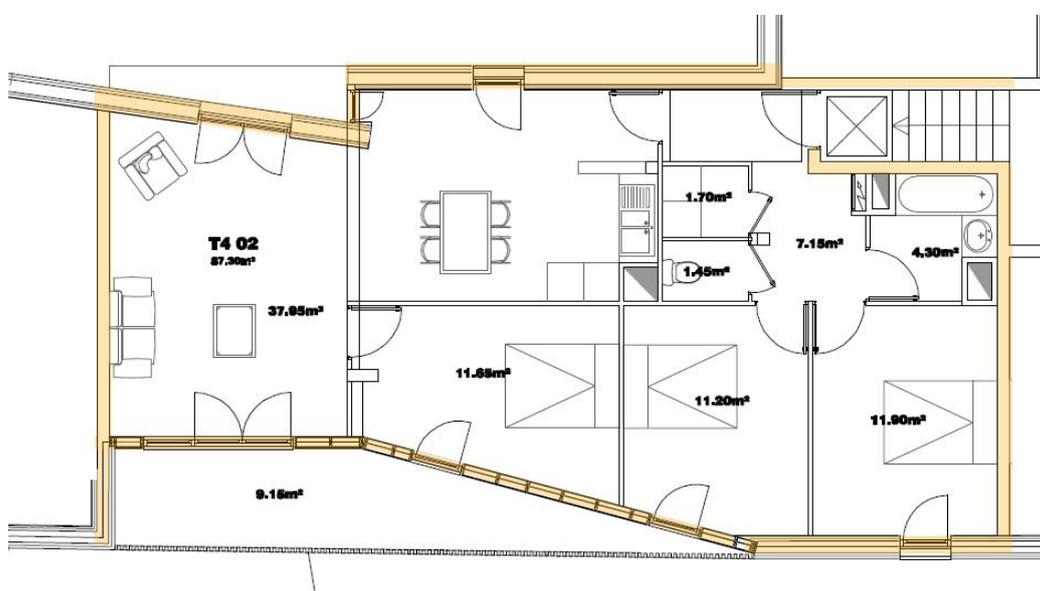


Figure 2: Apt. 14, T4, R+2.

## 1.2. Caractéristiques logements

	Appartement 11	Appartement 14
SHON (m <sup>2</sup> )	<p>Surface Chauffé <b>63.50</b></p> <p>R+3, T3</p>	<p>Surface Chauffé <b>87.50</b></p> <p>R+2, T4</p>
Occupation		
Chauffage	<p>Collectif, Chaudière Gaz</p>	
VMC	<p>Collectif, simple flux hygro réglable</p>	
ECS	<p>Collectif, Gaz + Panneaux thermiques</p>	

### 1.3. Caractéristiques des systèmes

Gironde Habitat a fait le choix de ne pas individualiser les consommations de chauffage par logement. Aucun sous-comptage n'est donc prévu à échelle du logement. La répartition des charges se fait au prorata de la surface habitable du logement.

#### 1- Production d'énergie :

Le chauffage est assuré par une chaudière gaz installée dans le bâtiment et alimentée au gaz naturel. Les systèmes d'émission de la chaleur sont des radiateurs, les locataires n'ont pas la possibilité technique de couper leur chauffage, ni la possibilité de réduire la température du logement en deçà de 15°C.

Sur l'opération de Compostelle, NOBATEK a proposé de suivre la consommation chauffage de l'ensemble du bâtiment. Suivre la consommation de 2 logements aurait été intéressant mais en contradiction avec la philosophie adoptée par le bailleur sur ce projet.

#### 2- Production d'eau chaude sanitaire :

La production d'ECS est assurée dans le projet par des panneaux solaires thermiques collectifs. La chaufferie gaz assure l'appoint.

#### 3- Ventilation :

La ventilation des logements est assurée par un système simple flux hygroréglable collectif. Deux réseaux de ventilation sont dissociés, pour le bâtiment A et le bâtiment B. Chacun d'eux est respectivement relié à un compteur électrique différent.

#### 4- Production photovoltaïque :

Deux types de systèmes PV pour génération électrique :

- sur châssis sur toiture terrasse
- et intégrés sur toitures des duplex.



Figure 4: Plan d'installation des panneaux photovoltaïques sur la toiture.

## 1.4. Campagne de mesures

La campagne de mesures déployée sur l'opération « Compostelle » a pour objectif d'alimenter le retour d'expérience régional sur les « Bâtiments Aquitains Basse Consommation ».

Le retour d'expérience consiste à analyser le comportement d'un bâtiment en conditions réelles d'exploitation, en tenant compte de conditions météorologiques réelles, du comportement des occupants, de leur rythme de vie et de leur manière d'habiter leur logement. Ce comportement en phase exploitation est ensuite mis en relation avec les études de simulation thermique dynamique et les calculs thermiques réglementaires réalisés en phases de conception du bâtiment.

Le suivi est réalisé sur deux niveaux en accord avec l'équipe de maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage :

### 1.4.1. Niveau logement

2 Appartements ont été instrumentés : Apt. 11 et Apt. 14, Les paramètres suivants sont monitorés :

- Température et humidité relative à l'intérieur des appartements.
- Température et humidité relative à l'extérieur.
- Consommation électrique générale de l'appartement
- Consommation électrique liée à l'éclairage
- Consommations de l'eau froide et de l'ECS

### 1.4.2. -Niveau bâtiment

Les consommations électriques des communs ont été instrumentées :

- Consommation électrique de la chaufferie
- Consommation électrique de la VMC (bâtiment A)
- Consommation électrique liée à l'éclairage du bâtiment A
- Consommation électrique liée à l'éclairage du parking
- Consommation Gaz de la chaufferie
- Production d'énergie solaire photovoltaïque.
- Production panneaux thermiques

## 1.5. Instrumentations

### 1.5.1. Suivi de la consommation électrique

Pour assurer l'enregistrement des consommations électriques par poste, des pinces ampérométriques sont installées sur les différents départs à monitorer (pince clipée autour des câbles de distribution). Pour faire l'acquisition des données mesurées par ces pinces, un capteur de type HOB0 U12-006 est installé dans le tableau électrique de chaque logement. Ces capteurs fonctionnent sur piles et offrent une mémoire fonction du pas de

temps d'enregistrement choisi. Des capteurs de type HOBO U12-006 sont installés aussi dans le bâtiment pour assurer la suivi de la consommation électrique dans la partie « commun ».

Les consommations affichées sur le compteur EDF de chaque logement et les compteurs de bâtiment sont également relevés régulièrement durant l'étude.

### 1.5.2. Consommation d'eau froide et l'ECS

Dans cette étude, nous avons mesuré à la fois la part de la production d'ECS couverte par les panneaux solaires thermiques, mais également l'énergie nécessaire pour assurer l'appoint fournie par la chaudière gaz. Pour cela, des relevés des compteurs sont assurés plusieurs fois durant l'étude, les relevés comprennent :

- Quantité d'ECS produite par la chaudière gaz (appoint) : Compteur d'énergie thermique mesurant le départ des chaudières gaz vers l'appoint ECS (Sud-Ouest Energie)
- Production ECS par le système solaire thermique : Compteur d'énergie thermique sur les panneaux solaires (Sud-Ouest Energie)
- Deux compteurs individuels volumétriques d'eau froide et d'eau chaude sont suivis par logements.

### 1.5.3. Consommation électrique de VMC et Auxiliaires

Un compteur dédié au poste ventilation du bâtiment A est installé et suivi tout au long de l'étude pour la consommation de VMC. Pour la consommation auxiliaires, des pinces ampérométriques sont installées sur le départ chaufferie avec un capteur de type HOBO U12-006 afin d'enregistrer les données mesurées.

### 1.5.4. Suivi du confort dans les logements

Afin d'évaluer la performance des logements en termes de confort hygrothermique, NOBATEK a instrumenté chacun des 2 logements avec 3 capteurs, répartis dans les deux chambres et dans le séjour, le pas de temps de mesure choisi est de 10min. Ces capteurs mesurent et enregistrent la température (°C) avec une précision de 0.24°C et l'humidité relative avec une précision de 2.5%

Les capteurs installés sont de type HOBO U12-012 (dimensions : 58 x 74 x 22 mm). Ils sont positionnés en accord avec les occupants et dans des zones non soumises au rayonnement direct du soleil ou à une circulation d'air (Figure 5).



HOBO U12 - 012

Figure 5: Installation des capteurs HOBO dans des zones protégées

### 1.5.5. Suivi des conditions météo extérieures

En fonction de la faisabilité technique et avec l'accord du bailleur, NOBATEK a installé un capteur de température et d'humidité relative (HR) à l'extérieur (de type HOBO U12-012), afin de récupérer les données météorologiques locales simultanées à la campagne.

Les capteurs de température et humidité ont été répartis de la manière suivante au sein des logements (Figure 6 et Figure 7).

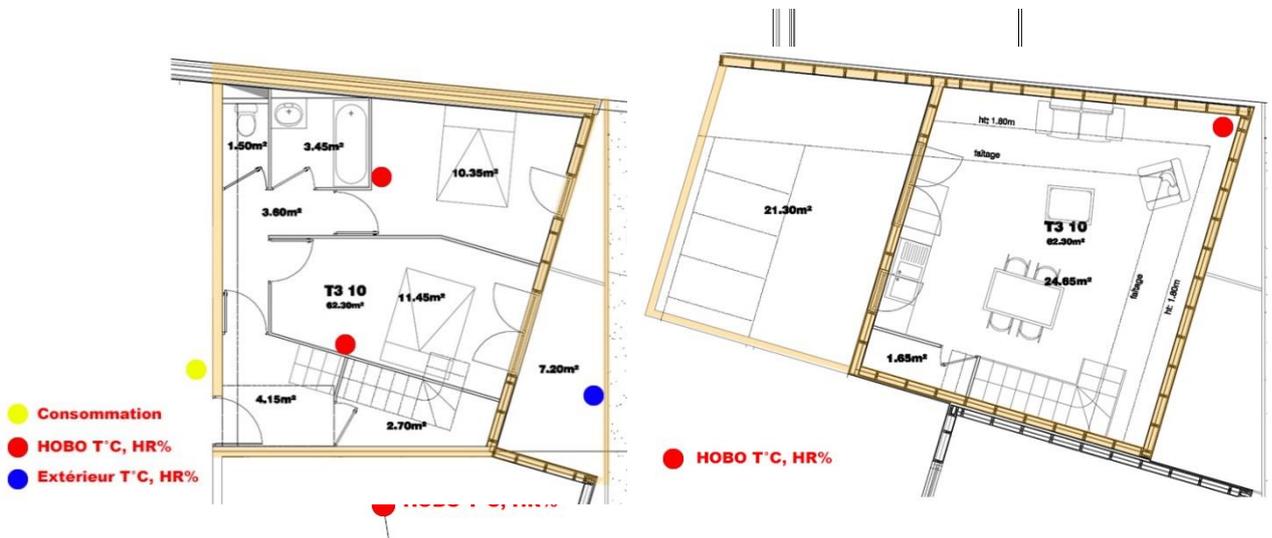


Figure 6: Emplacement des capteurs T, HR dans l'apt. 11.

### 1.5.6. Description des occupants

- Appartement 11 : 3 occupants, un homme occupe l'appartement à titre permanent et ses deux fils résidents ponctuels (1 semaine sur deux). En semaine, Le monsieur travaille de 8h à 16h minimum, mais cela peut aller jusqu'à 20h. Le logement était vide du 13 septembre jusqu'au 14 novembre 2014. Dès qu'il est dans son

logement, le monsieur laisse ses fenêtres très régulièrement ouvertes pour aérer et profiter de la lumière naturelle.

A l'étage, les radiateurs sont allumés à mi- puissance en temps normal, pleine puissance s'il fait vraiment trop froid. Au RDC, les deux fils n'allument pas le radiateur.

- Appartement 14 : une mère avec ses deux enfants. De même, la dame travaille jusqu'à tard dans la soirée en semaine.

Les radiateurs sont souvent réglés au maximum. En journée, les menuiseries sont ponctuellement ouvertes mais restent fermées la plupart du temps. Toutefois, les volets sont ouverts pour laisser passer la lumière.

## 1.6. Période de mesures

Les capteurs sont installés en décembre 2013, pour une période de 1 an et six mois. La période de mesures pour les deux logements est représentée sur la Figure 8.



Figure 8: période de suivi de la consommation énergétique et le confort dans les 2 appartements.

## 1.7. Méthodologie

Dans l'optique d'établir une étude complète du confort thermique du projet Compostelle, une répartition saisonnière des températures en fonction de l'occupation a été établie et complétée par une analyse pendant des semaines plus représentatives.

### 1.7.1. Répartition saisonnière des températures pour le « site monitoré »

Afin de mener une étude de confort pertinente, une première analyse a été réalisée en déterminant la répartition des températures relevées suivant différentes plages de température. (<18°C, comprises entre 18°C et 20°C, comprises entre 20°C et 22°C, ...). Il a également été choisi de distinguer 3 périodes distinctes dans l'analyse.

- La première période d'étude correspond à la saison de chauffe usuelle des bâtiments, du 15/10 au 15/04. Elle est appelée **période froide**.
- La seconde période permet d'analyser du comportement des bâtiments pour des températures élevées, appelée **période chaude** et située du 21/06 au 21/09.
- La dernière période, appelée **mi saison**, rassemble les données issues du monitoring entre le 16/04 et 20/06 et du 22/09 au 14/10.

Les conditions de confort considérées pendant les analyses sont comprises entre 18 et 28 °C.

### 1.7.2. Températures mesurées au cours de semaines représentatives

Dans le but d'identifier d'éventuels problèmes d'inconfort dans les locaux, les températures relevées durant des périodes présentant des conditions extérieures extrêmes ont été plus spécifiquement analysées. En l'occurrence la semaine la plus froide située entre le 29/12/2014 et le 4/1/2015 et la semaine la plus chaude entre le 14/07/2014 et le 20/07/2014 ont été considérées (Figure 9) et (Figure 10).

