

Siège Social
NOBATEK
67, rue de Mirambeau
64600 ANGLET
T 05 59 03 61 29
F 05 59 63 55 41



Site Ecocampus
ENSAM
Esplanade des Arts et Métiers
33405 TALENCE
T 05 56 84 63 70
F 05 56 84 63 71

www.nobatek.com

Mission d'assistance technique

Appel à projets Bâtiment Aquitains Basse Energie

Suivi des performances en phase exploitation



Rédaction : Marie PAULY, Saed RAJI

Date : 20 novembre 2013

Appel à projets Bâtiment Aquitains Basse Energie - 2008
Suivi des performances en phase exploitation

CILIOPEE HABITAT



Résidences « Cantharelle » au Passage d'Agen

Livraison en mars 2011

1. L'OPERATION ET LA CAMPAGNE DE MESURES

1.1. Logements instrumentés

Opération faisant partie des lauréats de l'appel à projets PREBAT ALIENOR. Construction de 22 logements individuels groupés (12 T3 et 10 T4) au lieu-dit Trompillou au Passage d'Agen (47 520).

Les 2 logements ont été choisis pour l'instrumentation, en accord avec la maîtrise d'ouvrage, sont de type T4 et T3, une salle de séjour au RDC et 3 chambres à l'étage pour le T4 et 2 chambres pour le T3, nous les nommerons dans cette étude respectivement les logements G7 et G8.

Dans cette étude, les deux chambres du logement G8 orientées « Sud », la « chambre 1 » du logement G7 orientée « Sud », et la « chambre 2 », orienté Nord.



Figure 1 : Plan masse et choix des logements instrumentés

1.2. Répartition des capteurs

Dans chaque logement sont implantés :

- 3 capteurs T°C/HR% enregistrent la température et l'humidité ambiante avec un pas de temps réglé à $\Delta t = 10\text{min}$.
- Un système d'acquisition auquel on raccorde autant de pinces ampérométriques que l'on souhaite mesurer de poste. L'appareil enregistre des intensités. Par le calcul, on détermine les consommations par postes électriques.

Les capteurs de température et humidité ont été répartis de la manière suivante au sein des logements :

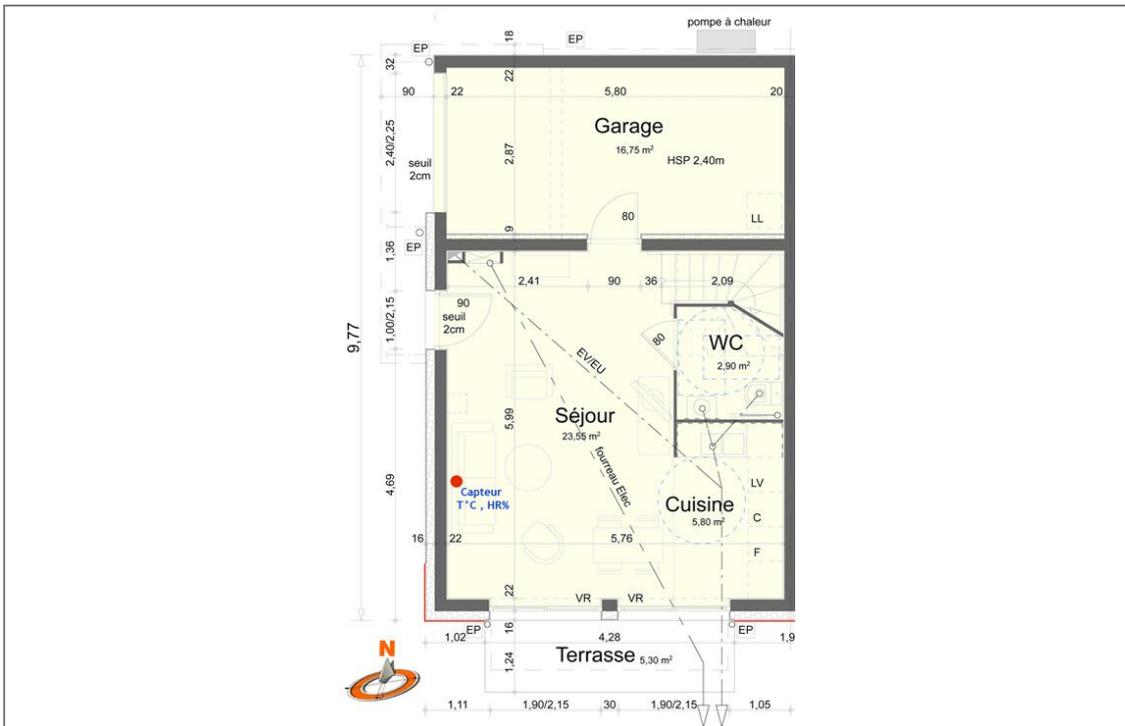


Figure 2 : Emplacement des capteurs T, HR dans le séjour du Logement G7 « Plan de RDC »



Figure 3 : Emplacement des capteurs T, HR dans le séjour du Logement G8 « Plan de RDC »

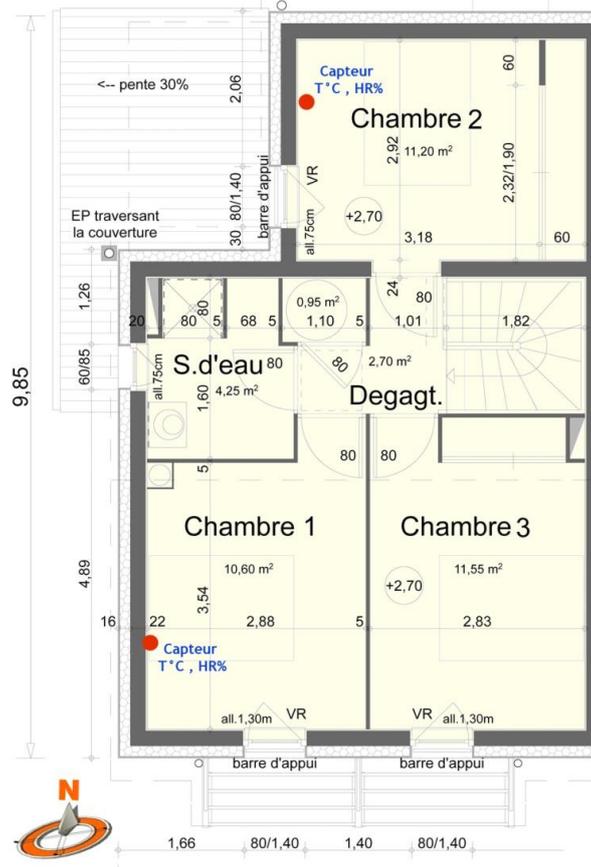


Figure 4 : Emplacement des capteurs T, HR dans les chambres du log-G7 « Plan R+1 »

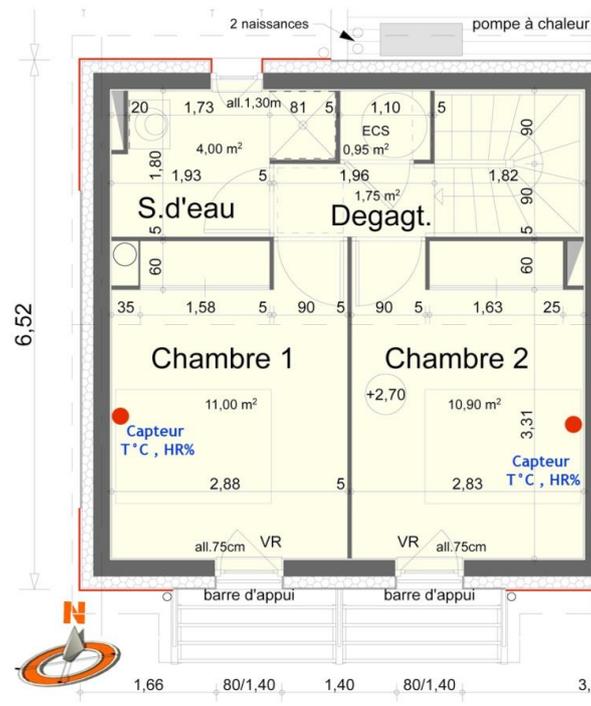


Figure 5 : Emplacement des capteurs T, HR dans les chambres du log-G8 « Plan R+1 »

1.3. La campagne de mesures

Les capteurs sont installés en juin 2011, les données des capteurs (T°C et HR%) sont enregistrées pour une période d'un an et «Août 2011 jusqu'à octobre 2012».

