

# Validation du logiciel Dial+ v2.0 selon ISO 13791:2004

## Introduction

Le présent document présente les résultats de la validation du module de calcul thermique dynamique de Dial+ selon le chapitre 7 de la norme ISO 13791:2004 «Performance thermique des bâtiments - Température en été d'un local non climatisé - Critères généraux et méthode de calculs». Ce moteur de calcul est présent dans les versions de Dial+ 2.0.

Sur la base des résultats obtenus, le logiciel DIAL+ satisfait l'ensemble des exigences de la norme.

## Conduction thermique:

La première série de simulation consiste à évaluer la température intérieure d'un local de 1m<sup>3</sup> initialement à 20°C soumis à une température extérieure de 30°. Elle a pour but de vérifier le modèle de conduction thermique du logiciel.

4 simulations correspondant à 4 compositions d'enveloppe différentes sont effectuées.

Test 1: parois en béton

Test 2: parois en isolation

Test 3: parois en béton avec isolation intérieur

Test 4: parois en béton avec isolation extérieur

Pour les détails supplémentaires, le lecteur est renvoyé à la norme ISO 13791:2004 chap.7.2.2

La température de l'air intérieur simulé doit être comparée aux valeurs correspondantes après 2h, 6h, 12h, 24h, et 120h. Les résultats sont présentés à la figure 1

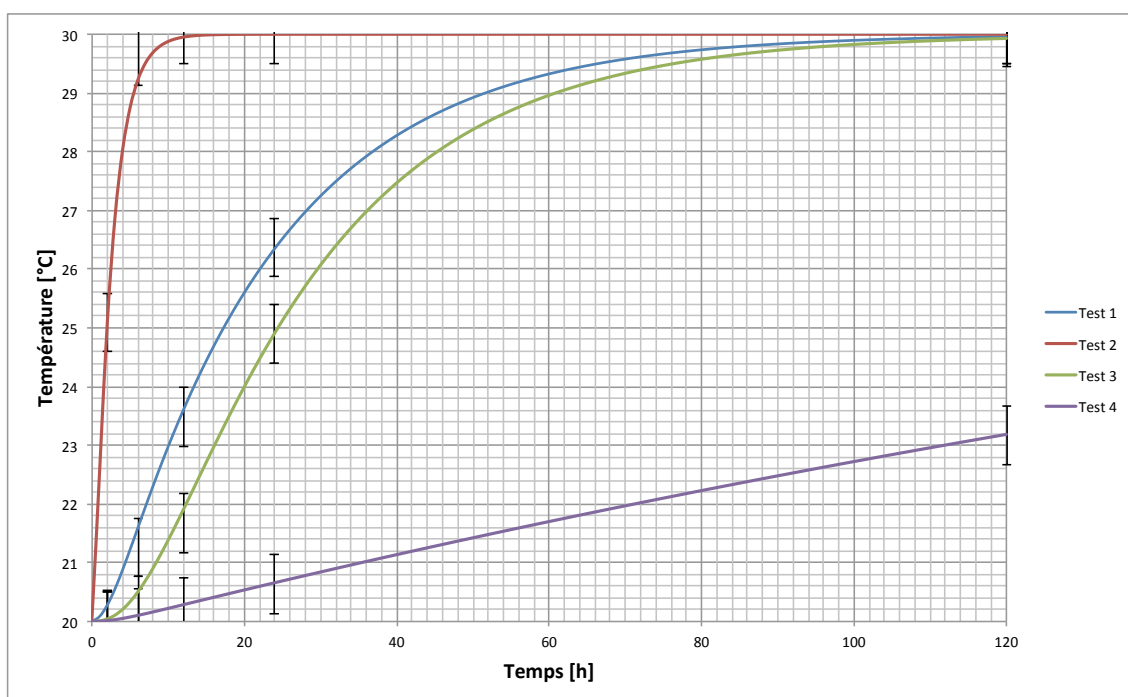


Figure 1: Evolution de la température intérieure pour les 4 compositions. Les valeurs ponctuelles correspondent aux exigences de la norme ISO 13791:2004.

## Échanges radiatifs intérieurs:

La deuxième série de simulation consiste à évaluer la température intérieure d'un local en régime permanent avec une surface chauffée par irradiation. Elle a pour but de vérifier le modèle d'échange radiatif intérieur du logiciel.

Pour les détails supplémentaires, le lecteur est renvoyé à la norme ISO 13791:2004 chap.7.2.3

Pour les besoins de la validation, il a été nécessaire de faire une modification dans le code source permettant de distribuer un flux radiatif de 100W/m<sup>2</sup> sur une seule paroi. Cette fonctionnalité n'est pas disponible à l'utilisateur dans la version distribuée du logiciel. La répartition des modes de chauffage disponibles dans le logiciel est résumée dans le tableau suivant:

	Distribution de la chaleur		
	Part radiative	Part convective	Part conductive
<b>Chauffage à air</b>	0 %	100 %	0 %
<b>Radiateur</b>	50 % sur la surface totale	50 %	0 %
<b>Chauffage au sol</b>	0 %	0 %	100% dans la chape
<b>Panneaux radiants</b>	0 %	0 %	100% dans le noeud du panneau proche de la surface
<b>Dalle active</b>	0 %	0 %	100% dans le noeud central de la dalle

Tableau 1: Répartition de chaleur possible dans Dial+ v 2.0 selon le mode d'émission sélectionné

Les températures intérieures stationnaires obtenues sont montrées dans le tableau 2:

	Température intérieure [°C]		
	Dial+	Reference	Error
<b>Test 1</b>	34.1	34.4	0.3
<b>Test 2</b>	30.7	30.4	0.3
<b>Test 3</b>	38.2	38.5	0.3
<b>Test 4</b>	26.0	25.5	0.5

Tableau 2: Résultat pour la température intérieure du local permettant d'évaluer le modèle d'échanges radiatifs intérieur.