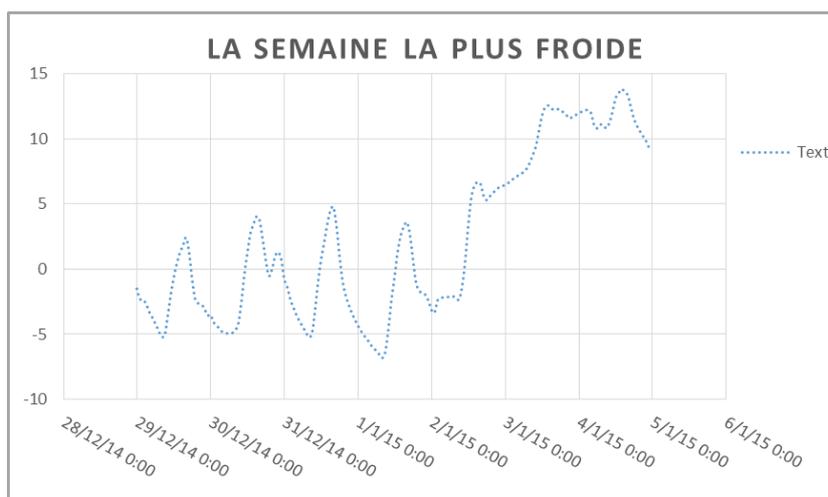


Figure 9: Evolution de la température extérieure durant la semaine la plus froide

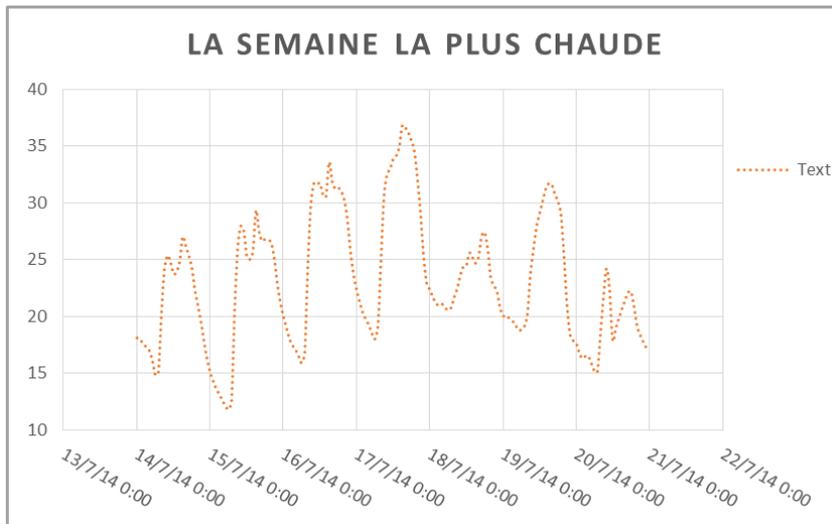


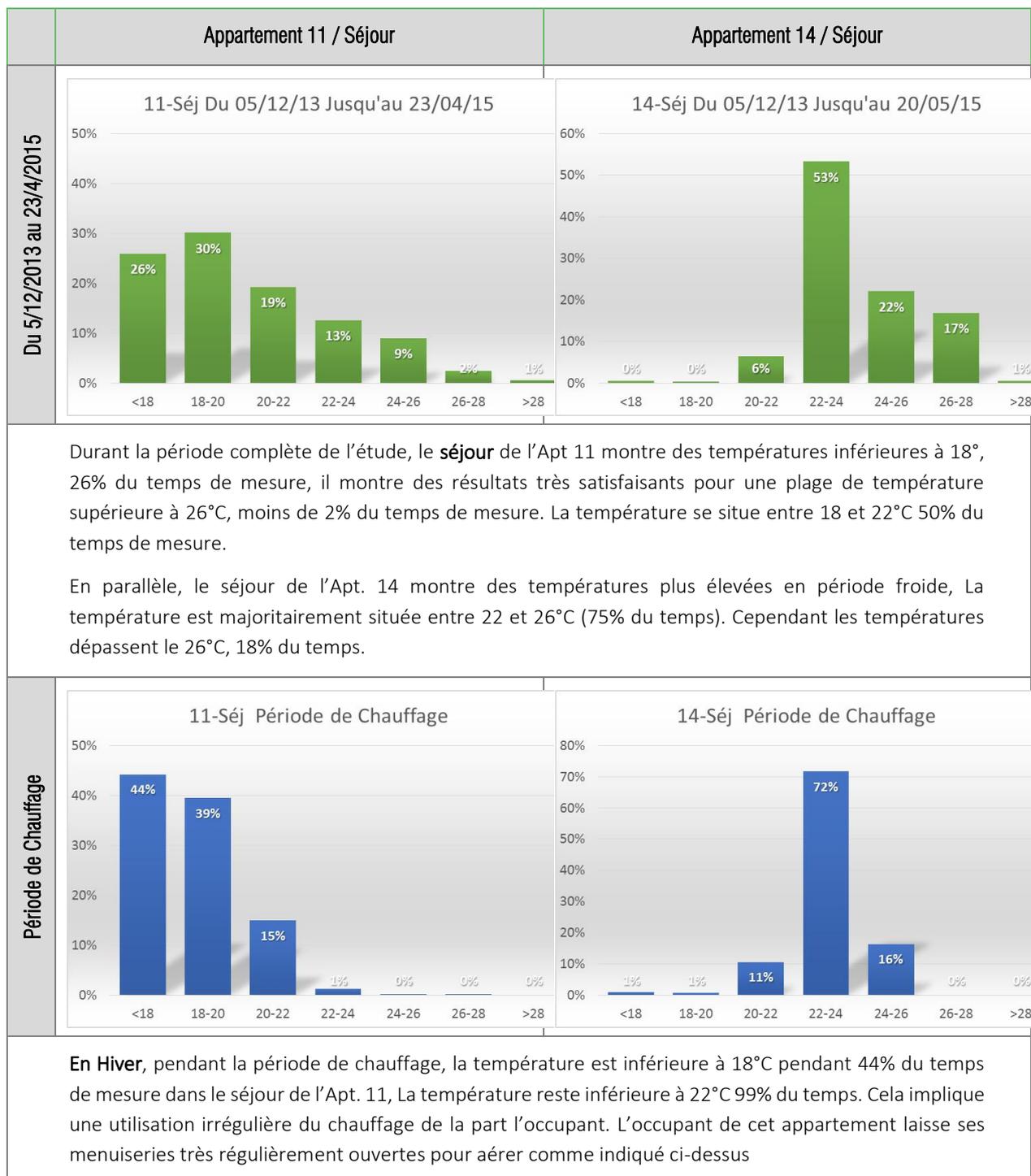
Figure 10: Evolution de la température extérieure durant la semaine la plus chaude.

## 2. LE CONFORT THERMIQUE DANS LES LOGEMENTS

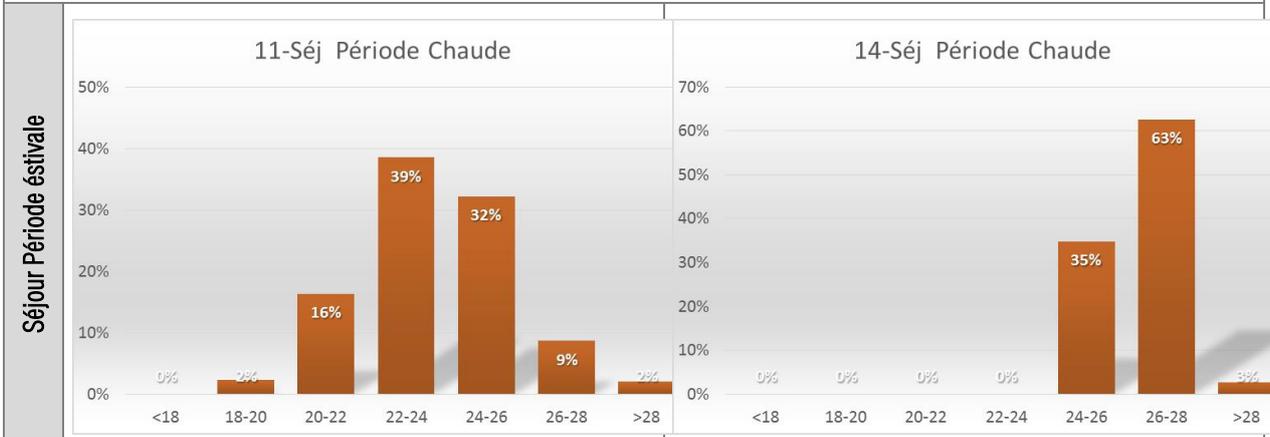
### 2.1. Répartition saisonnière des températures en occupation

La répartition du temps passé dans les logements par degré de température est calculée au sien de cette étude, afin d'observer le comportement des logements (et des usagers). On distinguera 3 périodes : estivale, hivernale (période de chauffage) et les demi-saisons.

#### 2.1.1. Séjours



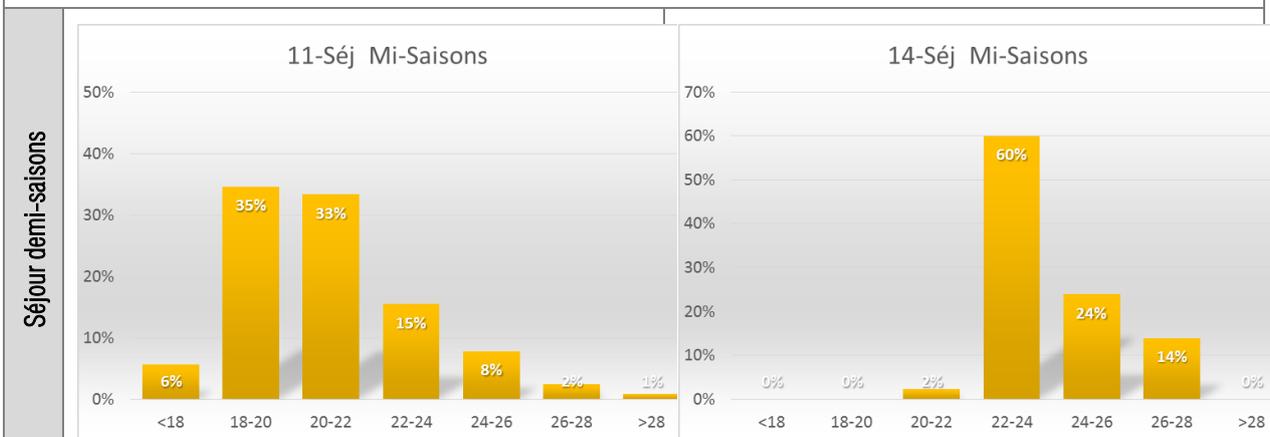
En parallèle, le séjour de l'Apt. 14 montre des températures régulières et plutôt élevées, un taux de surchauffe important est observé dans le séjour de ce logement. La température reste entre 22 et 24°C, 72% du temps de mesure et supérieure à 24°C, 16% du temps. Cependant la température dépasse rarement le 26°C dans le séjour de ce logement. Le résultat est cohérent avec l'observation notée pendant la visite de nos équipes, **les radiateurs sont souvent à fond** pendant la journée, et les volets sont ouvert pour passer la lumière.



**En période estivale**, le séjour de l'Apt. 11 montre un comportement très satisfaisant avec une dispersion des températures optimale autour de la moyenne. Les températures extrêmes supérieures à 28°C ne représentent que 2% du temps de mesure.

En revanche, la température dans le séjour de l'Apt. 14, orienté sud-ouest, est plus élevée. elle reste entre 26 et 28°C, 63% du temps de mesure.

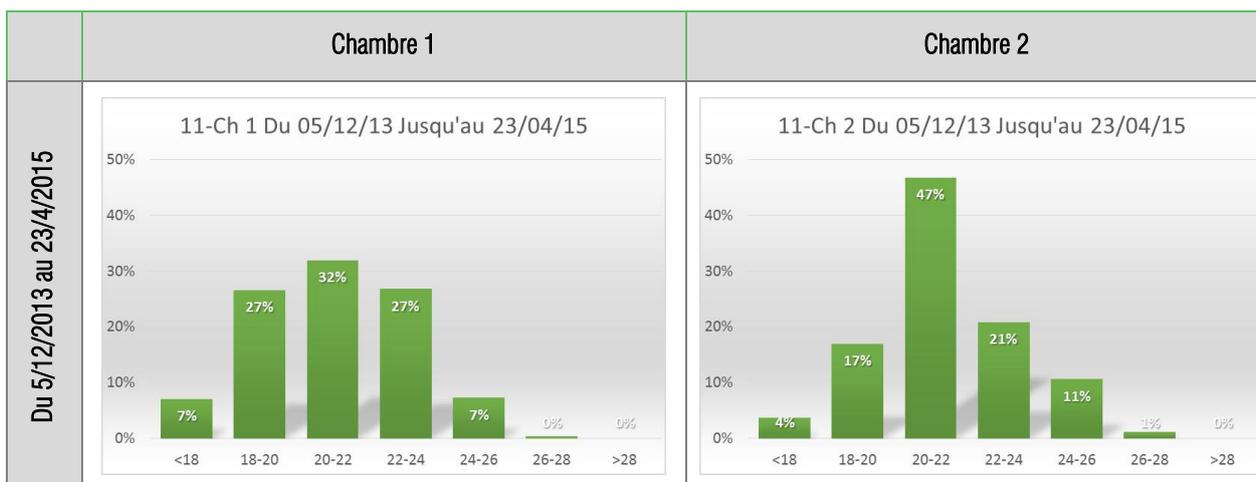
Les deux logements se trouvent en situation de surchauffe ( $T > 28^{\circ}\text{C}$ ) moins de 2% du temps.