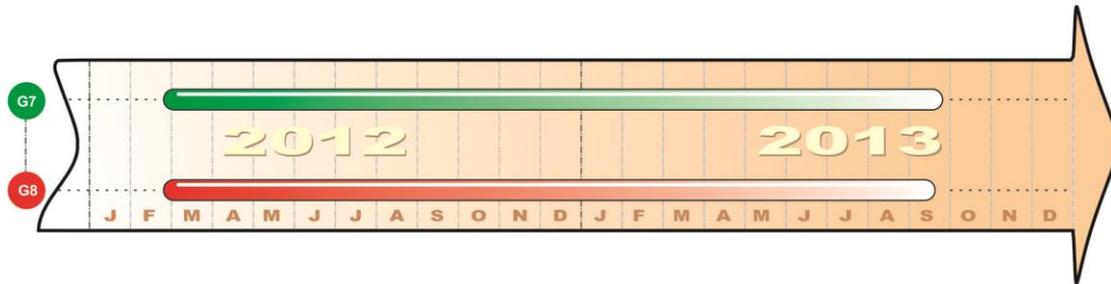


Figure 6 : période d'enregistrements pour les capteurs T°C, HR%

1.4. Occupation des logements

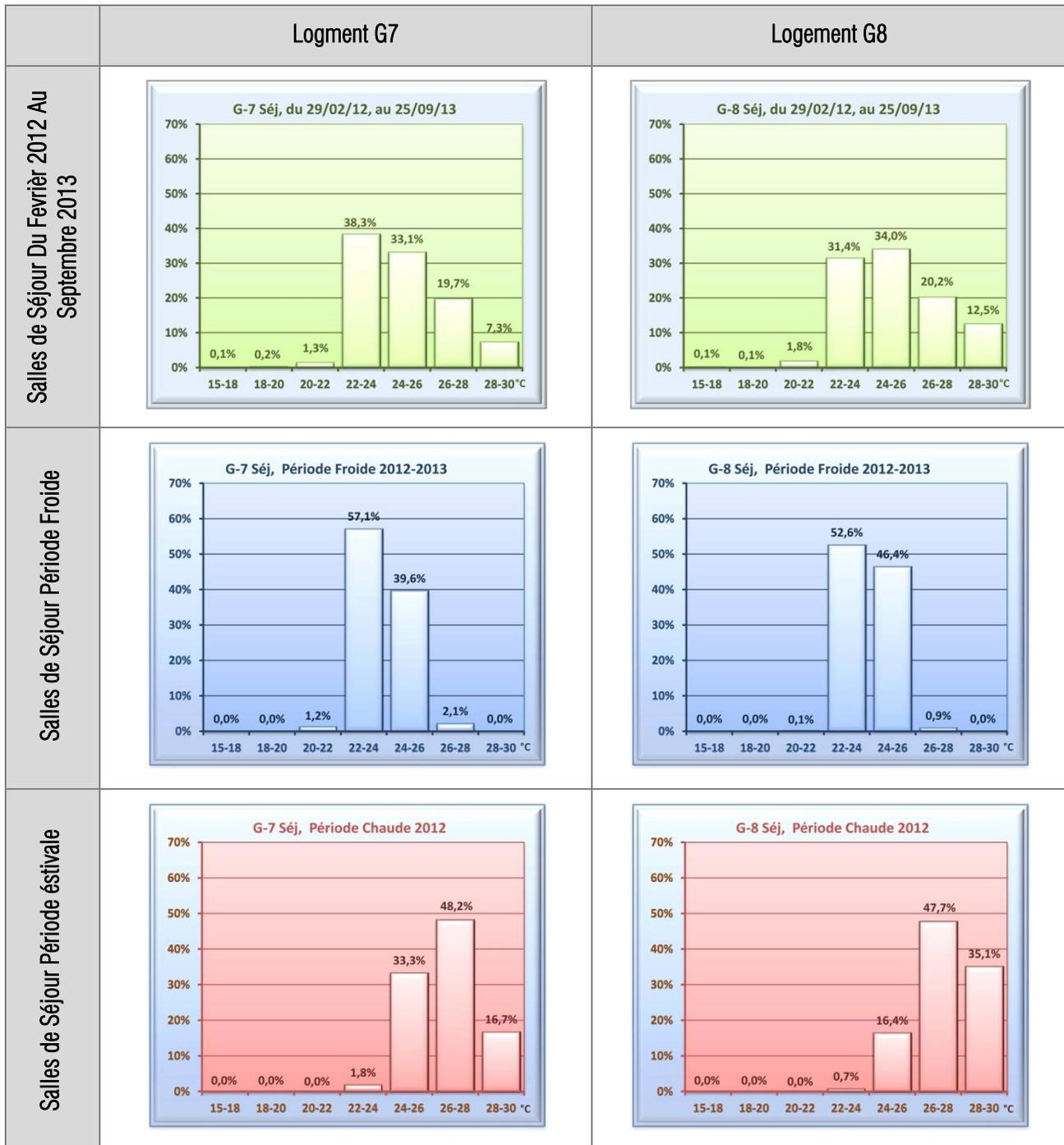
	G7	G8
SHON (m ²)		
Appropriation du logement	<p><i>Les locataires évoquent des soucis de surchauffe des logements dus, selon eux, à la température excessive du ballon d'ECS.</i></p>	<p><i>Les locataires évoquent des soucis de surchauffe des logements dus, selon eux, à la température excessive du ballon d'ECS.</i></p>
Sensibilité à la campagne de mesure		

2. LE CONFORT THERMIQUE DANS LES LOGEMENTS

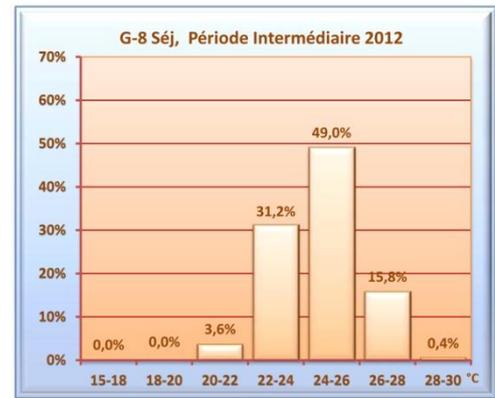
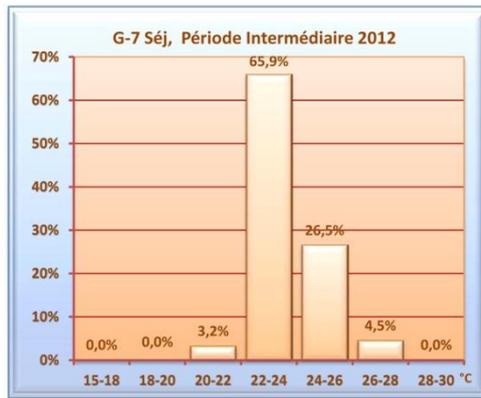
2.1. Répartition saisonnière des températures en occupation

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 et les demi-saisons.