## Ombrages dynamiques:

La troisième série de simulation consiste à évaluer la fraction ensoleillée de fenêtres avec dispositif d'ombrage.

Test 1: fenêtre avec surplomb orientée au sud

Test 2: fenêtre avec avancées latérales orientée au sud

Test 3: fenêtre avec surplomb et avancées latérales orientée au sud

Test 4: fenêtre avec écran extérieur orientée au sud

Test 5: fenêtre avec surplomb et avancées latérales orientée à l'est

Test 6: fenêtre avec écran extérieur orientée à l'est

Pour les détails supplémentaires, le lecteur est renvoyé à la norme ISO 13791:2004 chap.7.2.4

Pour de raisons pratiques, la position du soleil a été calculée par le logiciel pour un local situé à 50° de latitude nord, 0° de longitude à GMT+0 le 17 juillet. C'est la principale source d'erreur des résultats obtenus.

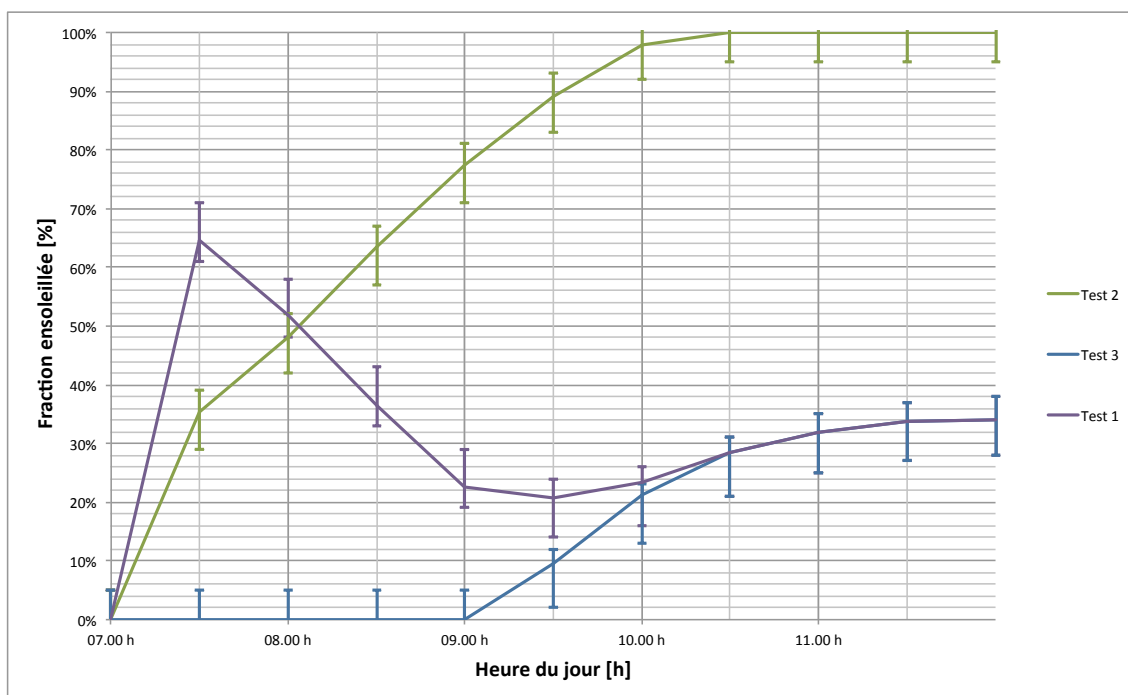


Figure 2: Evolution du facteur d'ensoleillement pour les tests 1,2 et 3. Les valeurs ponctuelles correspondent aux exigences de la norme ISO 13791:2004.