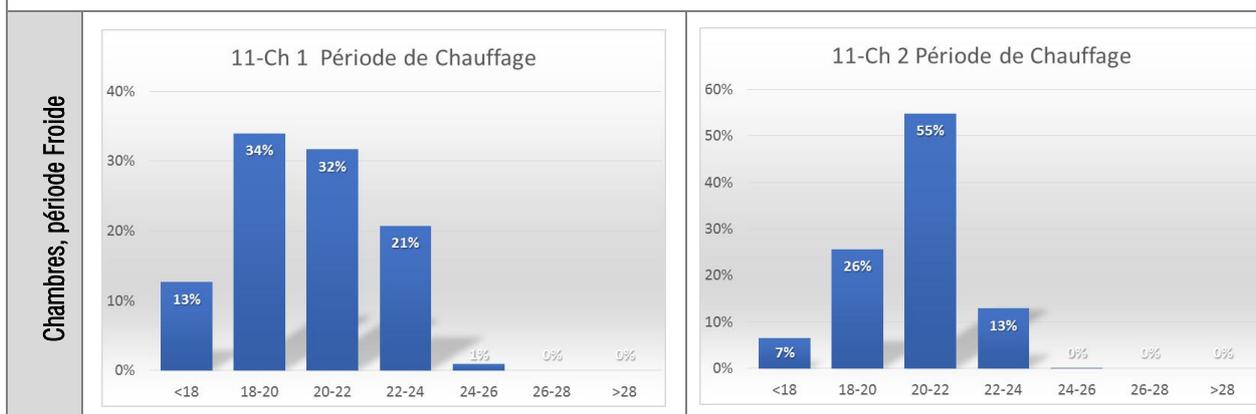
**En demi-saison**, le séjour de l'appartement 11 montre des températures très satisfaisantes comprises entre 18 et 26°C, pendant 90% du temps. La température reste inférieure à 18°C, 16% du temps de mesure dans le séjour. Le taux de température très élevée ( $> 28$ ) est inférieur à 1% du temps de mesure.

La température dans l'Apt. 14 reste plus élevée mais acceptable, elle reste 84% du temps de mesure entre 22 et 26°C. Les périodes de températures extrêmes (moins de 18°C ou supérieure à 28°C) sont négligeables dans le séjour de l'appartement 14.

## 2.1.2. Chambres de l'appartement 11



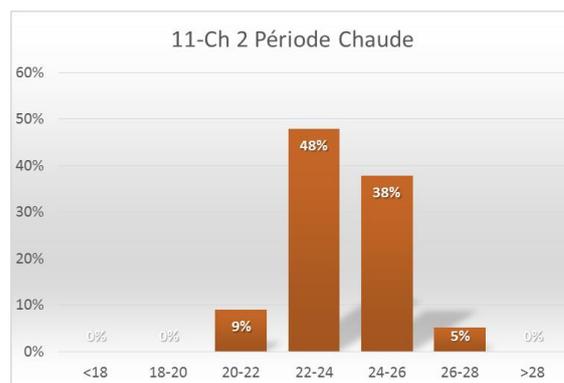
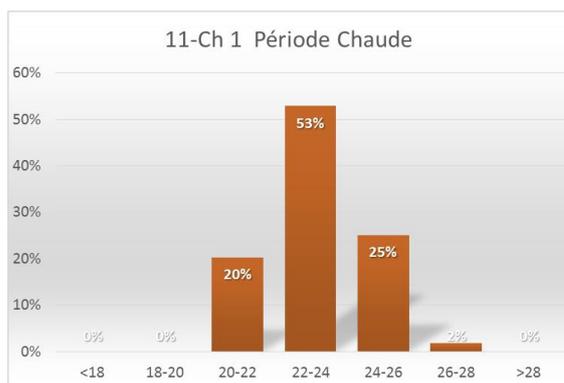
Les deux chambres de l'appartement 11 montrent un comportement très satisfaisant avec une dispersion des températures optimale autour de la moyenne, les températures dans les chambres sont plus élevées de celles du séjour. Une température inférieure à 18°C présente seulement 7% et 4% du temps de mesure dans les chambres 1 et 2 respectivement contre 26% dans le séjour. Les 2 chambres se trouvent en situation de température élevée (> 26°C) moins de 1% du temps.



**En Hiver**, la température dans les deux chambres est très satisfaisante, mais elle reste supérieure à celle du séjour. Un taux de sous-chauffe, température inférieure à 18°C, de 13% est observé dans la chambre 1 orienté (NE).

la température dans la chambre 2 est plus élevée pendant la période de chauffage de celle de la chambre 1, elle est comprise entre 18 et 22°C, 81% du temps de mesure. Un taux de sous-chauffe est observé dans la chambre 2, 7% du temps de mesure. Une température supérieure à 24°C reste négligeable dans les deux chambres.

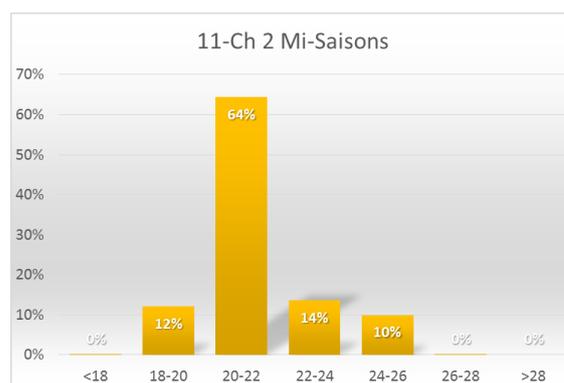
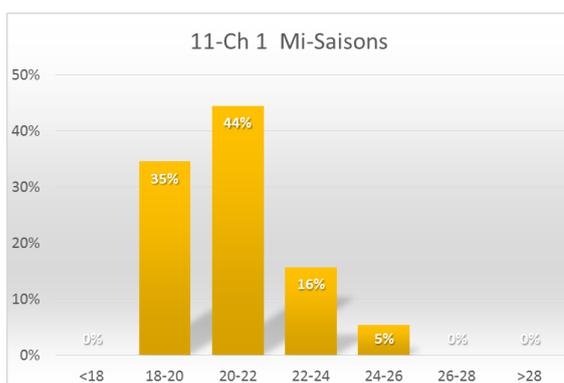
**Chambres, période estivale**



**En été**, les températures des deux chambres sont comprises entre 20 et 26°C sur environ 95% du temps, dans les 2 chambres, les températures élevées (> 26°C) sont négligeables.

Les températures sont très satisfaisantes pendant la période estivale dans les deux chambres, la chambre 1 présente des résultats légèrement meilleurs, cela dû peut-être au fait que la chambre 2 se situe sur l'angle de bâtiment (côté N-E et N-O).

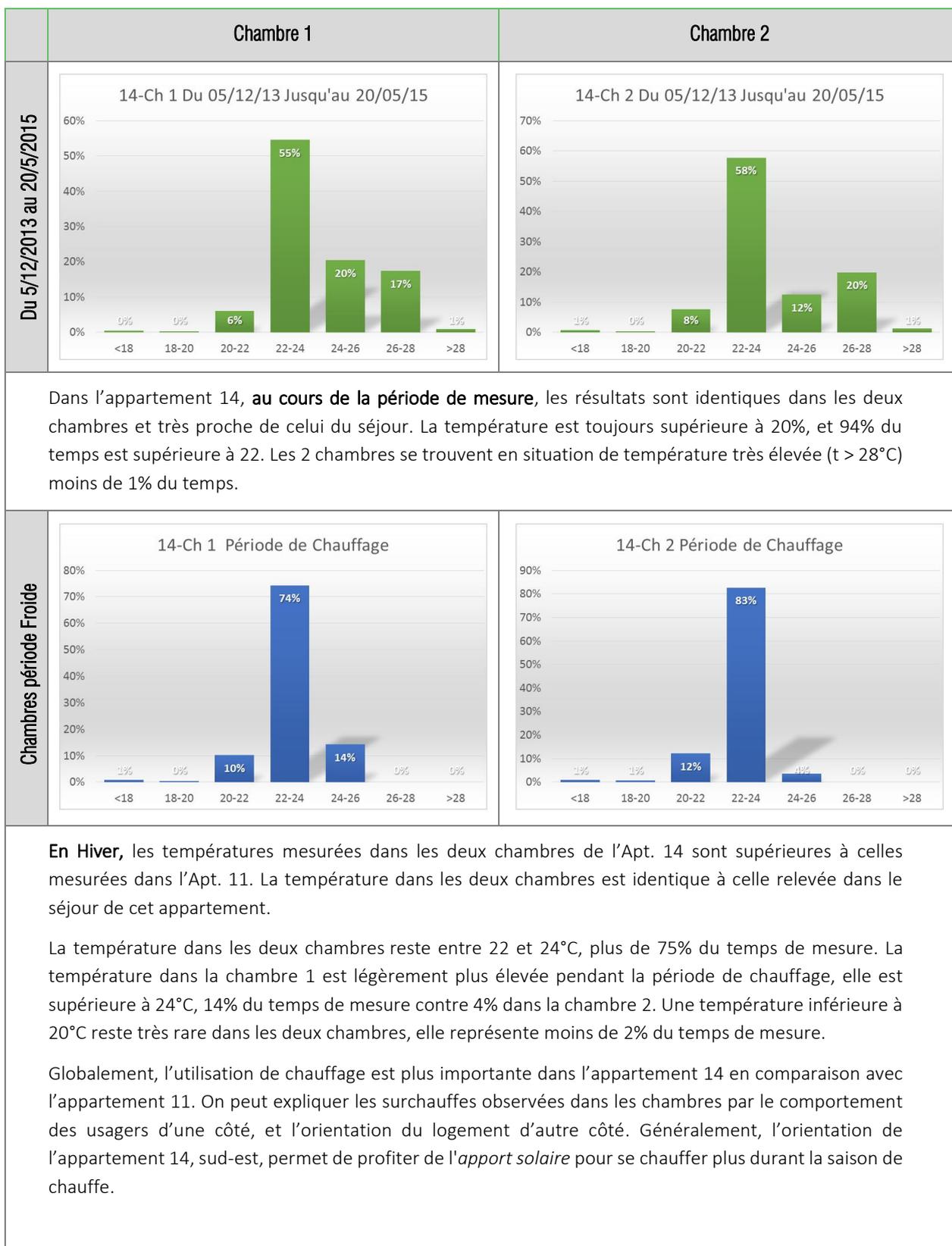
**Chambres, demi-saisons**

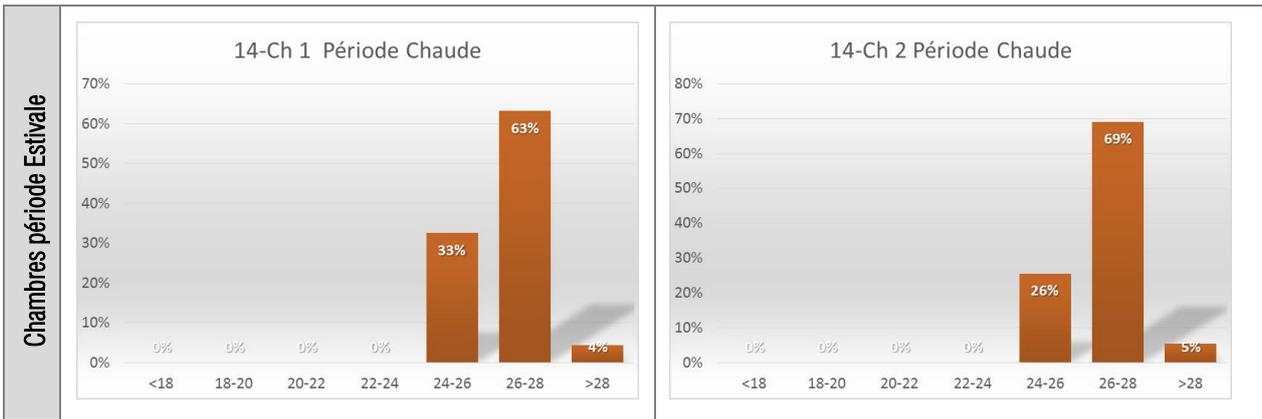


**En demi-saison**, les deux chambres de l'appartement 11 montrent des résultats très satisfaisants, les températures extrêmes sont négligeables tout au long de l'étude.

La répartition des températures mesurées dans les deux chambres de l'appartement 11 est légèrement différente, la température dans la chambre 2 est plus stable. 64% du temps de mesure, la température est comprise entre 20 et 22°C.

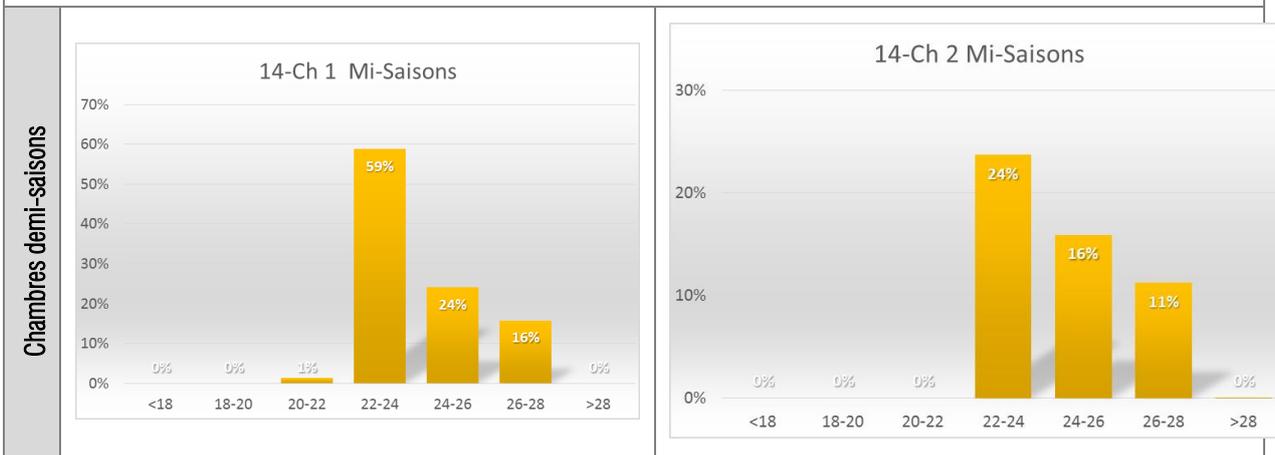
### 2.1.3. Chambres de l'appartement 14





En été, les températures dans les deux chambres de l'appartement 14 sont très élevées, les températures excessives (> 26°C) représentent 67% et 74% du temps de mesure pour les chambres 1 et 2 respectivement.

Une température supérieure à 28°C représente entre 4-5% du temps de mesure dans les deux chambres. Cela peut être expliqué par l'orientation du logement.