2.1.1. Séjours



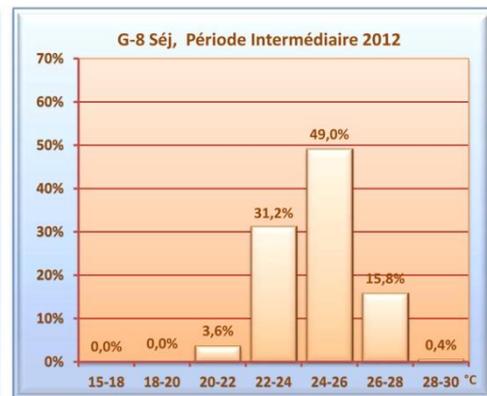
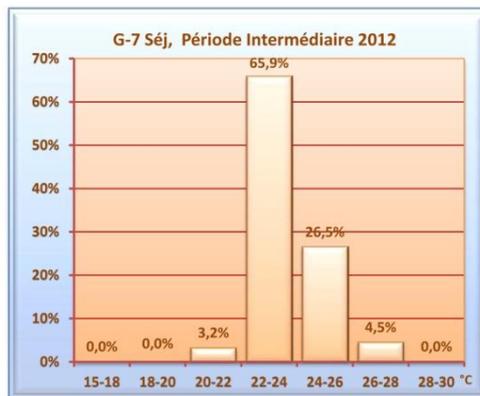
Salles de Séjour Mi-saisons



Dans les salles de séjour et durant les périodes de l'étude, on constate que les deux logements montrent des températures très élevées, le logement G7 montre des températures comprise entre 20 et 26°C, 70% du temps en occupation, la température reste en condition « élevée » (> 26°C), 28% du temps. Le logement G8 présente des températures plus chaudes, les températures comprises entre 20 et 26°C, 65% du temps, tandis que la température reste en condition « élevée » (> 26°C), 33% du temps.

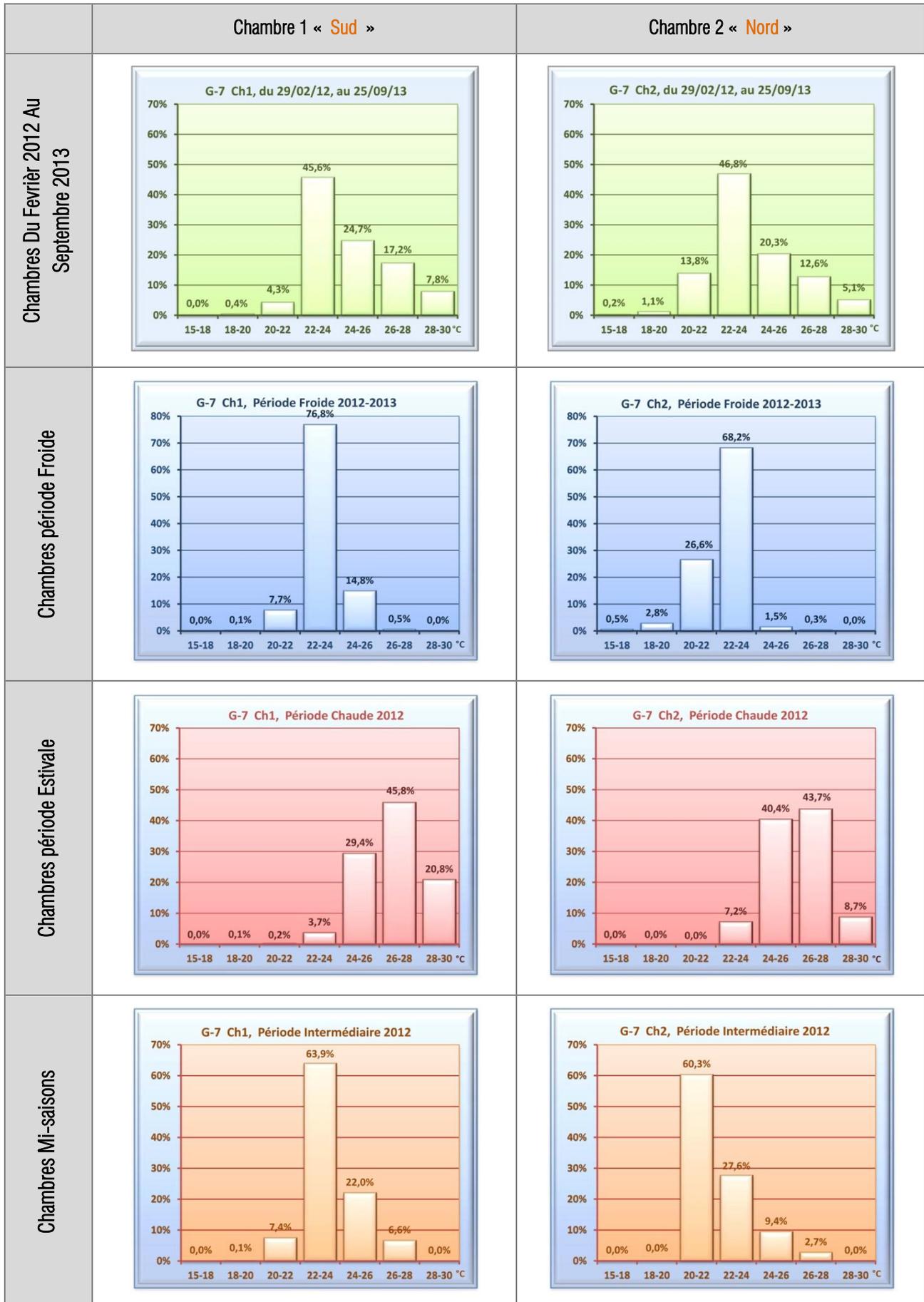
En Hiver, la température intérieure dans le séjour est extrêmement élevée dans les deux logements. Les températures dans les deux logements sont comprises entre 22 et 26°C, 98% du temps environ. Dans le logement G7, la température du séjour excède les 26°C, 2% du temps.

En Été, les 2 logements montrent un comportement presque homogène dans les séjours avec une température aussi très élevée, les températures excèdent le 26°C, 65% du temps dans le logement G7 et 82% dans le logement G8. La température très élevée dans ce logement dû à un absent continue des usagers dans la période d'été. Globalement, les températures dans les deux logements restent très chaudes.



En mi-saison, le logement G7 montre des températures élevées mais acceptable par rapport des autres périodes, comprises entre (22-26°C), 90% du temps. La température est toujours plus élevée dans le logement G87, comprises entre (22-26°C), 80% du temps. des températures extrêmes (supérieur à 28°C) ne sont pas constatées au cours de ces mois de mi-saisons.