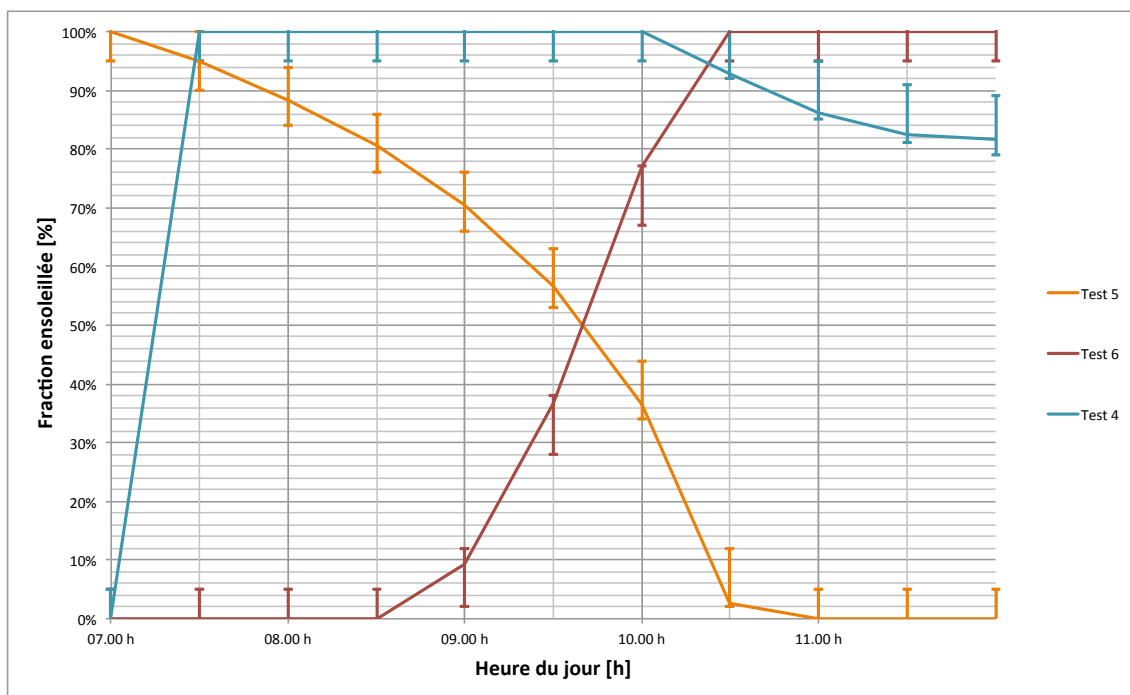


Figure 3: Evolution du facteur d'ensoleillement pour les tests 4,5 et 6. Les valeurs ponctuelles correspondent aux exigences de la norme ISO 13791:2004.

## Validation générale:

La quatrième série de simulation consiste à évaluer l'ensemble des algorithmes implémenté sur la base d'une simulation dynamique périodique de 24 heures.

Deux locaux avec surface vitrée différente sont utilisés. Ils correspondent chacun à un climat différent.

A. 3.5 m<sup>2</sup> de simple vitrage, Climat estival méditerranéen (40° N)

B. 7 m<sup>2</sup> de double vitrage, Climat estival du nord de l'Europe (52°N)

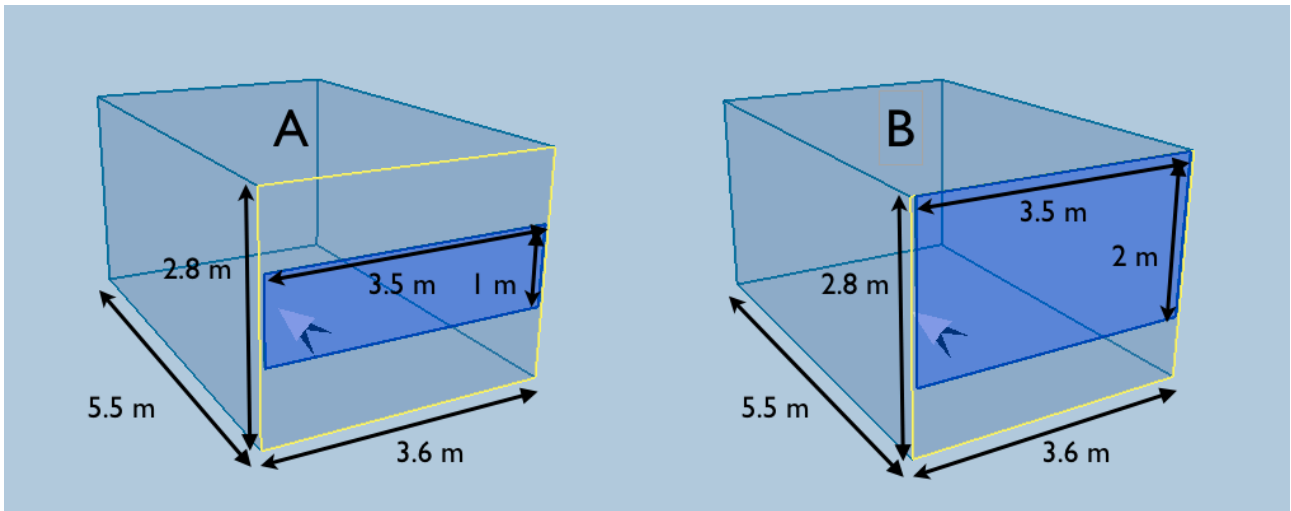


Figure 4: Représentation des locaux A et B simulés dans le logiciel DIAL+

Chacun de ces locaux doivent être simulés avec 3 compositions d'enveloppe différentes.

1. Local léger avec uniquement une paroi vers l'extérieur
2. Local lourd avec uniquement une paroi vers l'extérieur
3. Local lourd avec une paroi et le plafond vers l'extérieur

De plus, trois modes de ventilation sont pris en considération:

- a. renouvellement constant 1/h
- b. renouvellement faible la journée (0.5/h) et important la nuit (10/h)
- a. renouvellement constant important 10/h

Nous avons donc un total de 18 simulations qui sont indiquées par une appellation de type A1a

Dans l'interface, la composition des murs est standardisée dans la version actuelle. Cependant, une utilisation avancée permet de définir soit même une composition. Toutes les compositions sont conformes aux données de la norme ISO 13791:2004.