Les deux chambres présentent des températures plutôt élevées en demi-saison, les températures inférieures à 22°C ou supérieures à 28°C sont négligeables dans les deux chambres. Les températures des 2 chambres restent plus élevées que celles relevées dans le séjour de ce logement.

## 2.2. Températures mesurées au cours des semaines représentatives

### 2.2.1. Appartement 11

#### a) Semaine la plus froide

Pendant la **semaine la plus froide**, les températures à l'extérieur varient entre -7°C et 13°C. Pendant cette période, à l'intérieur de l'appartement 11, une variation importante de la température a été constatée dans le séjour, allant de 15°C à 22°C. En revanche, la variation des températures dans les deux chambres est moins importante, elle varie entre 22 et 25. Sur la Figure 11 sont tracés la variation journalière pendant la semaine la plus froide de l'année 2015 de la température dans les trois pièces instrumentées. On observe que la température dans les deux chambres est supérieure à celle du séjour toute la semaine. On peut expliquer la variation importante de la température intérieure dans le séjour **par le comportement des usagers**, l'occupant de cet appartement laisse ses menuiseries très régulièrement ouvertes pour aérer et avoir de la lumière.

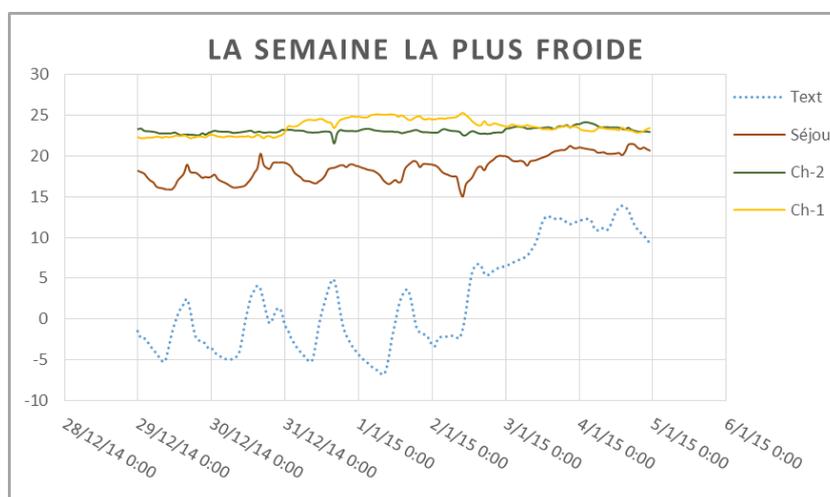


Figure 11 : Courbes de températures au cours de la semaine la plus froide

Une étude plus détaillée sur les 3 jours les plus froids montre que la température dans le séjour de l'appartement 11 varie beaucoup entre le jour et la nuit. Pendant la journée, les températures montent jusqu'à 19°C, à partir de minuit, la température diminue parfois jusqu'à 15°C (Figure 12).

La température dans la chambre 1 est plus élevée de celle du séjour, elle augmente 2°C à 31 Décembre minuit éventuellement par l'augmentation de la température de consigne de chauffage.

La température dans la chambre 2 est quasiment stable, elle a diminué ponctuellement le 31 Décembre au début de l'après-midi, probablement par des ouvertures des fenêtres.

La variation de la température jour–nuit est complètement visible dans le séjour, elle n'est pas distinguée dans les deux chambres (Figure 12), cela peut être expliqué par l'effet de l'apport solaire à travers les fenêtres (le séjour est orienté Sud-Ouest).

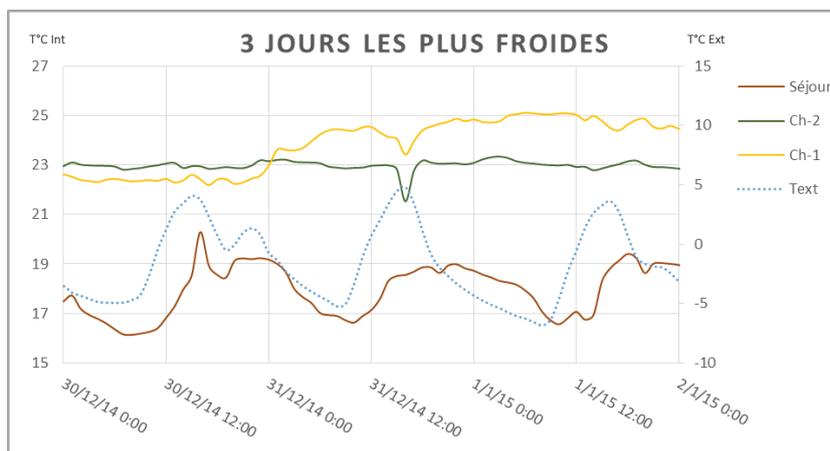


Figure 12: variation de la température dans l'Apt. 11 pendant les 3 jours les plus froides

### b) Semaine la plus chaude

Pendant la semaine la plus chaude, les mesures montrent une variation de température très importante dans le séjour. Pendant cette période, pour une température à l'extérieur allant jusqu'à 36°C, la température maximale relevée dans le séjour est de 34°C, soit 2°C seulement de différence avec la température maximale extérieure (Figure 13).

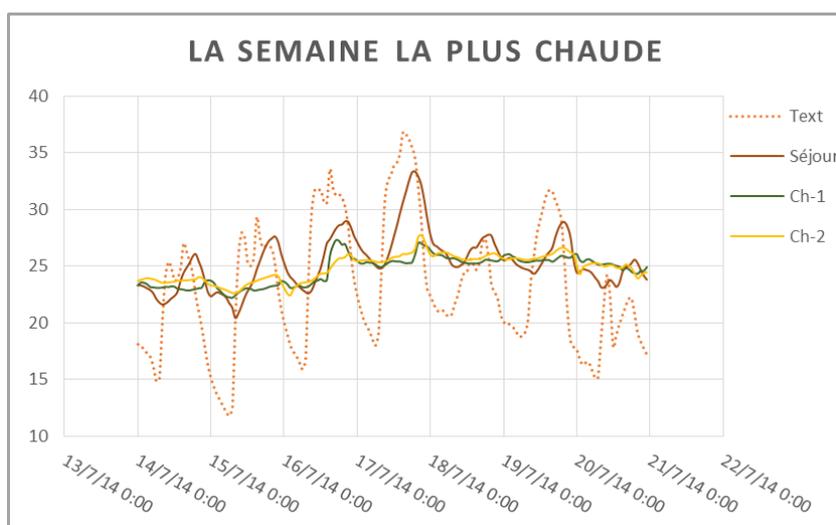


Figure 13: Courbes de températures au cours de la semaine la plus chaude

La variation des températures dans les deux chambres du log. 11 reste très acceptable par rapport à celle du séjour. La température varie entre 22°C et 28° durant cette semaine.

Une étude plus détaillée pendant les trois jours les plus chaudes montre un bon comportement d'utilisateur au niveau d'aération nocturne dans le séjour. La température diminue considérablement pendant la nuit, une variation journalière de 6°C est observée dans le séjour (Figure 14). Un **déphasage de 4 heures minimum** entre le séjour est la température extérieure est observé.

La hausse de température dans le séjour peut être due à un ou plusieurs des raisons suivantes :

- Apports solaires à travers les fenêtres (le séjour est orienté Sud-Ouest)
- Apports internes (cuisine américaine ouverte sur le séjour).

- Ouverture des fenêtres pendant la journée.

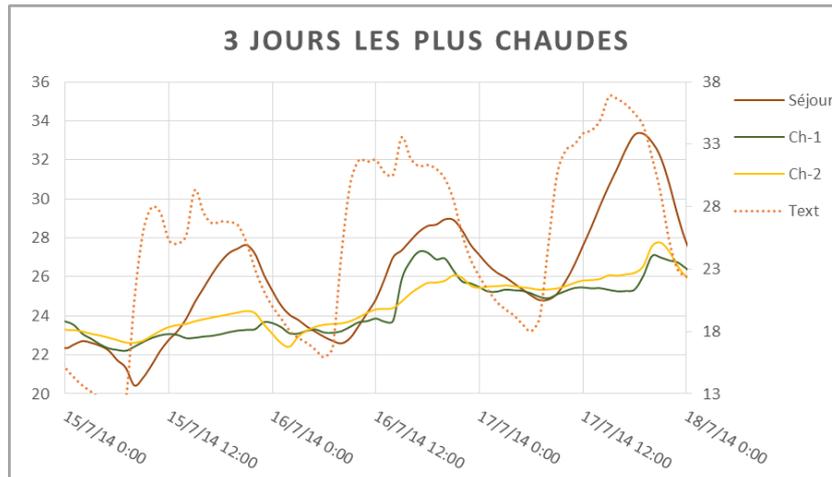


Figure 14: variation de la température dans l'Apt. 11 pendant les 3 jours les plus chaudes

Les températures dans les deux chambres sont similaires, elles restent inférieures à celles du séjour avec **un déphasage plus important (6-8 heures)**, la température reste inférieure à 28°C dans les deux chambres pendant cette semaine estivale.

### 2.2.2. Appartement 14

#### a) Semaine la plus froide

Pendant la semaine la plus froide, l'observation des températures intérieures mesurées dans l'Apt. 14 indique que la variation de température pendant cette période est identique à la variation de température dans le séjour et les deux chambres, Il est quasiment stable dans les trois pièces mesurées (Figure 15). La température dans les trois pièces reste entre 21 et 23°C durant cette semaine.

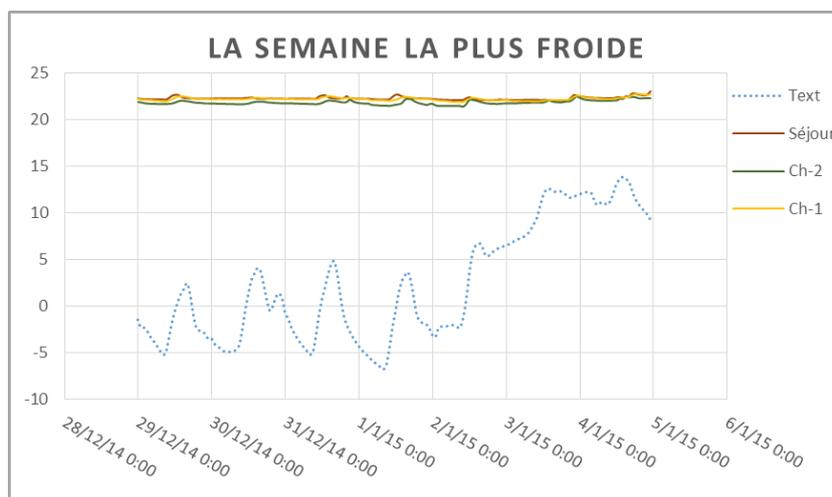


Figure 15: Courbes de températures au cours de la semaine la plus froide, Chambres

Une étude plus détaillée sur les trois jours les plus froids montre que la température dans la chambre 1 et le séjour sont identiques (la chambre est ouvert au séjour), elle est un petit peu plus élevée de celle de la chambre 2, (0,7°C seulement). La variation journalière dans les trois pièces mesurées reste très faible (0,5°C) seulement.

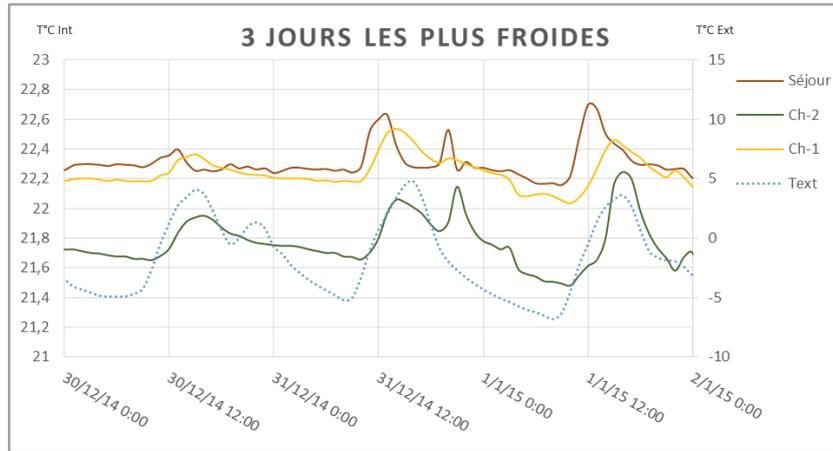


Figure 16: variation de la température dans l'Apt. 14 pendant les 3 jours les plus froids

### b) Semaine la plus chaude

Pendant la semaine la plus chaude, le séjour de l'appartement 14 est plus stable que son voisin, avec une température maximale de 27°C dans le séjour. La température intérieure est très régulière dans ce logement est comprise entre 25°C et 27°C pendant les jours les plus chauds ( $T_{ext}$  allant jusqu'à 36°C). La température dans le séjour reste très proche de celle des chambres (Figure 17).

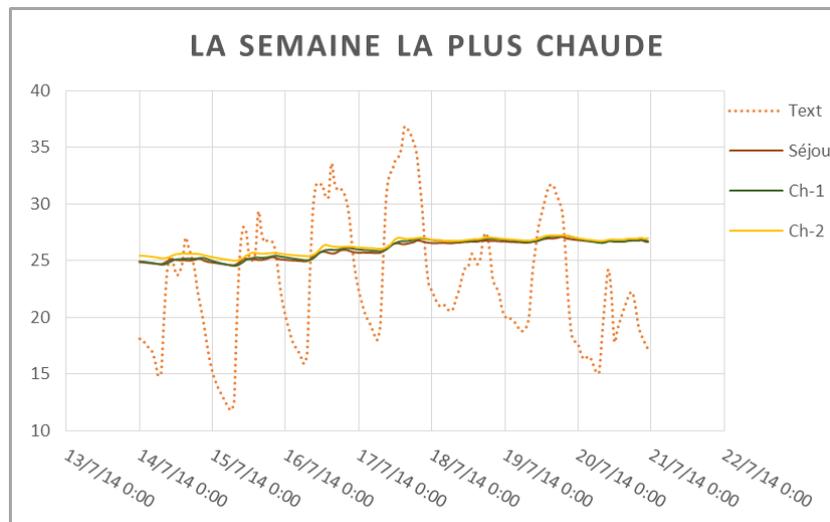


Figure 17: Apt. 14, Courbes de températures au cours de la semaine la plus chaude

Une étude détaillée durant les trois jours les plus chaudes montre une absence de l'aération nocturne dans cet appartement. Pendant la nuit, la température à l'extérieures descend au-dessous de 18°C, la température à l'intérieure reste stable est supérieure à 25°C (Figure 18). Un **déphasage de 4 heures** minimum entre la température intérieure et la température extérieure est observé.