2.1.2. Chambres du logement G7



Analyse des résultats

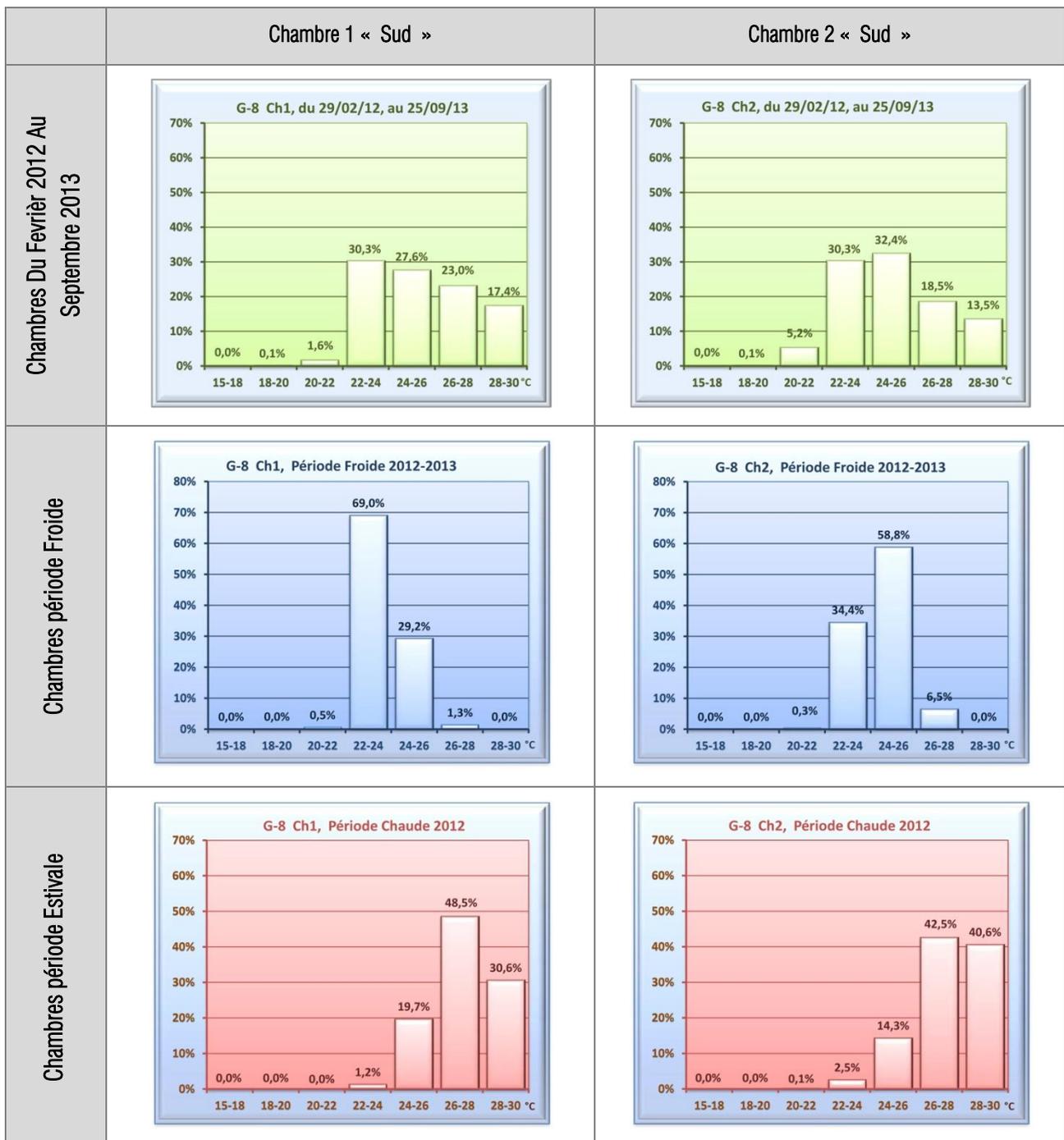
Les mesures effectuées dans les 2 chambres du logement G7 sont similaires : les 2 chambres se trouvent en situation d'inconfort ($> 28^{\circ}\text{C}$) respectivement 8% et 5% du temps.

En Hiver, les 2 chambres montrent des températures très élevées : supérieures à 20°C quasiment en permanence. La température de consigne de chauffage est réglée à une température supérieure à 22°C , donc les deux chambres restent en situation de surchauffe hivernale ($T > 22^{\circ}\text{C}$) respectivement 90% et 70% du temps.

En été, les températures des chambres sont très chaudes, comprise entre 24 et 28°C , 75% du temps dans la chambre 1 et 84% du temps dans la chambre 2. Une situation d'inconfort ($> 28^{\circ}\text{C}$) est rencontrée plus de 20% du temps dans la chambre Sud et 9% dans la chambre Nord.

En mi-saison, les deux chambres montrent des résultats acceptables, quasiment aucun inconfort n'est constaté au cours de temps d'occupation.

2.1.3. Chambres du logement G8



<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Chambres Mi-saisons</p>	<table border="1"> <caption>G-8 Ch1, Période Intermédiaire 2012</caption> <thead> <tr> <th>Température (°C)</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15-18</td><td>0,0%</td></tr> <tr><td>18-20</td><td>0,0%</td></tr> <tr><td>20-22</td><td>3,3%</td></tr> <tr><td>22-24</td><td>37,1%</td></tr> <tr><td>24-26</td><td>39,3%</td></tr> <tr><td>26-28</td><td>20,3%</td></tr> <tr><td>28-30</td><td>0,0%</td></tr> </tbody> </table>	Température (°C)	Pourcentage	15-18	0,0%	18-20	0,0%	20-22	3,3%	22-24	37,1%	24-26	39,3%	26-28	20,3%	28-30	0,0%	<table border="1"> <caption>G-8 Ch2, Période Intermédiaire 2012</caption> <thead> <tr> <th>Température (°C)</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15-18</td><td>0,0%</td></tr> <tr><td>18-20</td><td>0,0%</td></tr> <tr><td>20-22</td><td>6,6%</td></tr> <tr><td>22-24</td><td>31,2%</td></tr> <tr><td>24-26</td><td>41,3%</td></tr> <tr><td>26-28</td><td>18,6%</td></tr> <tr><td>28-30</td><td>2,3%</td></tr> </tbody> </table>	Température (°C)	Pourcentage	15-18	0,0%	18-20	0,0%	20-22	6,6%	22-24	31,2%	24-26	41,3%	26-28	18,6%	28-30	2,3%
Température (°C)	Pourcentage																																	
15-18	0,0%																																	
18-20	0,0%																																	
20-22	3,3%																																	
22-24	37,1%																																	
24-26	39,3%																																	
26-28	20,3%																																	
28-30	0,0%																																	
Température (°C)	Pourcentage																																	
15-18	0,0%																																	
18-20	0,0%																																	
20-22	6,6%																																	
22-24	31,2%																																	
24-26	41,3%																																	
26-28	18,6%																																	
28-30	2,3%																																	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Analyse des résultats</p>	<p>Dans le logement G8, au cours de la période de mesure, les températures mesurées dans les deux chambres restent identiques et supérieures de celles du logement G7, les 2 chambres se trouvent en situation d'inconfort (température > 28°C) 17 % et 13% du temps respectivement. Les résultats sont très semblables des résultats obtenus dans la salle de séjour de ce logement.</p> <p>En hiver, les températures mesurées dans les chambres du logement G8 sont plus élevées de celles du logement G7. Les températures sont toujours supérieures à 22°C dans les 2 chambres. Les températures sont plus élevées dans la chambre 2.</p> <p>En été, les 2 chambres présentent des températures très élevées, surtout dans la chambre 2. La température excède 26° plus de 80% du temps, et dépasse 28°C, respectivement 30% et 40 % du temps dans les 2 chambres.</p> <p>Les deux chambres restent en situation acceptable en mi-saison. Des températures supérieures à 28°C sont négligeables dans la chambre 1. Des températures plus chaudes sont observées dans la chambre 2.</p> <p>Globalement, les relevés effectués dans ce logement mettent en évidence beaucoup de surchauffe dues à différents facteurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Occupation par un enfant handicapé - Un ballon d'ECS qui surchauffe d'après les locataires - Une absence prolongée en été qui « fausse » l'analyse des données et qui justifie une absence d'utilisation de la maison 																																	

2.2. Températures mesurées au cours de semaines représentatives

2.2.1. Séjours

a. Semaine la plus froide

Pendant la semaine la plus froide, les deux logements montrent des températures très élevées (Cf. Figure 7) dans les séjours :

- Le logement G7 montre une variation journalière de la température allant de 22°C à 26°C, une augmentation nette de la température est observée chaque matin dans le séjour.
- La température dans le logement G8 est plus stable et est comprise entre 23 et 25° pendant cette semaine la plus froide de l'année.