Les coefficients surfaciques suivants ont été utilisés pour les simulations:

$h_{c,ex}$	8	W/m <sup>2</sup> K
$h_{c,in,vertical}$	2.5	W/m <sup>2</sup> K
$h_{c,in,hor,min}$	0.7	W/m <sup>2</sup> K
$h_{c,in,hor,max}$	5	W/m <sup>2</sup> K
$h_{lr,ex}$	5.5	W/m <sup>2</sup> K
$h_{lr,in}$	5.5	W/m <sup>2</sup> K
$\alpha_{s,w}$	0.6	-
$\alpha_{s,r}$	0.9	-
$q_{sk,vertical}$	0	W/m <sup>2</sup>
$q_{sk,horizontal}$	0	W/m <sup>2</sup>

Figure 5: Extrait des paramètres de simulations depuis le logiciel DIAL+

Le facteur soleil-air  $fsa$  est fixé dans le logiciel. Il est égal à 0.1

le facteur de perte solaire  $flf$  est fixé dans le logiciel. Il est égal à 0

Les facteurs de distribution solaire sont fixés dans le logiciel et sont résumés dans le tableau 1

Plancher	Murs Verticaux	Plafond	Fenêtre
$A_{floor}/A_{total}$	$A_{wall}/A_{total}$	$A_{ceil}/A_{total}$	0

Tableau 3: Facteur de répartition défini dans le logiciel Dial+ v2.0

$A_{floor}$  aire du plancher

$A_{wall}$  aire des murs sans les surfaces des fenêtres

$A_{ceil}$  aire du plafond sans les surfaces des ouvertures

$A_{total}$  aire totale  $A_{total} = A_{floor} + A_{wall} + A_{ceil}$

Pour les besoins de la validation, les facteurs de distribution solaire ont été modifié dans le code source selon le tableau 4. Cette procédure n'est pas disponible à l'utilisateur dans la version actuelle.

Plancher	Murs Verticaux	Plafond	Fenêtre
0.5	0.4	0.1	0

Tableau 4: Facteur de répartition modifié selon les données de la norme ISO 13791:2004

Dans le logiciel Dial+, l'utilisateur n'a pas la possibilité de définir les caractéristiques du vitrage couche par couche. Les valeurs suivantes pour le vitrage ont été utilisées pour la validation du logiciel. Cette procédure n'est pas disponible à l'utilisateur dans la version actuelle.

	Local A	Local B
$U_g$	3.58	2.21
$g$	0.23	0.22

Tableau 5: Propriétés du vitrage utilisées lors des simulations

Le facteur  $g$  indiqué dans la norme a été calculé selon la procédure indiquée dans la norme EN 410. Dial+ prend en compte une dépendance angulaire du facteur  $g$ , pour les besoins de la précédente validation, cette dernière a été bloquée dans le code source. Cette procédure n'est pas disponible à l'utilisateur dans la version actuelle.

Actuellement, le calcul du rayonnement solaire sur chaque façade se fait à l'aide d'un modèle de ciel diffus isotrope additionné à une source ponctuelle directe. Pour éviter tout biais dans la validation lors du calcul du rayonnement incident sur la façade ouest, les valeurs données dans la norme ont directement été utilisées comme valeur incidente sur la façade. Cette procédure n'est pas disponible à l'utilisateur dans la version actuelle.

Les gains internes dans Dial+ sont répartis dans 3 catégories avec une répartition part radiative/part convective fixée selon:

-Gains liés à la présence de personnes: Part radiative 50% / part convective 50%

-Gains liés aux installations électriques (sauf éclairage) : Part radiative 20% / part convective 80%

-Gains liés à l'éclairage) : Part radiative 70% / part convective 30%

Pour les besoins de la validation, les répartitions ont été adaptées pour avoir des gains internes 50% convectifs et 50% radiatifs. Cette procédure n'est pas disponible à l'utilisateur dans la version actuelle

Pour les détails supplémentaires concernant la procédure de validation, le lecteur est renvoyé à la norme ISO 13791:2004 chap.7.3

Pour chacune des simulations, la norme tolère les erreurs suivantes par rapport aux résultats de référence:

**Température opérative max:**  $\leq 0.5 \text{ °C}$

**Température opérative moy:**  $\leq 0.5 \text{ °C}$

**Température opérative min:**  $\leq 0.5 \text{ °C}$

Ces conditions sont remplies pour l'ensemble des simulations

Les résultats sont présentés dans les tableaux 6 et 7 et dans les graphiques de l'évolution horaire de la température opérative aux figure 6 à 11.

TEST	T <sub>op</sub> maximale			T <sub>op</sub> moyenne			T <sub>op</sub> minimale		
	Ref	Dial+	Error	Ref	Dial+	Error	Ref	Dial+	Error
A1a	38.7	38.8	0.1	35.9	36.3	0.4	33.6	34.0	0.4
A1b	34.1	34.0	0.1	29.4	29.7	0.3	25.5	25.8	0.3
A1c	33.5	33.3	0.2	29.0	29.2	0.2	25.3	25.6	0.3
A2a	37.6	37.6	0.0	35.9	35.9	0.0	34.4	34.4	0.0
A2b	32.2	32.0	0.2	29.5	29.5	0.0	26.5	26.6	0.1
A2c	32.4	32.2	0.2	29.1	29.2	0.0	26.4	26.4	0.0
A3a	40.8	40.6	0.2	38.7	38.7	0.0	37.1	37.0	0.1
A3b	35.4	35.1	0.3	31.6	31.6	0.0	28.0	28.0	0.0
A3c	33.8	33.6	0.2	30.3	30.3	0.0	27.4	27.4	0.0

Tableau 6: Résultats de la validation de DIAL+ selon ISO 13791:2004 pour le local A