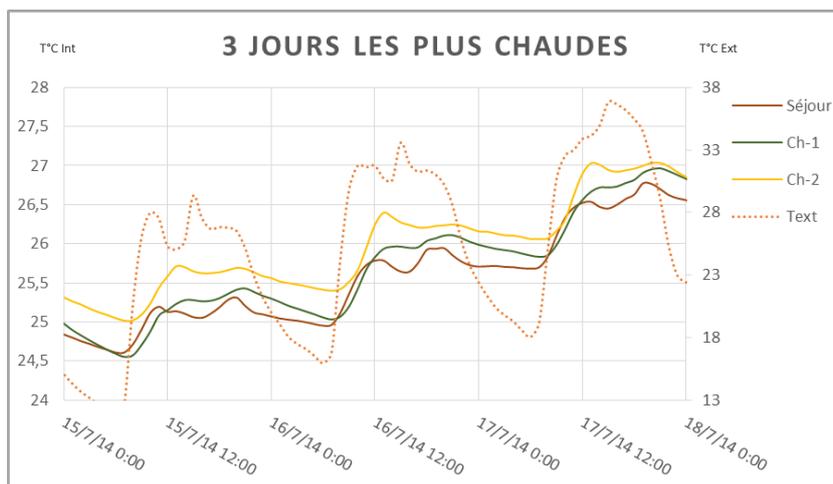


Figure 18: variation de la température dans l'Apt. 14 pendant les 3 jours les plus chaudes

## 2.3. Analyse du confort par Méthode de Brager

### 2.3.1. La méthode

Le taux d'inconfort des occupants est ici basé sur le rapport du nombre d'heures d'inconfort où le couple « Température opérative ( $T_{op}$ ) / Température extérieure ( $T_{ext}$ ) » est à l'extérieur de la zone de confort, et le nombre d'heures total en période d'occupation. La zone de confort à prendre en compte est la zone de confort BRAGER (Cf. Figure 19).

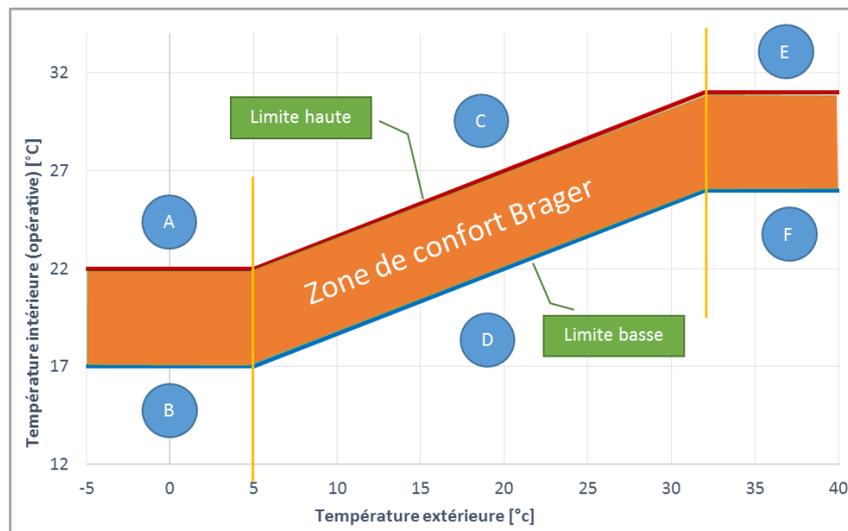


Figure 19 : représentation de la zone BRAGER

$$\text{Taux d'inconfort} = \left( \frac{h_{occ}}{h_{occ_{total}}} \right) \%$$

Avec :

- $H_{occ}$  : nombre d'heures d'occupation où le couple ( $T_{op}$ ,  $T_{ext}$ ) est à l'extérieur de la zone de confort Brager en [heures] ;
- $H_{occ_{total}}$  : nombre d'heures total d'occupation en [heures] ;
- $T_{op}$  : Température opérative en [°C] évaluée heure par heure qui tient compte de la température de l'air, du rayonnement thermique et de la vitesse de l'air ;
- $T_{ext}$  : Température extérieure en [°C] évaluée heure par heure.

NB :

- Ici, la température opérative ( $T_{op}$ ) est assimilée à la mesure de température intérieure ( $T_{int}$ ).
- Le critère de taux d'inconfort à satisfaire dans le référentiel de l'appel à projet fait référence au pourcentage de temps où le couple de températures extérieur/intérieur ne respecte pas la zone de Brager, uniquement sur les zones B, C et E.
- Le pourcentage de point en dehors de la zone sur ces 3 zones viendra qualifier le taux d'inconfort de l'appel à projet.

### 2.3.2. Appartement 38

La zone de Brager ici obtenue (Figure 20 montre un taux de confort très satisfaisant pour le séjour de l'appartement 11. Les points situés à l'extérieur de la zone sont positionnés sous la zone, et manifestent donc une sous chauffe de la pièce au regard de la méthode de Brager. En hiver (en Blue), aucun point de mesure n'est situé dans la zone A, surchauffe, pendant la période froide, tandis que 8% des points sont dans la zone (B), sous chauffe (Cf. Tableau 1).

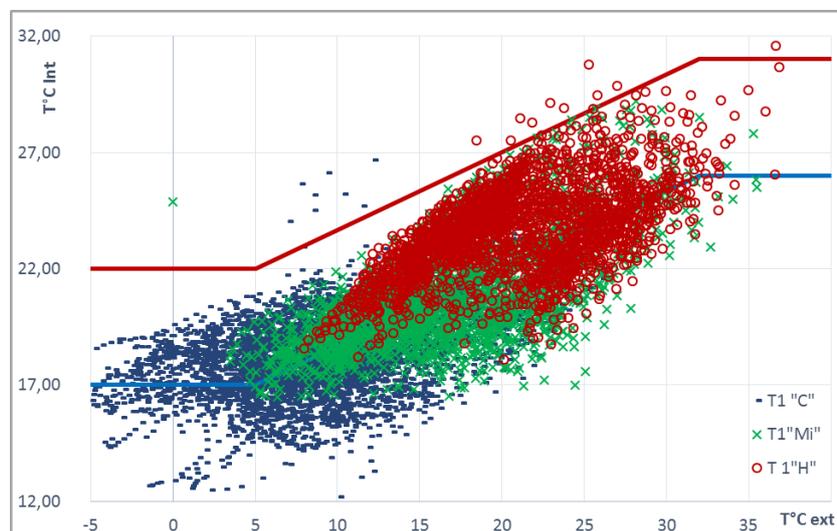


Figure 20: Appartement 11, Séjour - Zone de Brager

Pendant la période chaude (en rouge), 1% du point de mesure est situé au-dessus de la zone Brager, cela représente un taux de confort optimal pendant la période d'été. En demi-saison, 0% des points de mesures sont situés au-dessus de la zone Brager, le taux d'inconfort total dans le séjour représente moins de 3% du temps de mesure pendant toute l'année (Cf. Tableau 1).

Tableau 1 : Taux d'inconfort dans l'appartement 11

APT. 11	HIVER %			DEMI SAISON %			ETE			TOTAL %		
	Séj	Ch 1	Ch 2	Séj	Ch 1	Ch 2	Séj	Ch 1	Ch 2	Séj	Ch 1	Ch 2
INCONFORT	8%	1%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	3%	1%	0%
SURCHAUFFE HIVER	0%	9%	6%									

Les courbes de Brager obtenues pour les chambres de l'appartement 11 (cf. Figure 21 et Figure 22) indiquent toutes 2 un taux de sous-chauffe négligeable pendant la période de l'étude, moins de 1%. La Figure 21 présente un taux de surchauffes important dans la chambre 1 en période de chauffage, 9% du temps de mesure (en bleu). Un taux de surchauffe moins important, 6% du temps de mesure, est observé également dans la chambre 2.

En été et mi- saison, le confort dans les deux chambres reste optimum, ces résultats sont cohérents avec les observations précédentes. Un taux d'inconfort inférieur à 1% dans les deux chambres est observé au long de l'étude.

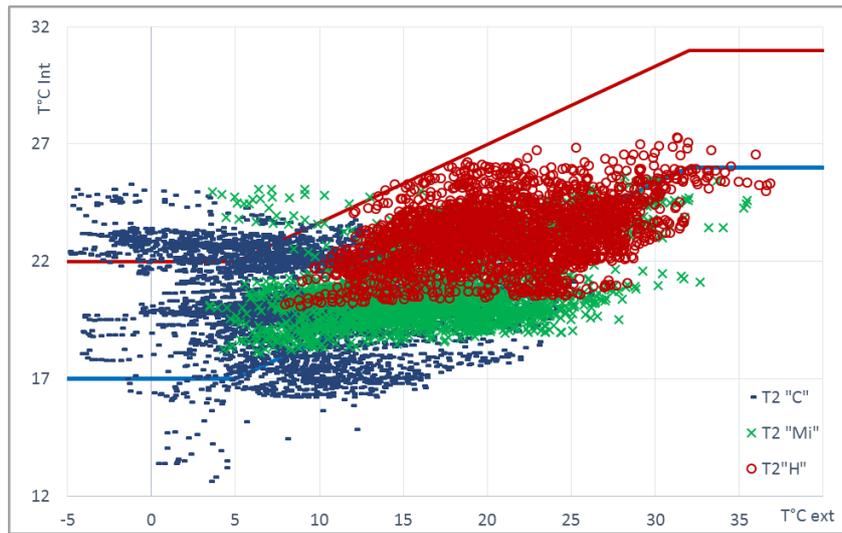


Figure 22: Appartement 11, Chambre 1 - Zone de Brager

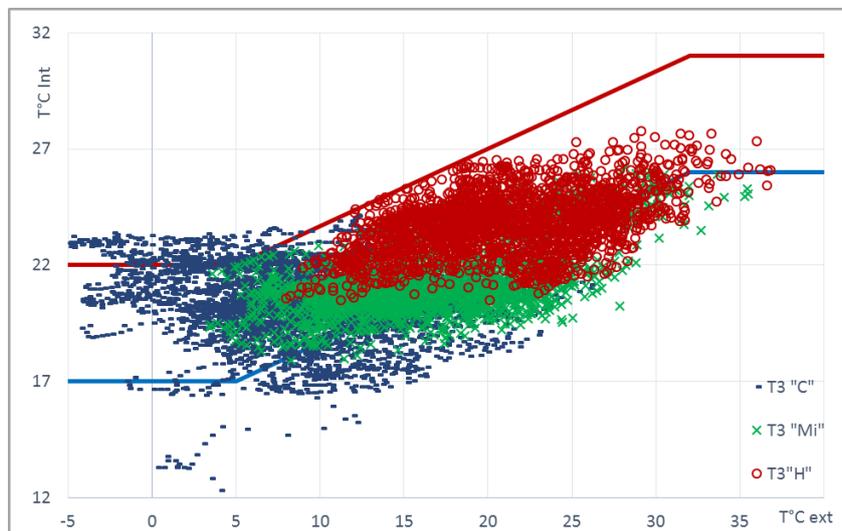


Figure 21: Appartement 11, Chambre 2- Zone de Brager

### 2.3.3. Appartement 14

Le séjour de l'appartement 14 (Cf. Figure 24) montre un taux de surchauffe très important en période de chauffage (bleu), soit 18% des points de mesure dans le séjour de cet appartement. Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus lors de l'étude de la semaine la plus froide et la répartition saisonnière des températures en occupation (présentées ci-dessus). Un taux de sous chauffe négligeable est observé dans le séjour.

Pendant les périodes « chaude et demi-saisons », le taux de inconfort est très élevé, les températures sont placées au-dessus de limite de Brager, 15% en mi saison et 31% en été.

En période estival, les chambres de l'appartement 14 montrent un taux d'inconfort tout aussi important, 34% du temps de mesure dans la chambre 1 et 40% dans la chambre 2 (cf. Figure 23 et Figure 25). En demi-saison le taux d'inconfort est aussi très important dans les deux chambres.

Le taux de confort n'est pas de tout satisfaisant pendant les deux périodes dans les deux chambres de cet appartement.