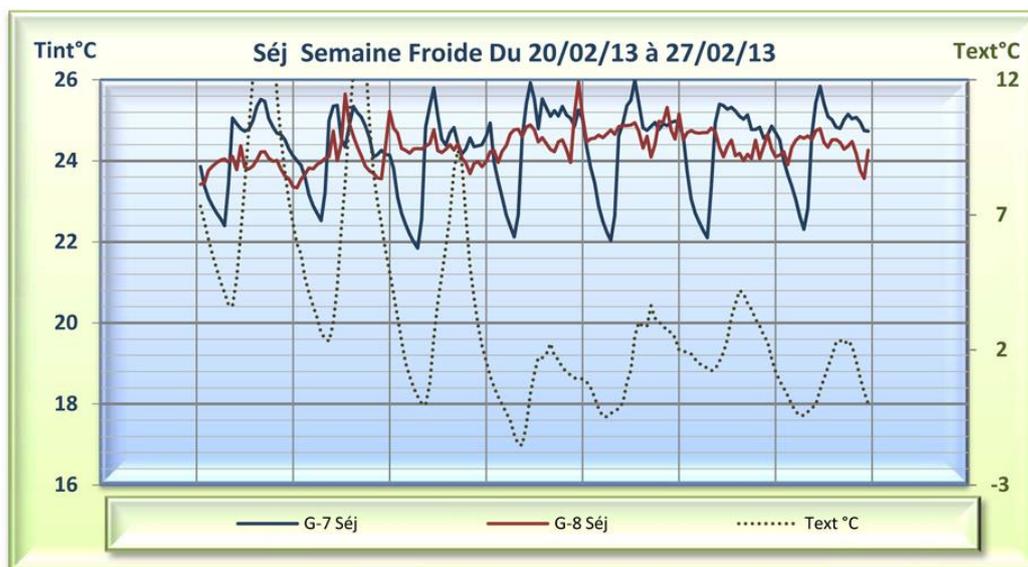


Figure 7 : Courbes de températures au cours de la semaine la plus froide, Séjour

b. Semaine la plus chaude

Pendant la semaine la plus chaude, les 2 logements montrent des températures également élevées. Dans les séjours au rez-de-chaussée, les températures dans les 2 logements sont comprises entre 27° et 30°C (cf. Figure 8), il est important d'observer que la température du séjour diminue sensiblement chaque matin dans le logement G7 en tout début de journée, ce qui indique une ouverture des fenêtres à minima matinale. Par ailleurs, la température reste plus stable dans le logement G8 (l'absence des occupants a été vérifiée sur cette période).

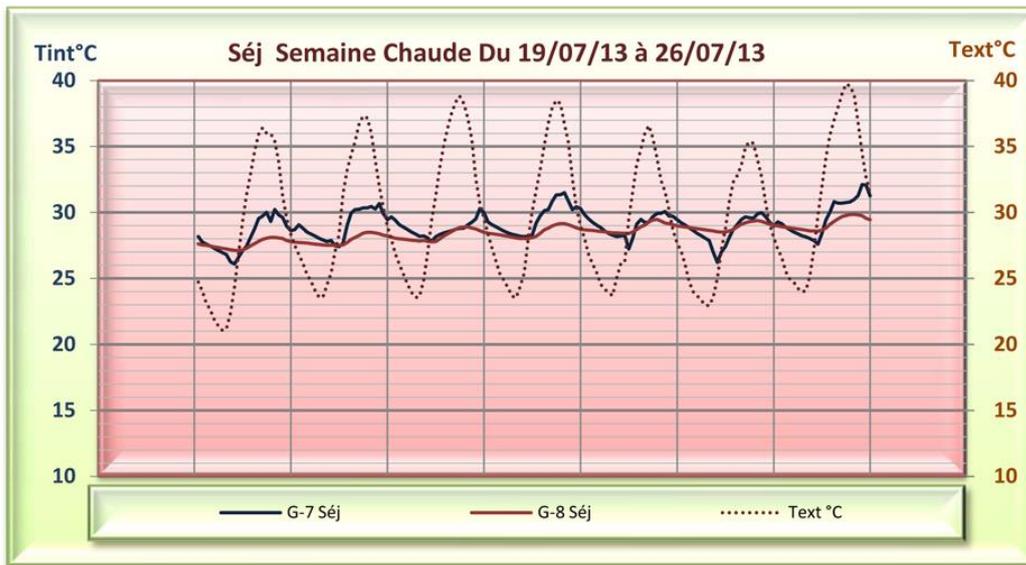


Figure 8 : Courbes de températures au cours de la semaine la plus chaude, Séjour

2.2.2. Chambres

a. Semaine la plus froide

Pendant la semaine la plus froide, l'observation des températures intérieures mesurées dans les chambres indique que les chambres sont en situation de surchauffe toute la semaine. La température de consigne indiquée par les occupants est très élevée. On préconise 19°C, ce qui est relativement bas, néanmoins, une consigne raisonnable et courante avoisine les 20 à 21°C maximum.

Le logement G7 montre des températures plus élevées dans la chambre 2 d'enfant orientée nord. Elles varient entre 22 et 26°C. Des abaissements nets indiquent une ouverture de fenêtre. Des températures moins élevées sont observées dans la chambre 1 et beaucoup plus stables, comprise entre 22 et 23°C. Rappelons que cette chambre

Les températures des 2 chambres du logement G8 évoluent entre 22°C et 25°C pendant cette semaine froide (Cf. Figure 9).

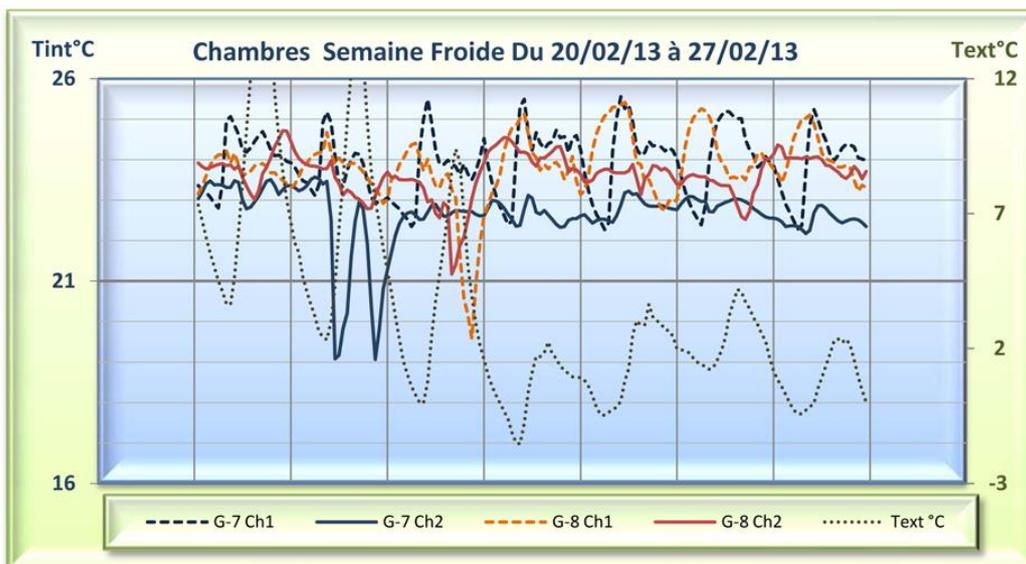


Figure 9 : Courbes de températures au cours de la semaine la plus froide, Chambres

b. Semaine la plus chaude

Pendant la semaine la plus chaude, les températures mesurées dans le logement G8 sont légèrement plus élevées que dans le logement G7, avec un écart de 4°C pendant la journée la plus chaude entre les 2 chambres 2.

La température dans les 2 logements atteint 30°C, mais descend plus visiblement chaque matin dans le logement G7 par la ventilation naturelle (ouverture des fenêtres). En outre, elle reste stable dans le logement G8, vacant et fermé tout l'été.