TEST	T <sub>op</sub> maximale			T <sub>op</sub> moyenne			T <sub>op</sub> minimale		
	Ref	Dial+	Error	Ref	Dial+	Error	Ref	Dial+	Error
B1a	35.8	35.7	0.1	30.7	31.0	0.3	27.1	27.6	0.5
B1b	29.9	29.7	0.2	22.1	22.4	0.3	16.4	16.8	0.4
B1c	28.1	27.9	0.2	21.5	21.7	0.2	16.2	16.6	0.4
B2a	33.7	33.4	0.3	30.8	30.5	0.3	28.5	28.3	0.2
B2b	26.7	26.3	0.4	22.2	22.2	0.1	17.9	18.0	0.1
B2c	26.4	26.1	0.3	21.7	21.6	0.0	17.7	17.9	0.2
B3a	36	36.0	0.0	32.7	32.7	0.0	30.3	30.2	0.1
B3b	29.6	29.3	0.3	24.2	24.2	0.0	19.2	19.4	0.2
B3c	27.7	27.5	0.2	22.7	22.7	0.0	18.6	18.8	0.2

Tableau 6: Résultats de la validation de DIAL+ selon ISO 13791:2004 pour le local B



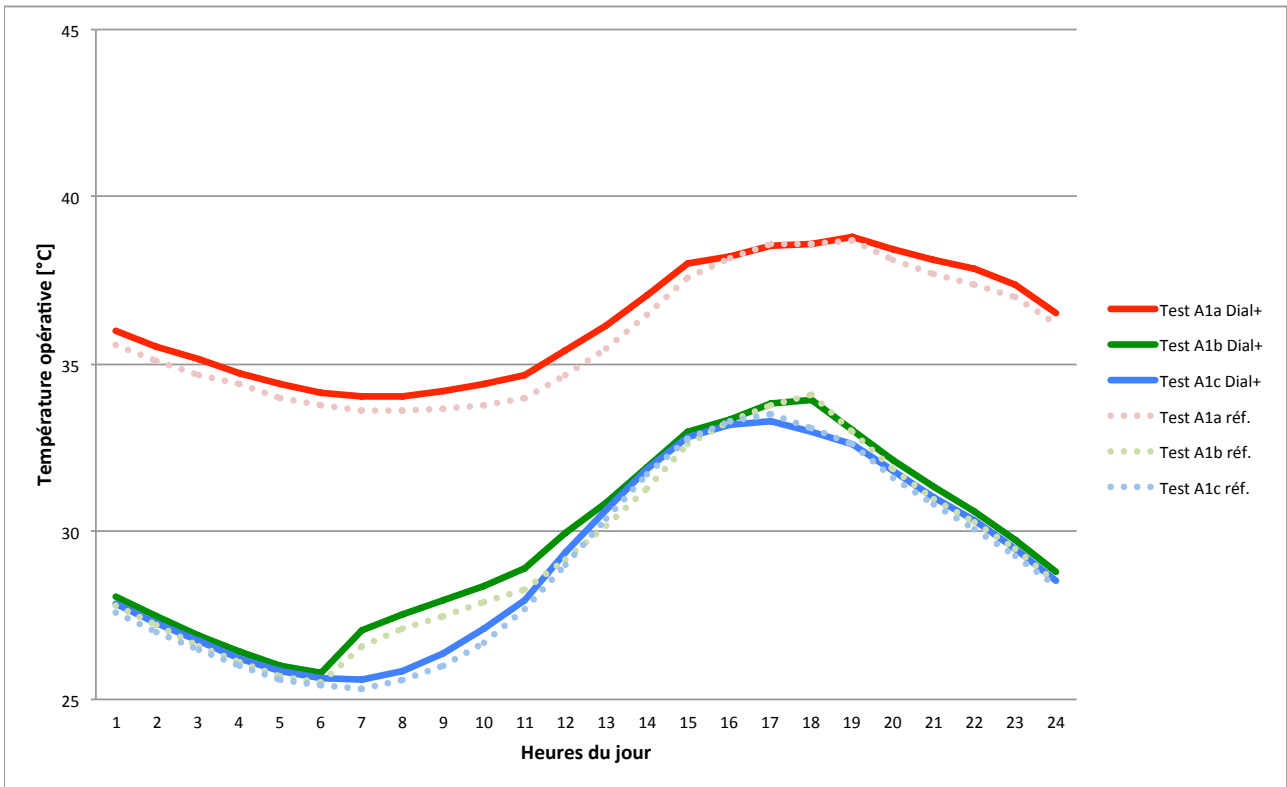


Figure 6: Evolution horaire de la température opérative pour les tests A1a, A1b et A1c