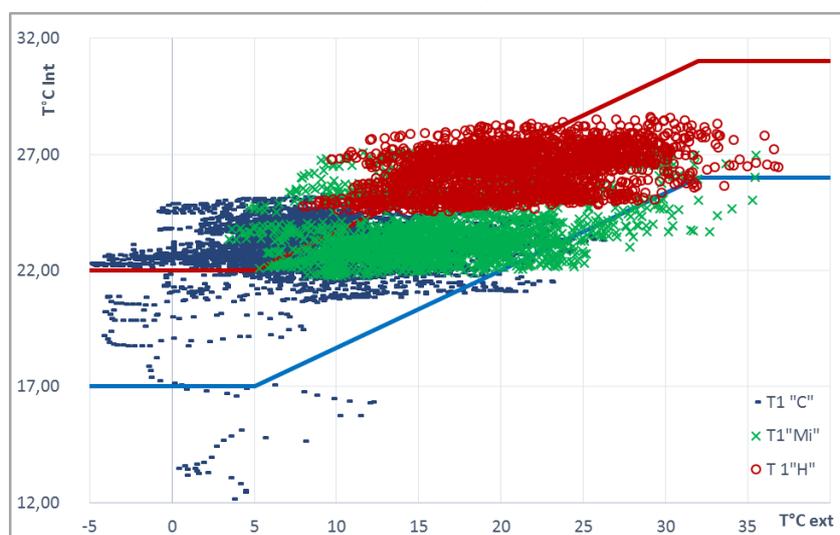


Figure 24: Appartement 14, Séjour - Zone de Brager

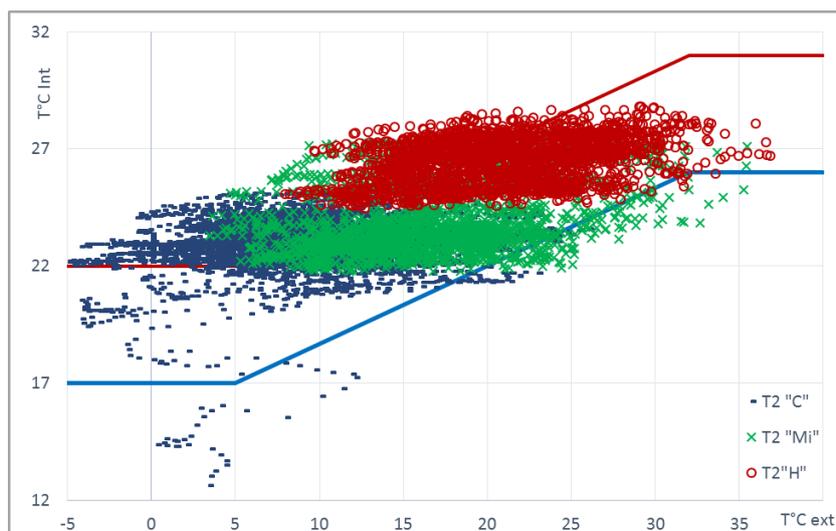


Figure 23 : Appartement 14, Chambre 1 - Zone de Brager

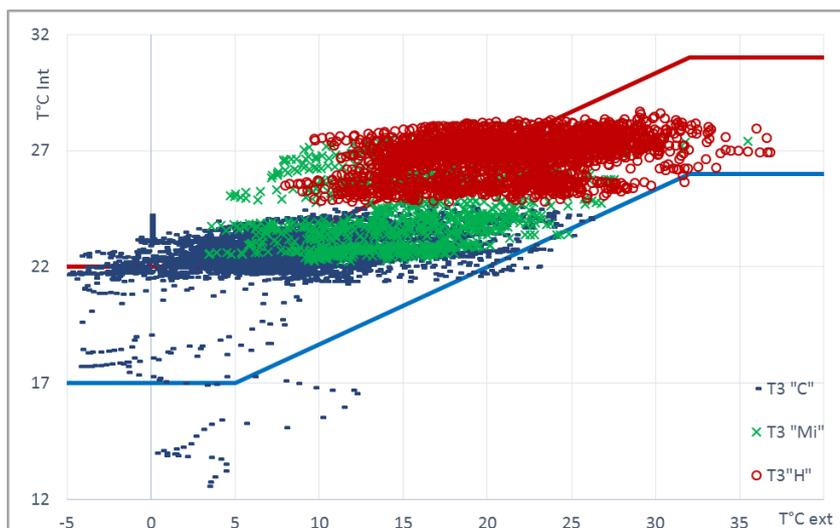


Figure 25: Appartement 14, Chambre 2 - Zone de Brager

En général, les résultats de confort obtenus à l'aide de la méthode « Brager » ne sont pas satisfaisants dans l'appartement 14 (Cf. Tableau 2) Le taux d'inconfort (sous-chauffe) est négligeable dans les trois pièces monitorées, cependant le taux de surchauffe est très important en toute saison.

Le taux de confort en toute saison ne respecte le taux de référence de l'appel à projets, les courbes de "Brager" obtenues pour la totalité de l'appartement 14 indiquent toutes les trois des résultats non satisfaisants au niveau du confort dans le logement.

Tableau 2 : Taux d'inconfort dans l'appartement 14

APT. 14	HIVER %			DEMI SAISON %			ETE			TOTAL %		
	Séj	Ch 1	Ch 2	Séj	Ch 1	Ch 2	Séj	Ch 1	Ch 2	Séj	Ch 1	Ch 2
INCONFORT	1%	0%	0%	14%	15%	26%	31%	34%	40%	15%	17%	22%
SURCHAUFFE HIVER	18%	18%	14%									

### 2.3.4. Comparaison de confort dans les 2 logements.

Sur la Figure 26 on présente le taux d'inconfort pour les deux logements pendant la période des mesures selon Brager, on voit clairement que :

- le taux d'inconfort dans l'appartement 14 est supérieur à celui de l'appartement 11 tout au long de l'étude.
- En hiver, des phénomènes de sous-chauffe sont visibles dans l'appartement 11, tandis qu'ils sont négligeables dans l'appartement 14.
- En demi-saison, l'appartement 14 présente un taux d'inconfort très important (entre 15 et 26%).
- l'appartement 11 montre un taux de confort très satisfaisant pendant la période « chaude », cependant un taux d'inconfort très important est observé dans l'appartement 14 pendant la même période, allant de 30% à 40%.

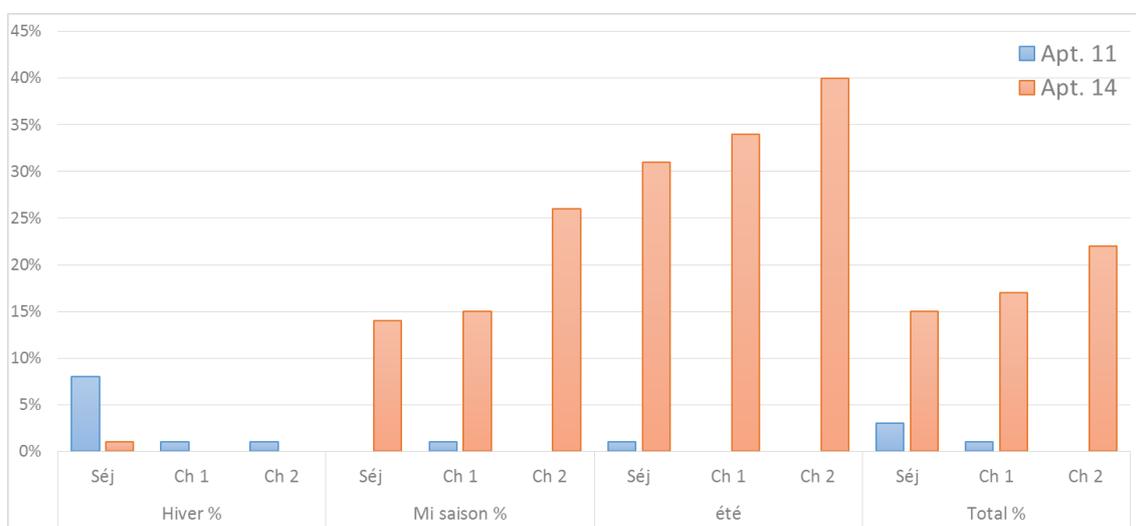


Figure 26: Taux d'inconfort pour les 2 logements étudiés

**En conclusion**, le taux d'inconfort respecte le taux de référence de l'appel à projets dans l'appartement 11, pour les 3 pièces de mesure et pendant les 3 périodes étudiées, cependant l'appartement 14 respecte le taux de référence durant l'été, il présente un taux d'inconfort très important durant l'été et en mi- saison.

## 2.4. Conclusions sur la partie confort

Les analyses menées sur les mesures de confort thermiques dans les 2 logements instrumentées montrent :

- Un bon fonctionnement thermique de l'appartement 11 aussi bien dans les conditions été que dans les conditions Hiver ;
  - Dans les conditions estivale et « demi-saison » (Text>20°C), les températures intérieures constatées respectent les limites hautes indiquées par Brager ;
  - Dans les conditions Hiver, exceptée de sous-chauffe observée dans le séjour, l'appartement 11 présentent un meilleur respect de la zone de confort, le taux d'inconfort reste loin de 8% (taux d'inconfort défini par l'appel à projets) ;
  - Un comportement optimal des occupants en période estivale, demi-saison pour ce logement.
- Un taux d'inconfort, sur chauffe, très important dans l'appartement 14, cela est dû à un mauvais comportement des usagers par :
  - Hausse de consigne de chauffage dans l'appartement en période froide.
  - Absence de l'aération nocturne pendant la période chaude
- Le taux de confort dans le logement 11 respecte le taux de référence de l'appel à projets tandis que le taux dans le logement 14 ne le respecte pas durant l'été et en mi- saison.

## 3. CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DES LOGEMENTS

### 3.1. Indicateurs

Pour évaluer l'opération en phase exploitation au regard des exigences de l'appel à projets, on s'intéresse aux consommations en énergie primaire (périmètre RT2005) incluant les postes : chauffage, ECS, ventilation, éclairage et auxiliaires en kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.an.

Comme nous avons indiqué ci-dessus, sur cette opération, Gironde Habitat a fait le choix de ne pas individualiser les consommations de chauffage par logement, le suivi de la poste « éclairage » est réalisé sur le niveau « logement », les autres poste réglementaires sont suivies sur le niveau « Bâtiment »

NB : La difficulté majeure d'analyse d'une campagne de mesure réside dans sa dépendance à la météorologie. Une campagne de mesures est réalisée, par définition, en conditions réelles et donc ponctuelles.

### 3.2. Consommation réglementaire

Sur le Tableau 3 sont représentés les résultats de l'étude thermique réglementaire sur le bâtiment 1.

Tableau 3 : Détail des postes de consommation réglementaires « bâtiment 1 »

Détails	Projet	Référence	Ecart en %
<b>U<sub>bat</sub> du bâtiment</b>	0,324	0,562	42,29
<b>Coefficient Cep [kWh<sub>EP</sub> /m<sup>2</sup>]</b>	-4,29	92,61	104,63
<b>CHAUFFAGE</b>			
Gaz	17411,18	83821,76	79,23
Total Energie primaire [kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> ]	10,11	48,67	79,23
<b>ECS</b>			
Gaz	24282,61	47578,86	48,96
Solaire	14797,81	0	0
Total Energie primaire [kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> ]	14,1	27,63	48,96
<b>ECLAIRAGE</b>			
Electrique [kWh]	3715,52	3731,8	0,44
Total Energie primaire [kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> ]	5,57	5,59	0,44
<b>AUXILIAIRES</b>			
Electrique [kWh]	945,0	1265,07	25,30

Total Energie primaire [kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> ]	1,42	1,9	25,30
<b>VMC (Electrique)</b>			
Electrique [kWh]	3504,0	5896,03	40,57
Total Energie primaire [kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> ]	5,25	8,83	40,57

### 3.3. Consommation mesurée

#### 3.3.1. Niveau logement

Les consommations mesurées sur les deux logements instrumentés sont compilées dans le Tableau 4. Les données issues de consommations électriques générale et la consommation de la poste éclairage ont été enregistrées grâce aux data-logger installés et validés par relevés ponctuels (compteur EDF, eau froide et eau chaude). La consommation de chauffage a été ramenée au logement en divisant par la surface totale du bâtiment.

Tableau 4: Consommation annuelle mesurée dans les 2 logements

	Eclairage [kWh]	Eclairage [kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .an]	Référence [kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .an]	Consommation générale [kWh]	Consommation générale [kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .an]
<b>Apt. 11</b>	97	3.77	5.75	1514	58.83
<b>Apt. 14</b>	89	2.59		1520	44.31

#### 3.3.2. Niveau bâtiment

Les consommations finales mesurées sur le bâtiment A sont représentées dans le Tableau 5

Tableau 5: Consommation annuelle mesurée au niveau bâtiment

Gaz Chauffage [m <sup>3</sup> ]	Chauffage [kWh]	ECS [kWh]	Eclairage communs [kWh]	VMC Communs [kWh]	Aux. Communs [kWh]
12400	101700	38800	4500	1705	4236

Une différence de 16000 kWh est observée entre les relevés du compteur et la facture d'énergie fournie par SPIE, la consommation d'énergie enregistrée relevée au compteur ECS est 55000 kWh, par contre la facture définitive P1 Chauffage présentée par SPIE montre une consommation d'énergie de 38800 kWh (388m<sup>3</sup> ECS) pour la période du 21/11/2013 jusqu'au 5/11/2014.

Une surconsommation d'énergie pour chauffer l'ECS est constatée dans ce bâtiment.

### 3.4. Analyse comparative

Dans le Tableau 6 sont présentés les résultats de la consommation annuelle de l'énergie finale par m<sup>2</sup> par poste réglementaire pour les deux appartements instrumentés.

Tableau 6: Consommation annuelle mesurée en kWhEP /m<sup>2</sup>.an par rapport à l'étude réglementaire

[kWhEP /m <sup>2</sup> .an]	Eclairage	Chauffage	ECS	VMC	Auxiliaire
<b>Apt. 11</b>	3.77	59.06	43.75	3.68	6.35
<b>Apt. 14</b>	2.59		37.5		
<b>Référence</b>	5.75	10.11	14.1	5.25	1.42

Sur la Figure 27 sont présentées la répartition des consommations par poste pour l'étude réglementaire RT2005 et pour les deux logements.

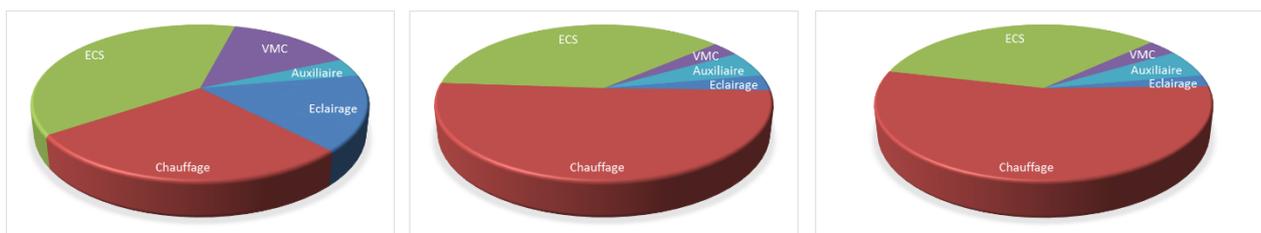


Figure 27 : répartition de la consommation par poste réglementaires pour l'étude RT2005, Apt. 11 et Apt. 14 respectivement

La Figure 28 présente également la répartition des postes de consommation des appartements instrumentés par rapport aux calculs RT2005.

La consommation totale mesurée est supérieure au coefficient Cep calculée, respectivement 320% et 300% pour les Appartements 11 et 14 respectivement.