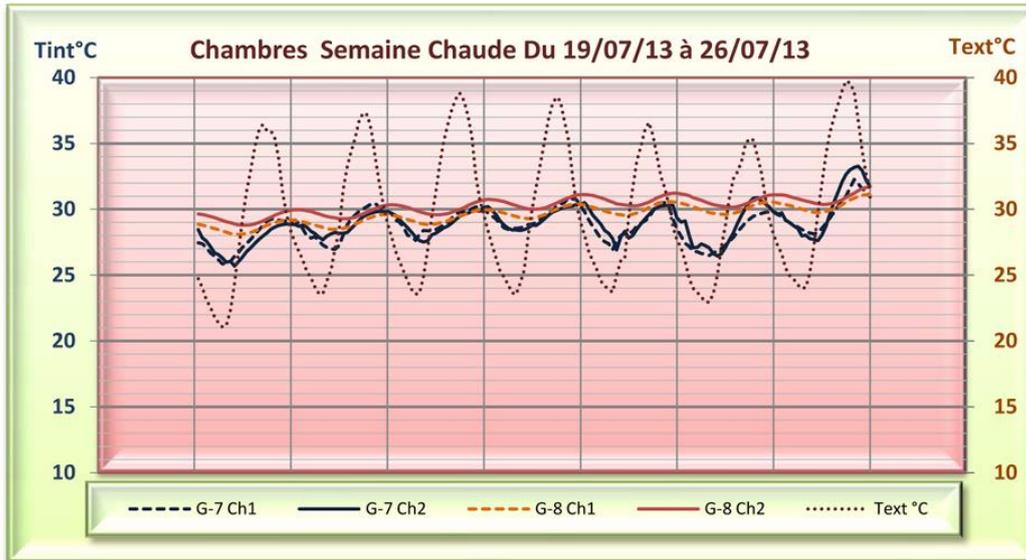


Figure 10 : Courbes de températures au cours de la semaine la plus chaude, Chambres

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 11).

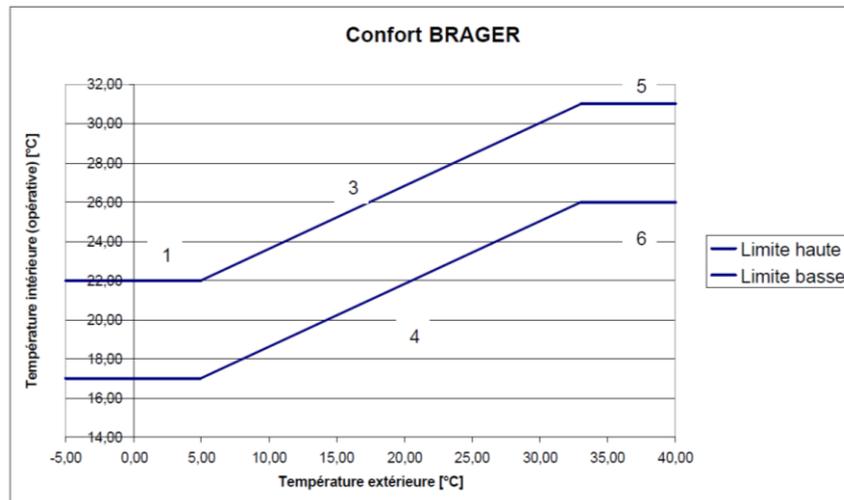


Figure 11 : représentation de la zone BRAGER

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

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 2, 3 et 5.
- 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. Logement G7

a. Séjour

La zone de Brager ici obtenue (Figure 12) montre un taux d'inconfort (proportion des points hors de la zone) très élevé pour le séjour du logement G7. Les points situés à l'extérieur de la zone sont au-dessus de la zone, et signalent donc une surchauffe de la pièce au regard de la méthode de Brager.

b. En hiver, la température du séjour n'est jamais inférieure à la température de référence de la zone de confort, le taux d'inconfort au cours de cette période est très élevé dans le séjour (39 % des points de mesure), (Cf. A échelle du logement

c. Tableau 1). Au cours de la période chaude (en rouge), 15% des points de mesures sont situés au-dessus de zone Brager. Le taux d'inconfort annuel dans le séjour excède les 23% du temps d'occupation (Cf. A échelle du logement

Tableau 1).

Ces températures excessives viennent illustrer des dires de la locataire mentionnant de nombreux problèmes de surchauffe, qu'elle identifie comme dus au ballon d'ECS.

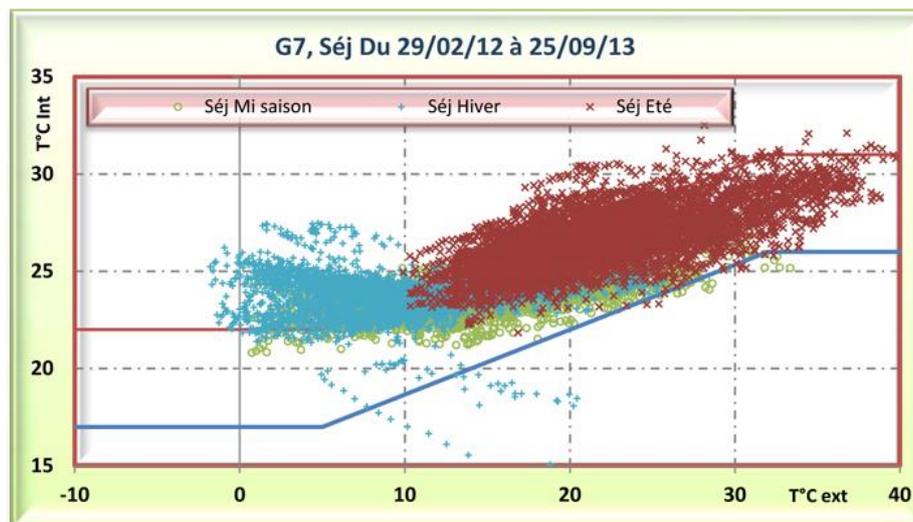


Figure 12 : Logement G7, Séjour - Zone de Brager

d. Chambres

Les courbes de Brager obtenues pour les chambres du logement G7 (cf. Figure 13 et Figure 14) indiquent toutes 2 un taux de surchauffe en hiver (zone bleue) de 24% et 18% respectivement, ainsi que une forte surchauffe en période estivale. Les résultats obtenus restent nettement supérieurs à la référence de l'appel à projets.

e. D'autre part, le taux de surchauffe pendant l'été reste très élevé avec (28 et 13%) pour les chambres 1 et 2 respectivement. (Cf. A échelle du logement

Tableau 1).