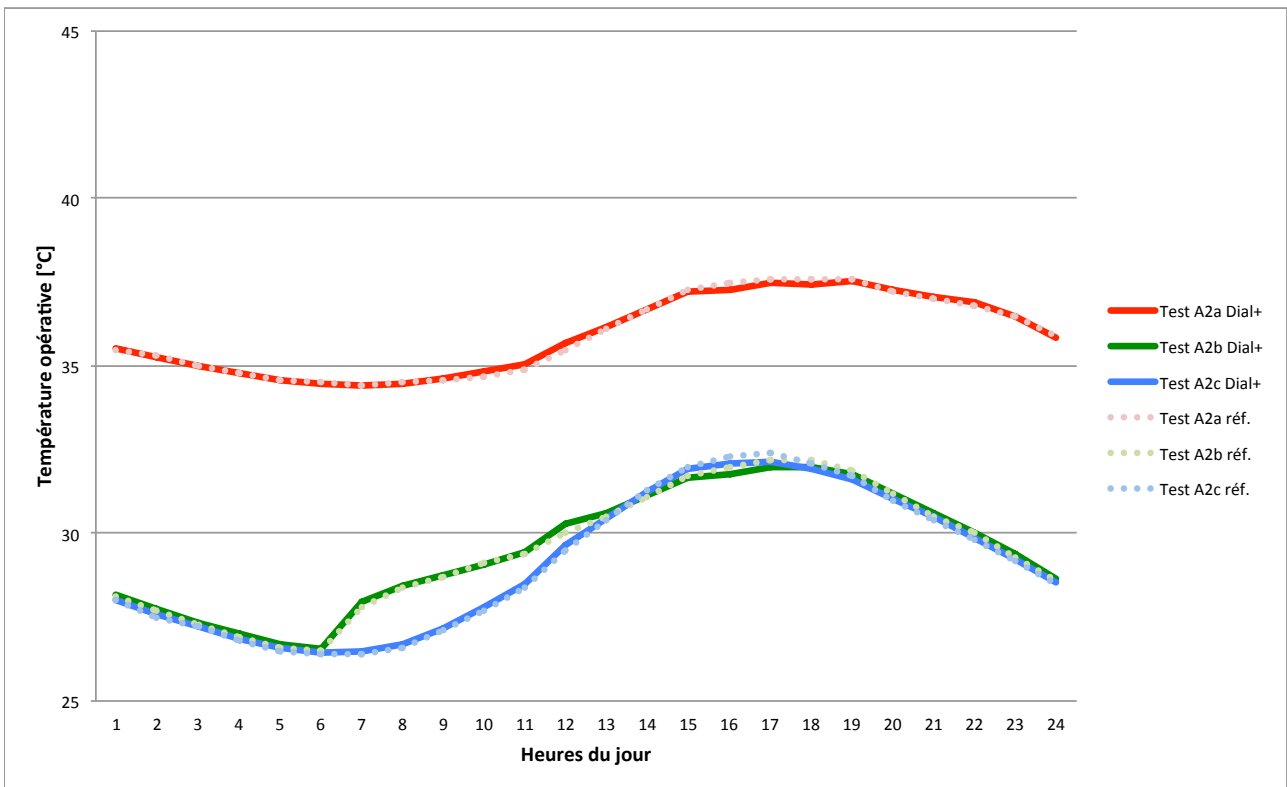


Figure 7: Evolution horaire de la température opérative pour les tests A2a, A2b et A2c

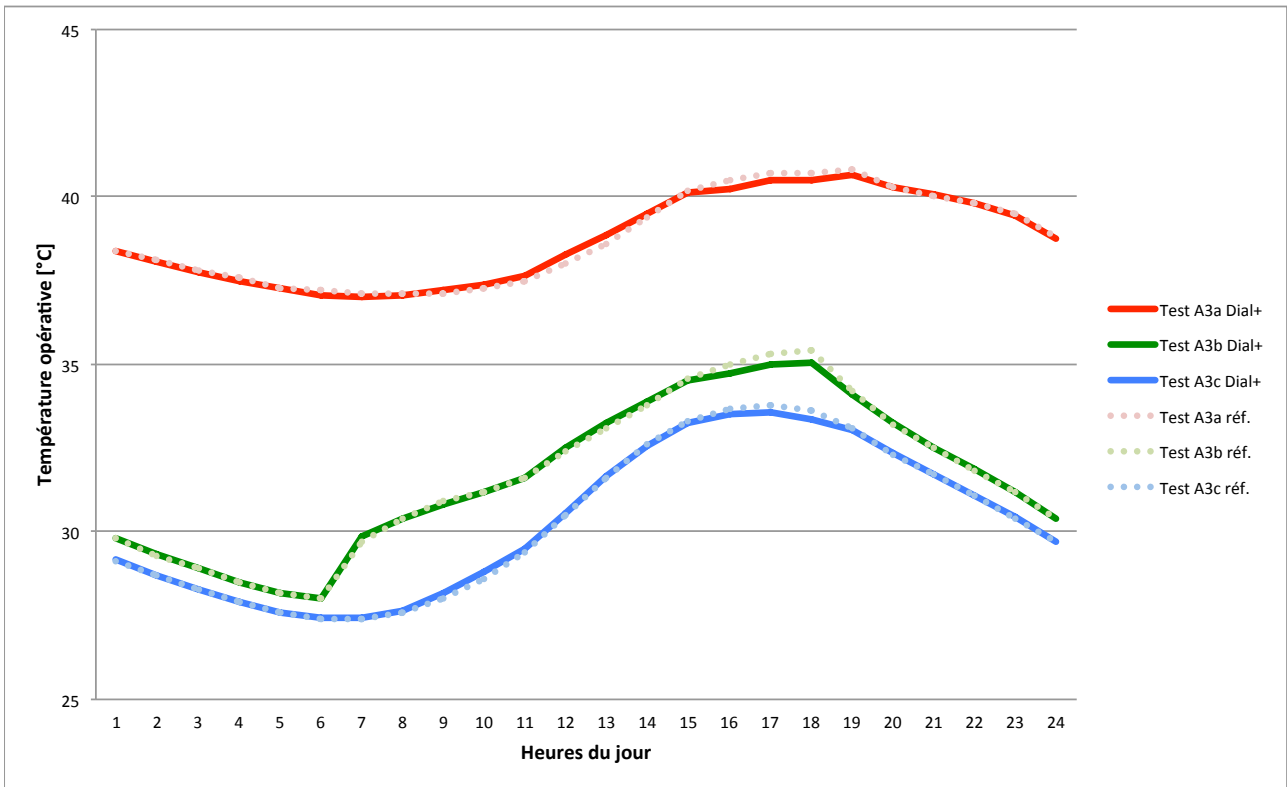


Figure 8: Evolution horaire de la température opérative pour les tests A3a, A3b et A3c