La consommation d'énergie mesurée pour la poste réglementaire éclairage reste inférieure à celle de l'étude réglementaire RT2005, 35% et 55% pour les appartements 11 et 14 respectivement.

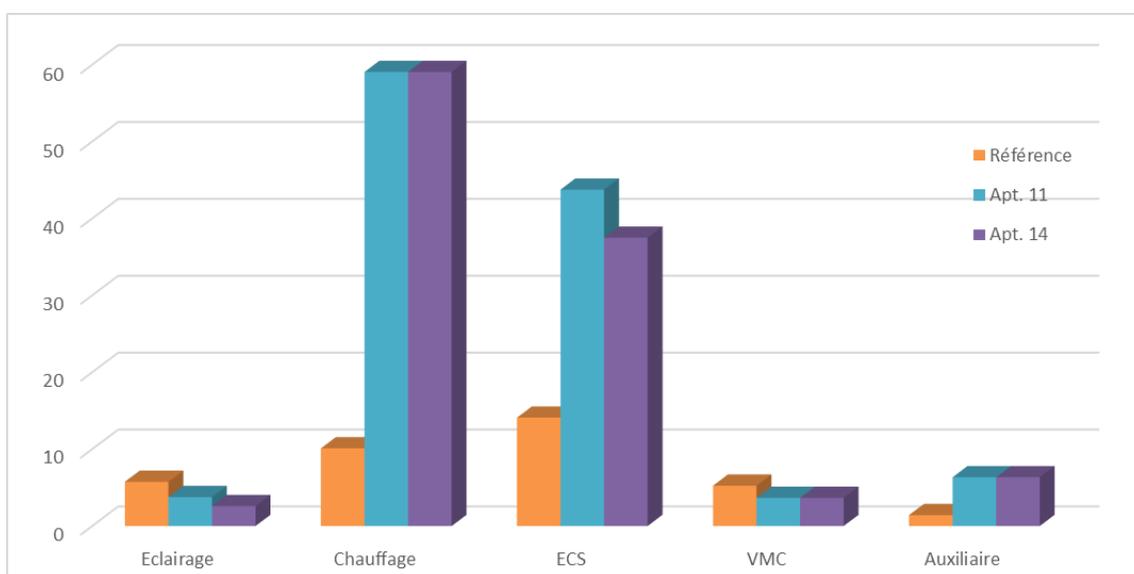


Figure 28: Comparaison de la répartition des consommations en énergie primaire par poste RT2005

Une consommation de chauffage (collective) très élevée a été observée dans le bâtiment, six fois supérieure à la consommation de chauffage calculée. Le résultat est compatible avec le taux de surchauffe observé dans l'appartement 14 et dans les locaux communs du bâtiment.

La consommation de l'eau chaude sanitaire mesurée est également très élevée par rapport à l'étude réglementaire,

38800 kWh pour les 19 logements pour une consommation totale d'ECS de 388 m<sup>3</sup>. La consommation d'énergie pour la poste ECS est calculée à partir de relevé du compteur individuel de chaque logement par rapport à la consommation totale du bâtiment. En générale, la consommation de l'ECS est plus élevée dans l'Apt. 11 par rapport à son voisin.

Le système solaire thermique a mal fonctionné : la production totale du système est 1213 kWh pendant la période de l'étude alors que l'estimation issue de l'étude thermique approche les 15000 kWh.

La consommation de la poste VMC était 30% inférieure à l'étude réglementaire, tandis que la consommation des auxiliaires est très élevée par rapport à l'étude RT2005.

**En conclusion**, les consommations des postes chauffage, ECS et auxiliaires sont très élevées dans la résidence Compostelle par rapport à l'étude règlementaire RT2005, tandis que la consommation réelle mesurée des postes éclairage et VMC est inférieure à celle prévue par l'étude règlementaire RT2005.

La surconsommation de chauffage et des auxiliaires du chauffage est expliquée par le comportement des usagers, une surchauffe est globalement constatée dans les appartements et dans les locaux communs du bâtiment.

La sensibilisation des occupants par une campagne ciblée, focalisant sur des petits gestes quotidiens aussi simples que de diminuer la température de consigne en période de non occupation par exemple ou de limiter la température intérieure maximum à 22°C, permet de générer des économies d'énergie souvent significatives. Sensibiliser efficacement les personnes aboutit à des réductions de **consommation** très importante.

La consommation élevée d'énergie pour la production de l'ECS par rapport à l'étude règlementaire est expliquée par le mauvais fonctionnement du système solaire thermique, la consommation de l'ECS par les usagers reste raisonnable dans les deux appartements suivis, autour de 30 m<sup>3</sup>/logement / an, soit 37 litre/personne/an.

## 4. PRODUCTION ELECTRIQUE DES PV

Une centrale photovoltaïque est intégrée au pan Sud de la toiture et 16 modules sont installés sur châssis sur toiture terrasse (Figure 29). Les caractéristiques de l'installation sont synthétisées ci-dessous :

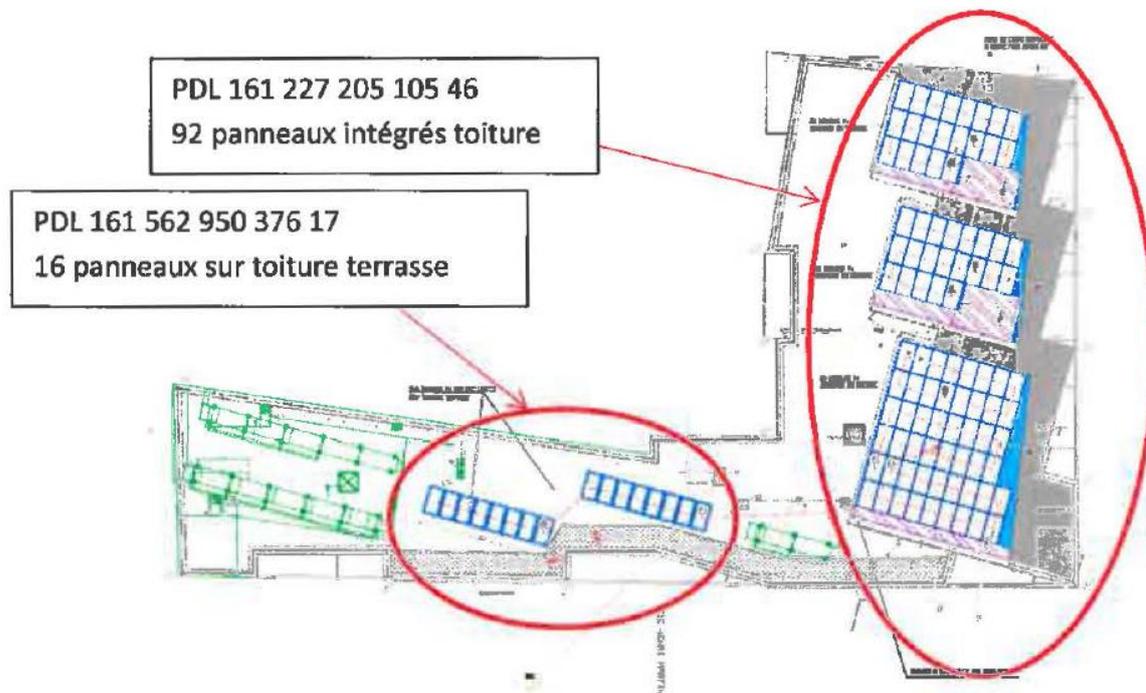


Figure 29: Installation des modules PV sur toiture.

- PDL 161 227 205 105 46 :
  - 92 modules SANYO HIT 245 E01 soit  $P_c$  : 22.54 kWc
  - SOLARMAX 10MT2 + 13MT2, soit  $P_{nom}$  : 23 kVA
- PDL 161 562 950 376 17 :
  - 16 modules SANYO HIT 245 E01 soit  $P_c$  : 3.92 kWc
  - SOLARMAX 42005, soit  $P_{nom}$  : 3.8 kVA

Les caractéristiques techniques des modules PV sont présentés sur l'Annexe 1

Sur la Figure 30 est présentée la production mensuelle des panneaux PV en comparaison avec la consommation générale des locaux communs.

La production max de 2170 kWh est constatée en avril 2014, cette production a baissé en mai, des modules ont été cassés en cours de chantier sur la chaîne 2 onduleur A. En plus, nous avons constaté une déconnexion de l'onduleur A suite à un orage. Donc, pas de production de fin juin jusqu'au 24 Juillet 2014. Les mois de juillet et août montrent une diminution remarquable de la production des panneaux solaires photovoltaïques. Cette année-là, l'ensoleillement durant ces 2 mois d'été a été très inférieur à la normale, avec des déficits dépassant 20 % dans certaines régions en France.

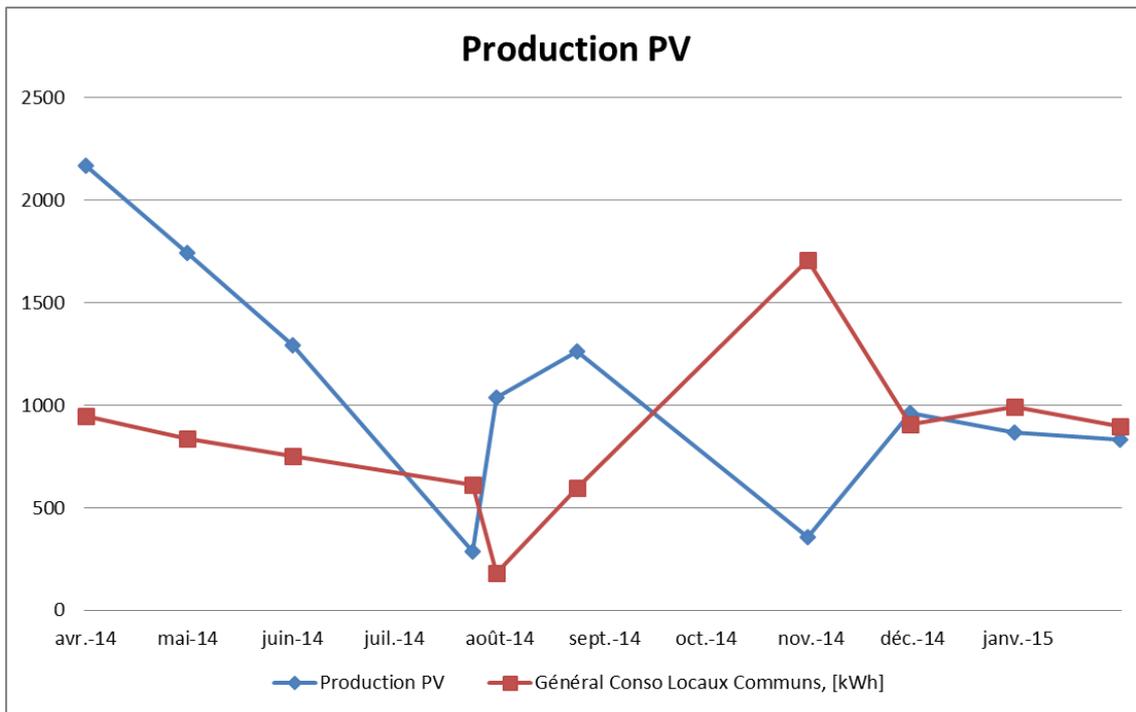


Figure 30: Production mensuelle réelle et théorique de capteur solaire pendant la période de l'étude

En générale, la part de production d'énergie renouvelable dépasse les consommations dans les locaux communs. L'analyse de la production d'énergie renouvelable pour le projet de Compostelle par rapport à la consommation d'énergie reste une analyse indicative durant la période de l'étude, cela est dû à des problèmes de dysfonctionnement de système pendant la période de la production max de l'année 2014.

## 5. CONCLUSION GENERALE

« Compostelle » est une opération comprenant la construction de 19 logements collectifs en milieu urbain (33), Dans le cadre de l'appel à projets Bâtiments Aquitains Basse Energie, deux logements font l'objet d'une campagne de mesures afin de suivre leurs performances énergétiques sur 18 mois.

Dans l'optique d'établir une étude complète du confort thermique du projet, une répartition saisonnière des températures a été établie et complétée par une analyse pendant des semaines plus représentatives, le taux d'inconfort des occupants est ensuite obtenue en utilisant la zone de confort BRAGER.

Les analyses menées sur les mesures de confort thermiques montrent un bon fonctionnement thermique de l'appartement 11 aussi bien dans les conditions été que dans les conditions Hiver ; un comportement optimal des occupants en période estivale, demi-saison pour ce logement. Un taux d'inconfort, sur chauffe, très important est observé dans l'appartement 14, cela est dû à un mauvais comportement des usagers, le taux de confort dans le logement 14 ne respecte pas le taux de référence de l'appel à projets durant l'été et en mi- saison.

Pour évaluer l'opération en phase exploitation au regard des exigences de l'appel à projets, on s'intéresse aux consommations en énergie primaire incluant les postes : chauffage, ECS, ventilation, éclairage et auxiliaires en kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.an. Dans ce projet, Gironde Habitat a fait le choix de ne pas individualiser les consommations de chauffage par logement, le suivi de la poste « éclairage » est réalisé sur le niveau « logement », les autres poste réglementaires sont suivies sur le niveau « Bâtiment ».

Les résultats montrent que les consommations des postes chauffage, ECS et auxiliaires sont très élevées dans le bâtiment par rapport à l'étude réglementaire RT2005. La consommation réelle mesurée des postes éclairage et VMC est inférieure à celle obtenue par l'étude réglementaire RT2005. La surconsommation de chauffage est expliquée la manque de la sensibilisation des occupants sur l'utilisation de chauffage. La surconsommation de l'énergie pour l'ECS dû à disfonctionnement partiel du système solaire thermique. La production d'énergie renouvelable par le système PV a eu également un problème technique qui a diminué notamment la production durant une période importante de l'étude.