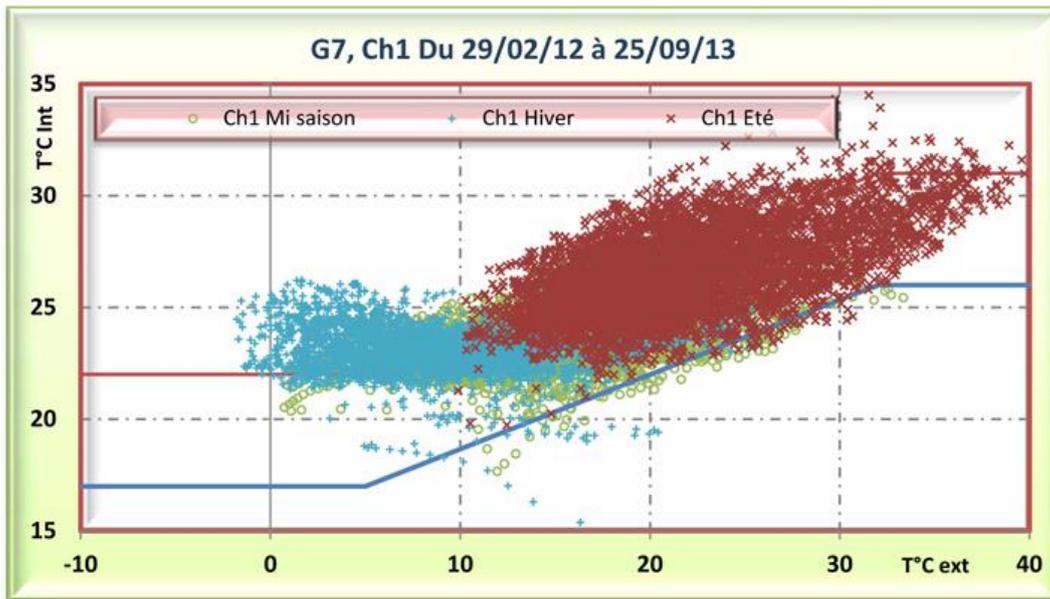


Figure 13 : Logement G7, Chambre 1 - Zone de Brager

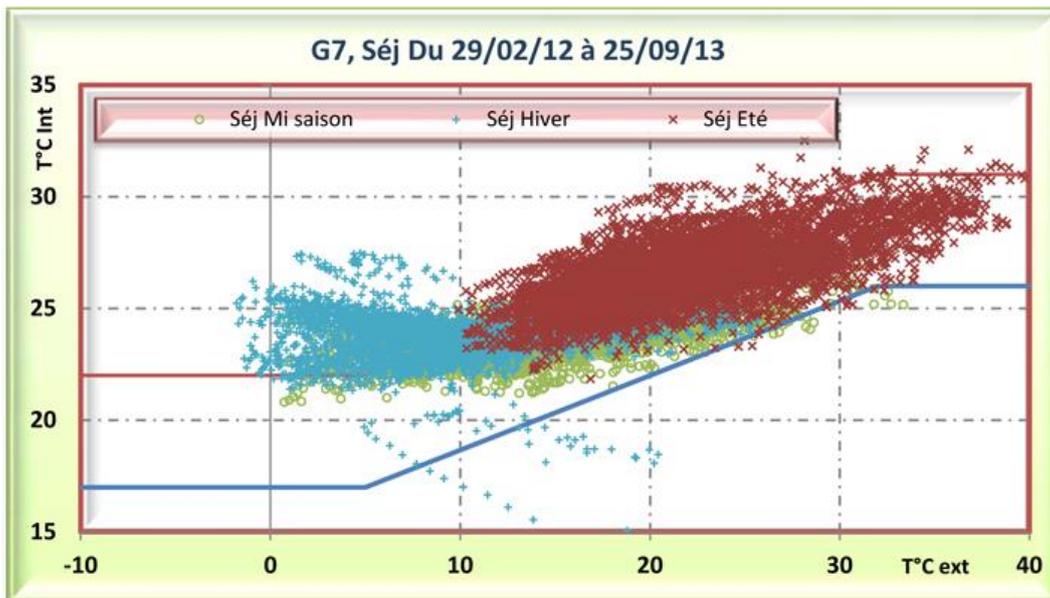


Figure 14 : Logement G7 Chambre 2- Zone de Brager

f. A échelle du logement

Tableau 1 : Taux d'inconfort dans le logement G7

Log, G7	Hiver %			Mi Saison %			été %			Total %		
	Séj	Ch1	Ch2	Séj	Ch1	Ch2	Séj	Ch1	Ch2	Séj	Ch1	Ch2
Inconfort	2,0	1,9	2,5	14,9	12,3	5,4	23,5	28,1	12,6	17,4	18,6	8,0
Surchauffe Hiver	39,0	24,1	17,9									

2.3.3. Logement G8

a. Séjour

Le séjour du logement G8 (Cf. Figure 15) montre un taux de surchauffe très élevé en période estivale (rouge). La température intérieure parvient à dépasser 35°C. Le taux d'inconfort dans le séjour est de 45% pendant cette période, cette valeur est beaucoup trop élevée et semble mettre en évidence des erreurs d'usages, avec notamment une absence de recours à des protections solaires ou à la ventilation naturelle nocturne du logement. En effet, nous avons eu confirmation de l'absence prolongée des locataires sur la période estivale, ce qui explique le comportement du logement.

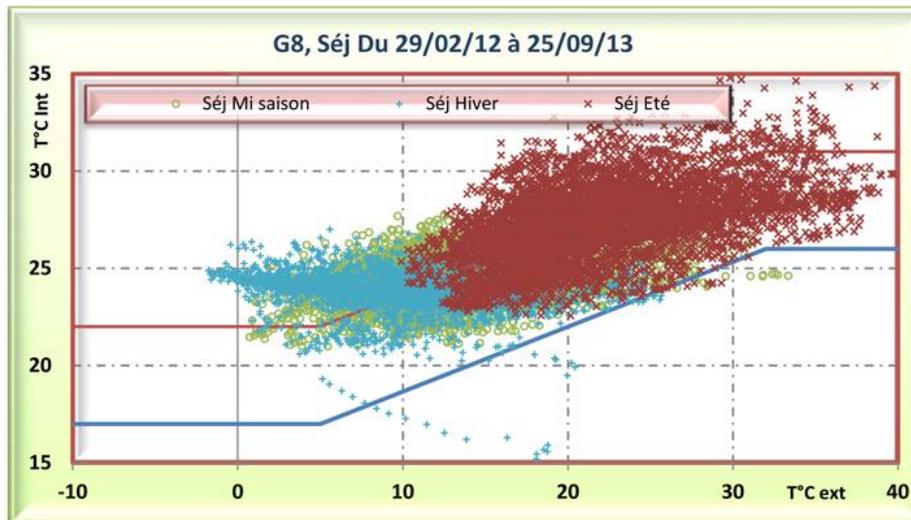


Figure 15 : Logement G8, Séjour - Zone de Brager

En hiver, le taux d'inconfort avoisine 50% (Cf. **Erreur ! Référence non valide pour un signet.**), la consigne de chauffage est ici encore très élevée.

En mi-saison, le taux d'inconfort de zone Brager reste très élevé 32% du temps (vert).

b. Chambres

En période estivale, les chambres du logement G8 montrent un taux d'inconfort extrêmement élevé qui excède largement le taux de référence de l'appel à projet (cf. Figure 16 et Figure 17).

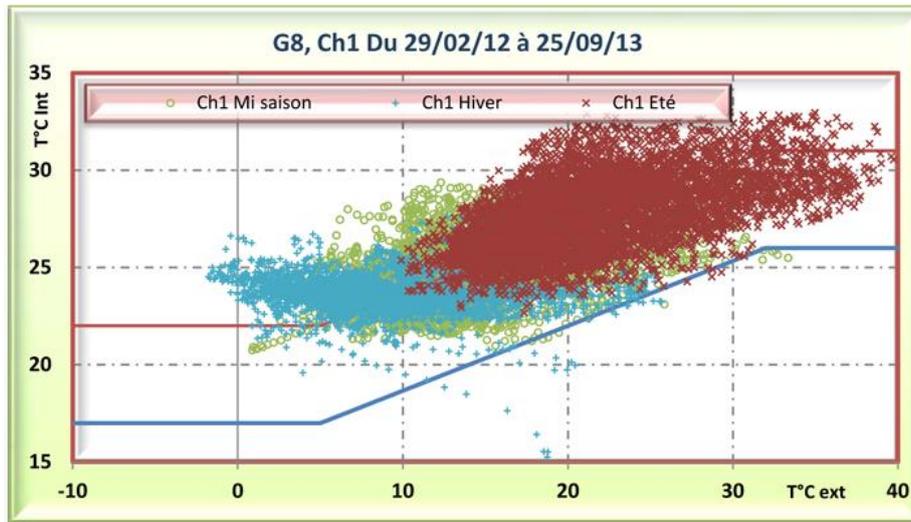


Figure 16 : Logement G8, Chambre 1 - Zone de Brager

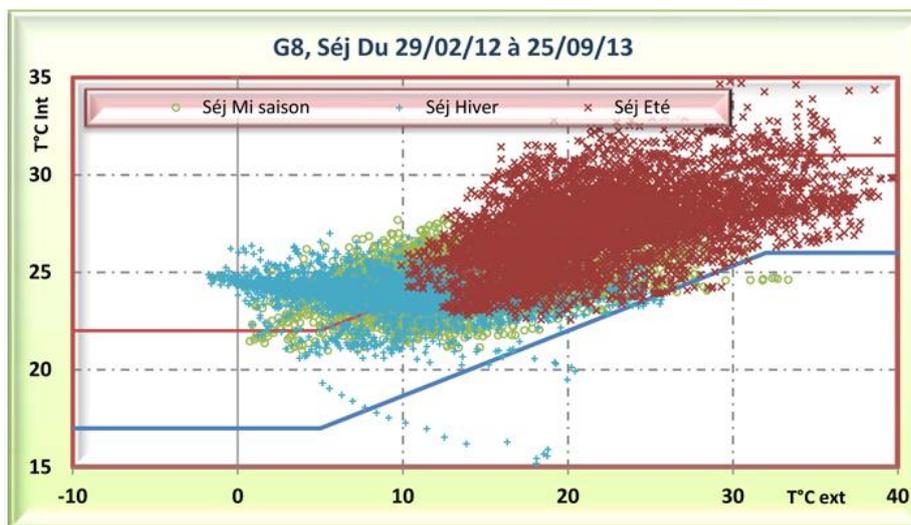


Figure 17 : Logement G8, Chambre 21 - Zone de Brager

En mi-saison, le taux d'inconfort de zone BRAGER varie entre 31 et 45 % du temps.