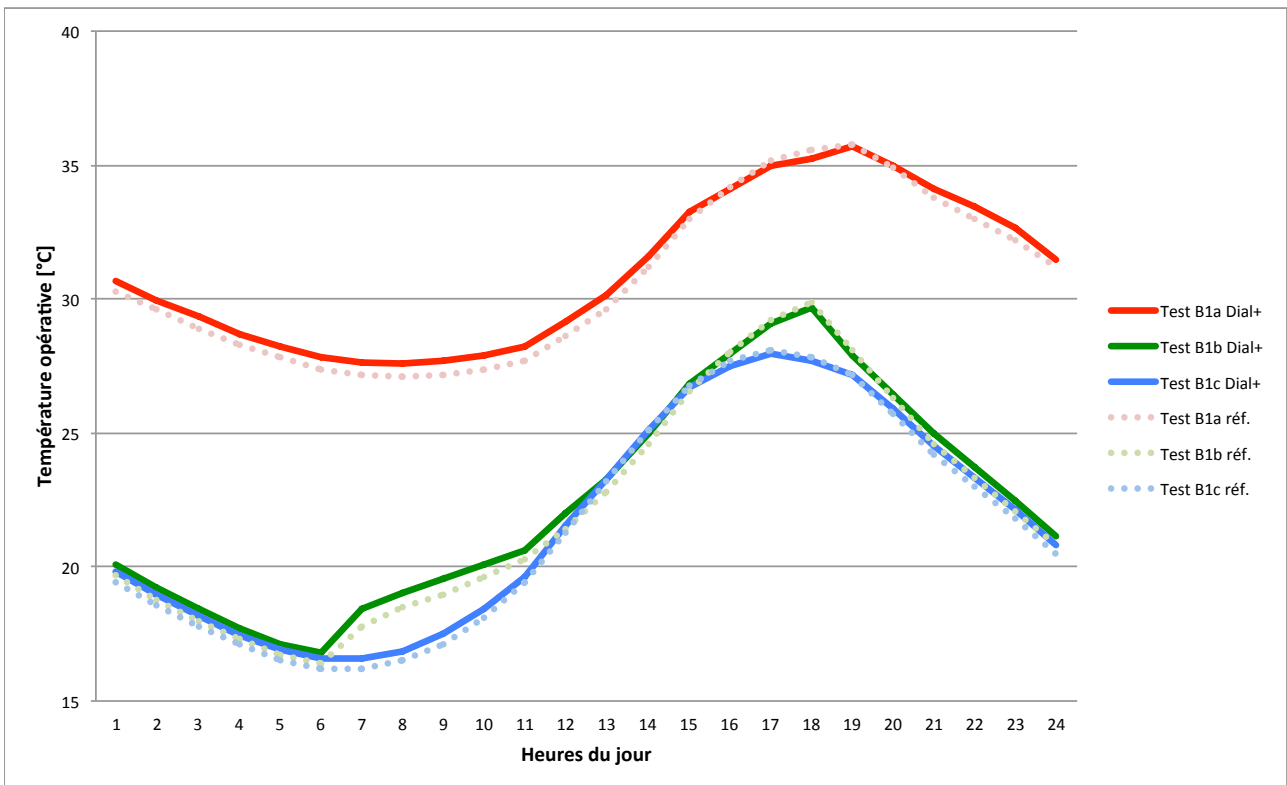


Figure 9: Evolution horaire de la température opérative pour les tests B1a, B1b et B1c