## 6. ANNEXE

Annexe 1 : Caractéristiques techniques de système Photovoltaïque :

### Module Photovoltaïque HIT®

**SANYO**  
by **Panasonic**

HIT-H250E01  
HIT-H245E01

**Adaptation de la technologie R&D**

- Amélioration du rendement cellule
  - En limitant les pertes dues aux recombinaisons des porteurs de charge
  - En réduisant les pertes optiques
  - En minimisant l'effet Joule

**Utilisation maximisée des ressources**

- En découpant les wafers quasiment ronds, les cellules HD limitent les pertes de Silicium à la production
- Module compact mais avec une génération de courant maximum

**Design des cellules HD**

**Verre anti-réflexion**

- Technologie de capture de la lumière
  - Afin de réduire la réflexion et la dispersion de la lumière
  - Pour augmenter la quantité d'énergie produite le matin et le soir

**18.0%\***  
180 W/m<sup>2</sup>



\* Pour HIT-H250E01

#### Technologie de la cellule HIT

La cellule solaire SANYO HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer) se compose d'une fine plaque de silicium monocristallin enrobée dans des couches de silicium amorphe ultrafines. Ce procédé de fabrication, conçu d'après les techniques les plus modernes, permet d'obtenir les performances les plus élevées du marché.

#### Caractéristiques spécifiques

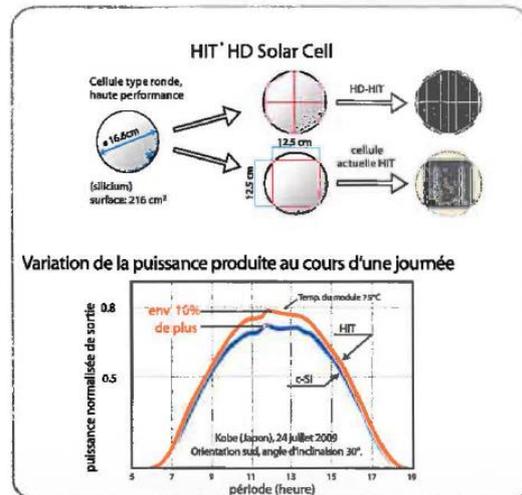
Plus d'énergie propre. Les cellules HIT délivrent une puissance de sortie au m<sup>2</sup> supérieure aux cellules photovoltaïques classiques en silicium cristallin.

#### La cellule solaire respectueuse de l'environnement

Les modules photovoltaïques SANYO HIT ne produisent aucun rejet et ne contiennent aucune pièce mobile. Les dimensions des modules HIT permettent une installation compacte livrant un maximum de puissance par rapport à la surface de toiture disponible.

#### Une productivité élevée à hautes températures

A la différence d'une cellule solaire classique en silicium cristallin, la cellule solaire HIT peut produire avec un rendement important même à des températures élevées.



Les cellules et les modules HIT ont un très haut rendement dans la production en série.

Modèle	Rendement de la cellule	Rendement du module	Puissance / m <sup>2</sup>
HIT-H250E01	20.8%	18.0%	180 W/m <sup>2</sup>
HIT-H245E01	20.4%	17.7%	177 W/m <sup>2</sup>

**HIT® HD**  
Photovoltaic Module

HIT est une marque déposée de SANYO Electric Co., Ltd. Le nom «HIT» est l'abréviation de «Heterojunction with Intrinsic Thin layer» qui est une technologie originale de SANYO Electric Co., Ltd.

[www.sanyo-solar.eu/fr](http://www.sanyo-solar.eu/fr)

**SANYO Component Europe GmbH**  
Panasonic Group



# Caractéristiques électriques et mécaniques

## HIT-H250E01, HIT-H245E01

Données électriques (à STC)		Modèles HIT-HxxxE01	
	250	245	
Puissance maximum (Pmax) [W]	250	245	
Tension de crête maximale (Umpp) [V]	34.9	34.4	
Courant de crête maximal (Impp) [A]	7.18	7.13	
Tension à vide (Uco) [V]	43.1	42.7	
Courant de court-circuit (Icc) [A]	7.74	7.65	
Protection max. par surintensité inverse [A]	15		
Tolérance de puissance de sortie [%]	+10/-5*		
Tension maximum de système [V]	1000		

Note: Conditions standards de test (STC): masse d'air 1,5; ensoleillement = 1000W/m<sup>2</sup>; Température de cellule = 25°C  
\* Tous les modèles fabriqués par les équipements SANYO ont une tolérance positive de la puissance

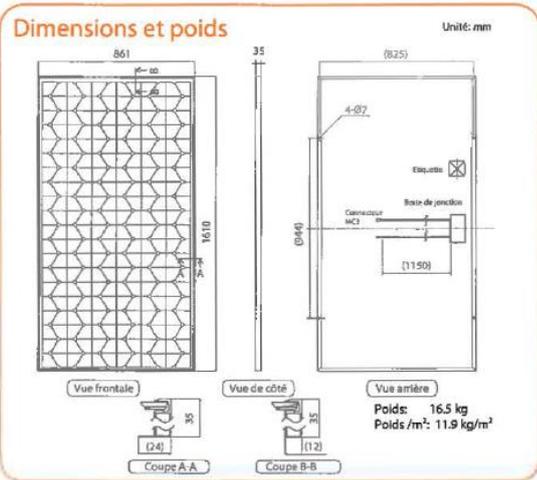
Caractéristiques de température		250		245	
Température (NOCT) [C°]	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
Coefficient de température de Pmax [%/C°]	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30
Coefficient de température de Uoc [V/C°]	-0.108	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107
Coefficient de température de Icc [mA/C°]	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32

En NOCT		250		245	
Puissance maximum (Pmax) [W]	188.9	185.4	185.4	185.4	185.4
Tension de crête maximale (Umpp) [V]	32.8	32.4	32.4	32.4	32.4
Courant de crête maximal (Impp) [A]	5.76	5.73	5.73	5.73	5.73
Tension à vide (Uco) [V]	40.5	40.1	40.1	40.1	40.1
Courant de court circuit (Icc) [A]	6.23	6.23	6.23	6.23	6.23

Note: température nominale d'utilisation des cellules: masse d'air 1,5 spectre, ensoleillement = 800W/m<sup>2</sup>, température de l'air = 20°C, vitesse du vent 1 m/s.

A faible ensoleillement		250		245	
Puissance maximum (Pmax) [W]	48.8	47.7	47.7	47.7	47.7
Tension de crête maximale (Umpp) [V]	34.1	33.6	33.6	33.6	33.6
Courant de crête maximal (Impp) [A]	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43
Tension à vide (Uco) [V]	40.1	39.7	39.7	39.7	39.7
Courant de court circuit (Icc) [A]	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55

Note: faible ensoleillement: masse d'air 1,5 spectre, ensoleillement = 200W/m<sup>2</sup>, température de la cellule = 25°C.



### Garanties

Performance: 10 ans (90% de Pmin), 25 ans (80% de Pmin)  
Produit: 10 ans  
(Basé sur le document certifiant la garantie)

### Matériaux

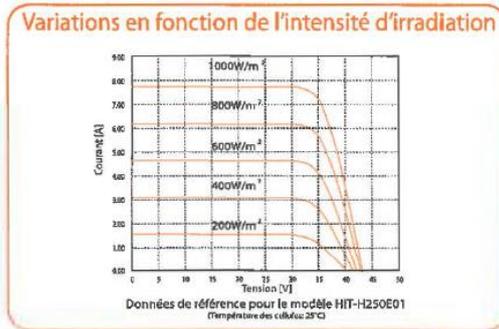
Cellules : HIT  
Verre : verre trempé AR  
Cadre : aluminium anodisé noir  
Type de connecteurs: MC3

### Certificats

Quality tested, IEC 61215  
Safety tested, IEC 61730  
Periodic inspection  
Electrical Protection  
Class E

APPROVED PRODUCT  
MC3  
CIRCUITRY HAS MET IEC 61730-2  
Photovoltaic system

Membre de  
**PV CYCLE**



Veillez consulter votre revendeur local pour toute information complémentaire.

**ATTENTION!** Veuillez lire attentivement les instructions de montage avant la mise en œuvre des produits.  
Dans le cadre de l'amélioration constante de nos produits, nous nous réservons le droit d'effectuer sans préavis toute modification technique.

SANYO Component Europe GmbH, Panasonic Group  
Solar Division  
Stahlguberring 4  
81829 Munich, Germany  
Tel. +49-(0)89-460095-0  
Fax. +49-(0)89-460095-170  
http://www.sanyo-solar.eu/fr  
email: info.solar@sanyo-solar.eu

**SANYO**  
by **Panasonic**  
SANYO Electric Co., Ltd., Panasonic Group  
Solar Division  
http://www.sanyo.com/solar/

# Caractéristiques techniques

SWISS QUALITY



		SolarMax 6MT2	SolarMax 10MT2	SolarMax 13MT2	SolarMax 15MT2	SolarMax 13MT3	SolarMax 15MT3
Grandeurs d'entrée	Plage de tension MPP	250 ... 750 V	250 ... 750 V	250 ... 750 V	250 ... 750 V	250 ... 750 V	250 ... 750 V
	Tension min. pour puissance nominale	300 V	290 V	370 V	430 V	280 V	320 V
	Tension DC maximale	900 V	900 V	900 V	900 V	900 V	900 V
	Courant DC maximal	1 x 18 A / 1 x 9 A	2 x 18 A	2 x 18 A	2 x 18 A	3 x 16 A	3 x 16 A
	Nombre de trackers MPP	2	2	2	2	3	3
	Puissance max. du générateur PV par tracker MPP	MPPT1: 9'000 W MPPT2: 4'500 W	9'000 W	9'000 W	9'000 W	9'000 W	9'000 W
	Raccordements de branche	1 x 2 / 1 x 1	2 x 2	2 x 2	2 x 2	3 x 2	3 x 2
	Type de raccordement	MC 4	MC 4	MC 4	MC 4	MC 4	MC 4
Grandeurs de sortie	Puissance nominale avec $\cos(\phi) = 1$	8'000 W	10'000 W	13'000 W	15'000 W	13'000 W	15'000 W
	Puissance apparente maximale	8'000 VA	10'000 VA	13'000 VA	15'000 VA	13'000 VA	15'000 VA
	Tension secteur nominale	3 x 400 V	3 x 400 V	3 x 400 V	3 x 400 V	3 x 400 V	3 x 400 V
	Courant AC maximal	3 x 12 A	3 x 16 A	3 x 20 A	3 x 22 A	3 x 20 A	3 x 22 A
	Fréquence secteur nominale / plage	50 Hz / 45 Hz...55 Hz					
	Facteur de puissance $\cos(\phi)$	réglable de 0,8 surexcité à 0,8 sous-excité					
	Taux d'harmoniques à puissance nominale	< 3 %					
	Type de raccordement	Amphéniol					
Raccordement réseau	Triphasé (3 / N / PE)						
Rendement	Rendement max.	98,0 %					
	Rendement européen	97,5 %					
Puissance absorbée	Consommation intrinsèque nocturne	0 W					
Conditions ambiantes	Type de protection selon EN 60529	IP65					
	Plage de température ambiante	-20 °C...+60 °C					
	Plage de temp. ambiante à puissance nominale	-20 °C...+50 °C					
	Humidité relative	0...96% (sans condensation)					
Équipement	Ecran	Ecran graphique LCD avec rétro-éclairage et LED d'état					
	Concept de circuit	Doux étages, sans transformateur (sans séparation galvanique)					
	Enregistreur de données	Enregistreur de données pour rendement énergétique, puissance maximale et durée d'exploitation des derniers 31 jours, 12 mois et 10 années					
	Interrupteur sectionneur à surveillance de courant de défaut	Interne, sensible à tous les courants					
	Boîtier	Alu, couvercle poudré					
	Limiteurs de surtension DC	exigences de la classe C (VDE 0675-6) ou type 2 (EN 61643-11)					
	Limiteurs de surtension AC	exigences de la classe D (VDE 0675-6) ou type 3 (EN 61643-11)					
Normes & directives	Conforme CE	Oui					
	CEM	EN 61000-3-2 / EN 61000-3-3 / EN 61000-3-11 / EN 61000-3-12 / EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3					
	Normes et directives appliquées	VDE-AR-N 4105 / VDE 0128-1-1 / directive MT BDEW <sup>1)</sup> / CEI 0-21 / RD 661 / RD 1699 / G59/2 / G83/1-1 <sup>2)</sup> / PPC Guide / C10/11 / EN 50438 <sup>3)</sup> / AS 4777 / CQC Golden Sun					
	Sécurité de l'appareil	«GS, sécurité contrôlée» VDE selon EN 50178 / IEC 62109-1 AS 3100					
Interfaces	Communication de données	RS485 / Ethernet via deux prises femelles RJ45					
	Contact de signalisation d'état	Connecteur M12 avec relais servant de contact de repos / travail					
Poids & dimensions	Poids	39 kg	39 kg	39 kg	39 kg	42 kg	42 kg
	Dimensions en mm (L x H x P)	550 x 750 x 200					
Garantie		Standard 5 ans / extension de 10, 15, 20 ou 25 ans possible					

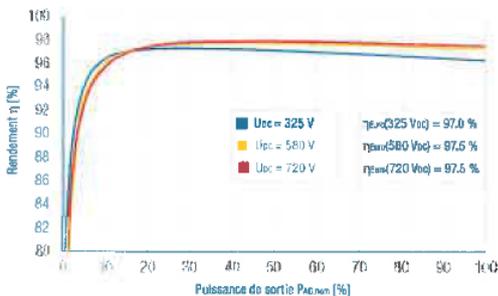
<sup>1)</sup> Non disponible pour SolarMax BMT2

<sup>2)</sup> Seulement les onduleurs SolarMax 6MT2 et SolarMax 10MT2

<sup>3)</sup> Portugal

Tous droits réservés. Sous réserve de modifications et d'indications erronées.

## Courbe de rendement SolarMax 15MT3



2013/01 fr





# **nobatek**

**SIÈGE SOCIAL :**

67, rue de Mirambeau

64600 ANGLET

+33 (0)5 59 03 61 29

[contact@nobatek.com](mailto:contact@nobatek.com)

[www.nobatek.com](http://www.nobatek.com)

**SITE ECOCAMPUS :**

Plateau Ecocampus

Esplanade des Arts et Métiers

33405 TALENCE Cedex

+33 (0)5 56 84 63 70