c. A échelle du logement

Tableau 2 : Taux d'inconfort dans le logement G8

Log, G8	Hiver %			Mi Saison %			été %			Total %		
	Séj	Ch1	Ch2	Séj	Ch1	Ch2	Séj	Ch1	Ch2	Séj	Ch1	Ch2
Inconfort	2,0	1,7	1,7	31,8	45,0	31,6	45,7	56,0	52,0	34,6	44,5	37,6
Surchauffe Hiver	48,6	48,3	53,5									

2.4. Conclusions sur la partie confort

La Figure 18 présente le taux d'inconfort pour les 2 logements pendant la période des mesures selon Brager.



Figure 18 : taux d'inconfort pour les 2 logements étudiés

Les analyses menées sur les mesures de confort thermiques dans les 2 logements instrumentées mettent en évidence les points suivants :

- Les consignes de chauffage utilisées par les occupants dans les 2 logements suivis sont trop élevées par rapport aux valeurs de référence. Ce phénomène se traduira dans la suite du document par des surconsommations très élevées en chauffage.
- L'impact de l'usage : présence d'un enfant handicapé à domicile qui peut justifier une partie des besoins en température plus élevées, absence prolongée en été, ...
- Les 2 logements subissent d'importantes surchauffes estivales avec en particulier un très faible recours à la ventilation naturelle nocturne, propice au rafraîchissement et à la « décharge » en température des logements. On remarque aussi que les périodes d'absence influencent fortement les données mesurées et doivent être considérées dans l'analyse. Egalement fermé en été, le logement G8 ne « décharge » pas par aération une fois chargé en température au cours d'une période chaude.
- Le comportement des logements est satisfaisants en mi-saison, pourtant il s'agit des mois de l'année les plus compliqués à gérer puisqu'on peut aussi bien rencontrer de douces journées ensoleillées (et potentiellement sources de surchauffe) que des journées pluvieuses et froides, nécessitant du chauffage. Ce qui prouve que bien utilisés, ces logements peuvent « fonctionner » de manière satisfaisante.

3. LES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

3.1. Indicateurs

Pour analyser les consommations, on s'intéresse aux indicateurs suivants :

- Le critère de consommation de l'appel à projets (incluant les postes : chauffage, ECS et ventilation) en kWhEP/m² an pour évaluer la conformité des opérations en phase exploitation
- Le critère de consommation réglementaire Cep incluant, en sus, les postes : auxiliaires et éclairage pour référence avec l'étude RT2005 fournie par les équipes.

3.2. Consommation théorique RT 2005

L'opération « TROMPILLOU » devenue « Cantharelle » se compose de 22 logements individuels groupés. Les résultats de l'étude thermique réalisée par le bureau d'études sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3: Détail des postes de consommation réglementaires

kWhEP/m ² SHON	Chauffage	ECS Elec	ECS solaire	VMC	Eclairage	Aux.	Cep
Calcul RT2005 T4	12,28	2,74	6,95	9,39	6,72	4,84	42,92
Calcul RT2005 T3	9,67	1,847	8,17	11,95	6,69	5,21	43,537

3.3. Consommation mesurée

Les consommations mesurées sont compilées dans le tableau ci-dessous. Les données issues de consommations électriques ont été enregistrées grâce aux data-logger installés.

Tableau 4: Consommation mesurée dans les 2 logements

kWhEP/m ² SHON	Chauffage	ECS	ECS solaire	VMC	Eclairage	Aux.	Cep
Logement G-7	51,75	14,80	##	3,35	21,15	3,63	94,68
Logement G-8	63,15	15,49	##	17,10	7,45	4,50	107,69

Les relevés de suivi effectués grâce au ballon d'ECS solaires semblent incohérents et ne peuvent être exploités.

3.4. Analyse Comparative

La comparaison entre étude thermique RT2005 et exploitation de campagne nécessite d'exprimer les consommations en énergie primaire et par m² de SHON. La Figure 19 permet de mettre en évidence la répartition des postes de consommation des logements instrumentés par rapport aux calculs RT2005.

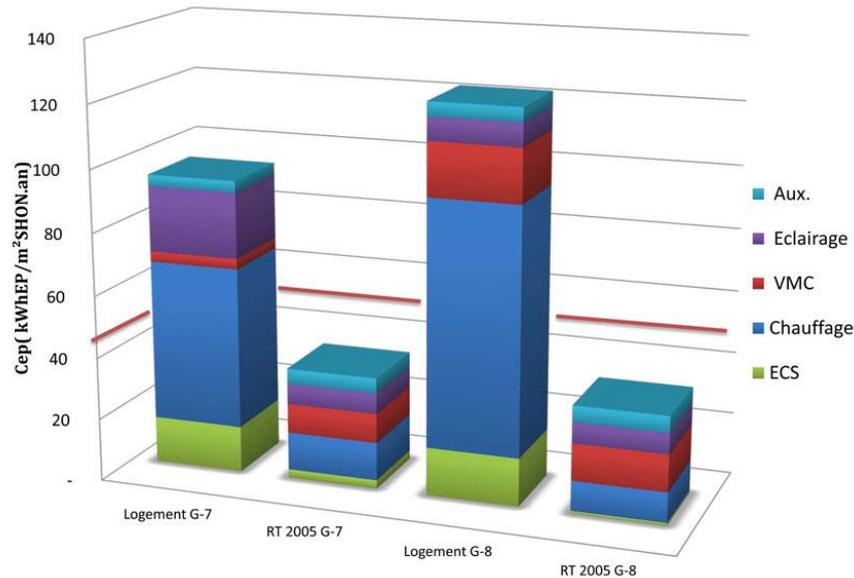


Figure 19 : Comparaison de la répartition des consommations en énergie primaire par poste RT2005

Comme on peut s'y attendre à l'issue de l'analyse des températures mesurées, les 2 logements montrent une consommation sur les postes chauffage, ECS et ventilation largement supérieure à la consommation réglementaire théorique issue du calcul RT2005. L'écart majeur se situe sur le poste chauffage, même si on note également une forte consommation de ventilation dans le logement G8.

La part d'ECS chauffée grâce à l'appoint électrique est beaucoup plus importante que dans les calcul RT2005, ce qui semble mettre en évidence, soit un mauvais réglage des appareils (compte tenu également des surchauffes mentionnées par les occupants des 2 logements), soit un usages inapproprié du ballon d'ECS. En effet, les douches le soir sont ici à privilégier.

La très forte consommation de chauffage mesurée dans les 2 logements est corrélée par les consignes de températures excessives observées dans les logements pendant la période froide.

Cette étude ne vient pas remettre en question la pertinence du choix des systèmes énergétiques, mais avant tout mettre en relief la nécessité d'usages adaptés aux équipements et cohérents avec les éco-gestes recommandés (consignes de chauffage en particulier), ainsi que l'importance du réglage et de l'entretien de ces appareils (PAC, VMC, ECS).