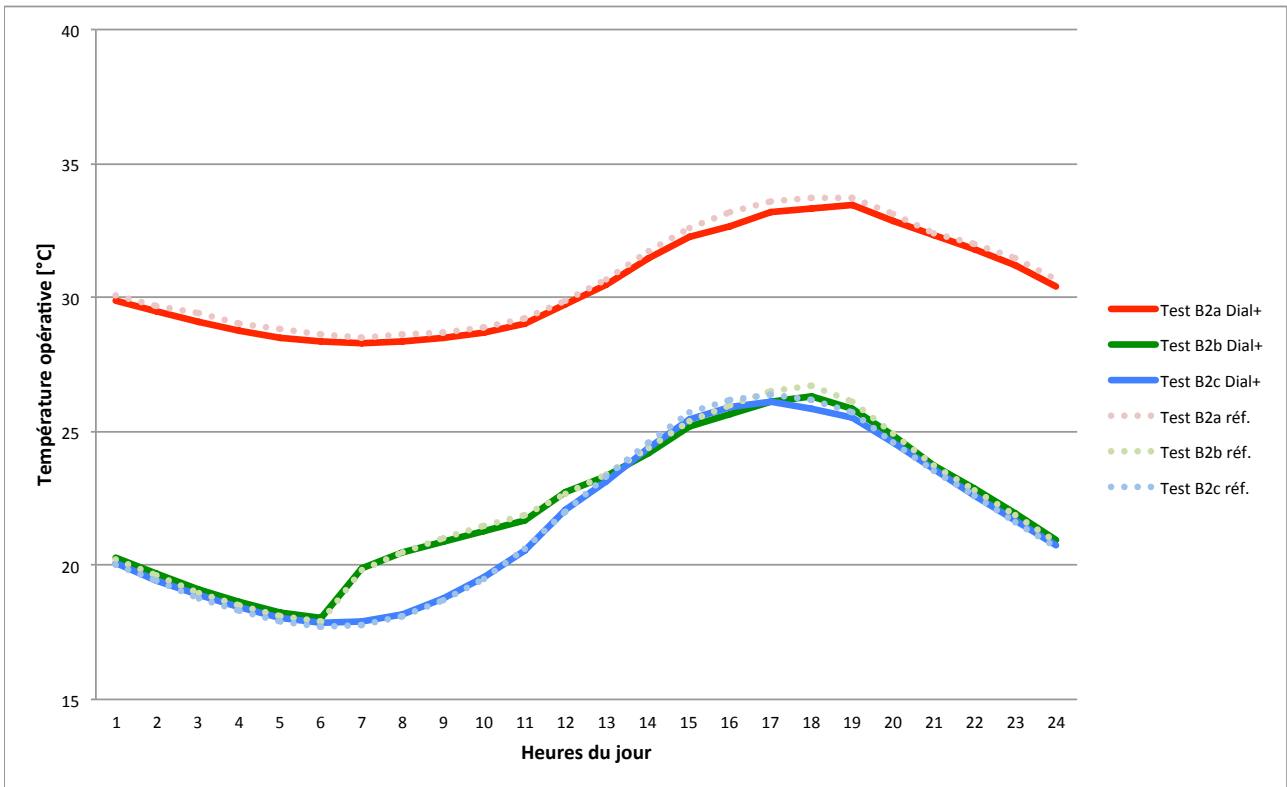


Figure 10: Evolution horaire de la température opérative pour les tests B2a, B2b et B2c

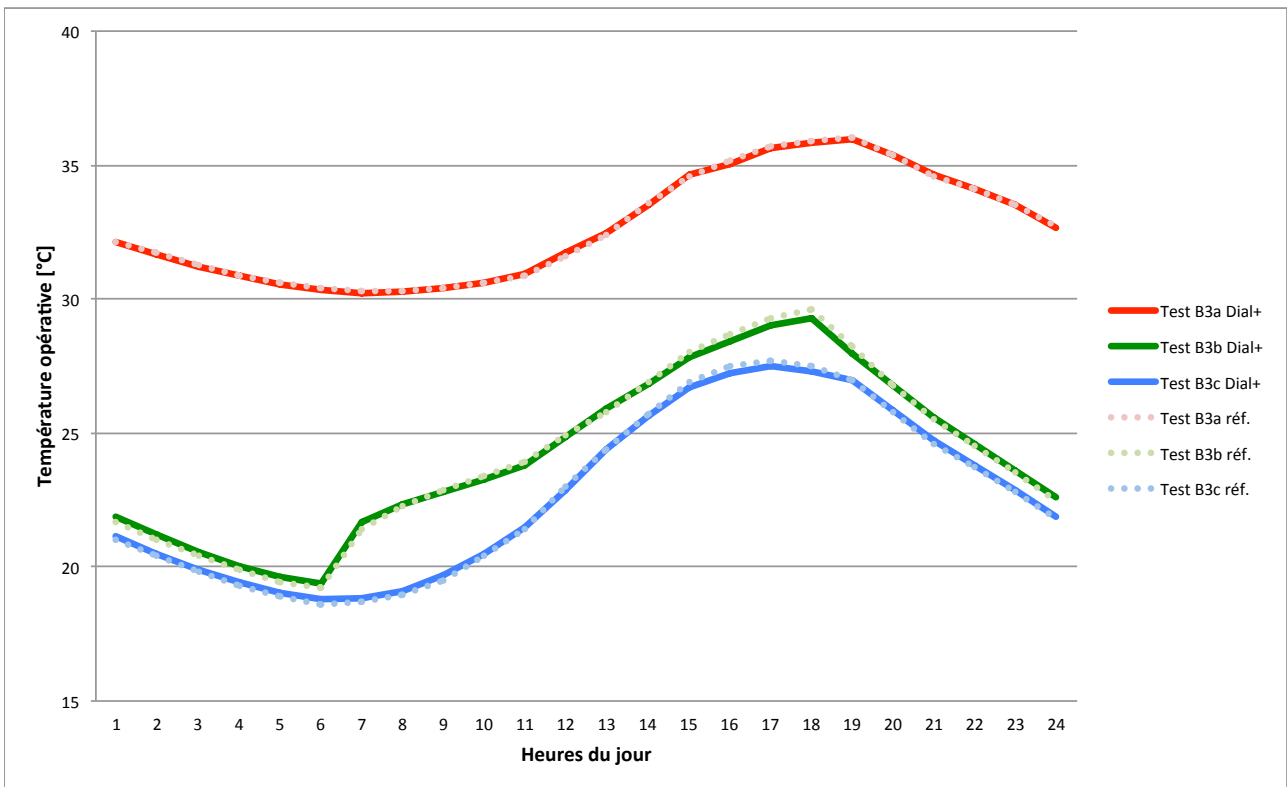


Figure 11: Evolution horaire de la température opérative pour les tests B3a, B3b et B3c