



# Perf In Mind 2

## Rénovation performante de maisons individuelles

Evaluation croisée du confort d'été mesuré et du confort pratiqué  
et perçu par les habitants

/

Comparaison aux indicateurs traditionnels de conception

**Muriel DUPRET et Khedidja MAMOU**

**13/09/24**

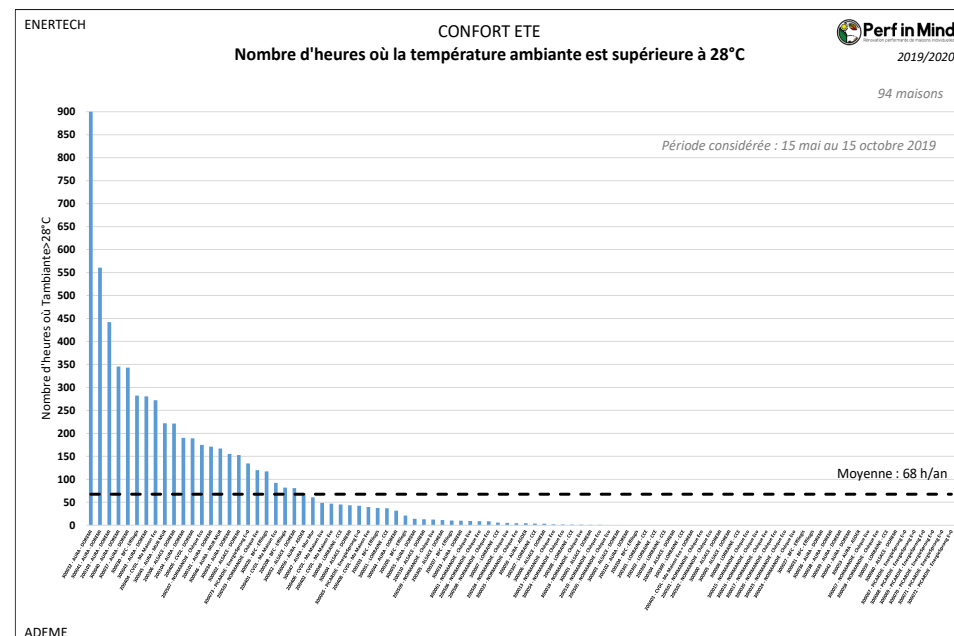
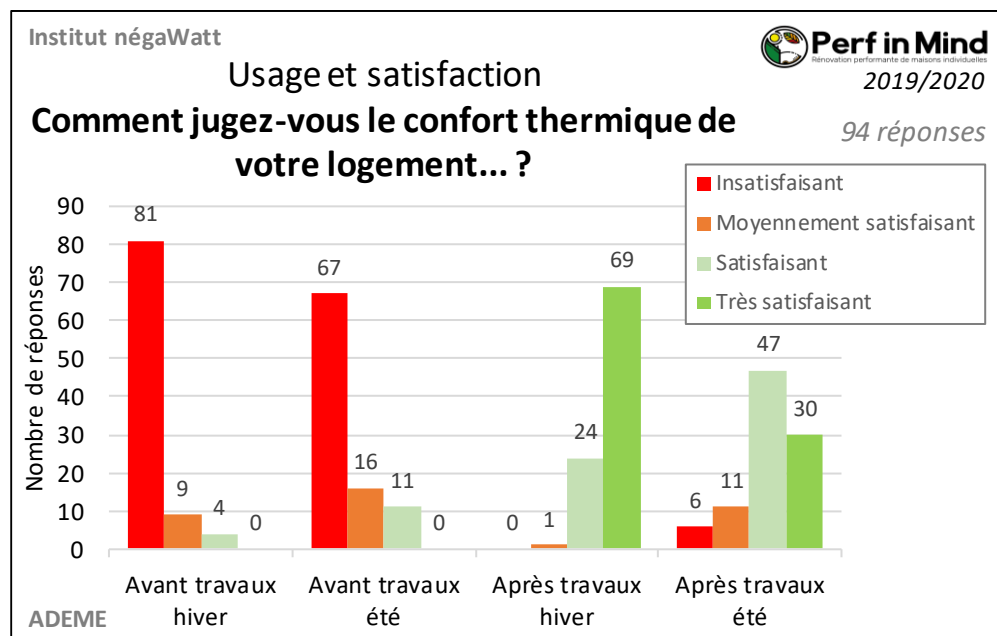


9<sup>e</sup> COLLOQUE  
NATIONAL  
INTERPROFESSIONNEL

DES SOLUTIONS  
DURABLES  
POUR DES  
BÂTIMENTS  
RÉSILIENTS  
FACE AU  
CHANGEMENT  
CLIMATIQUE

# Objectif

Contribuer à l'état de l'art sur la compréhension de la divergence fréquente entre mesure « objective » des paramètres de confort (température, hygrométrie etc.) et perception habitante du confort, par une évaluation pluridisciplinaire croisant la mesure, l'évaluation du confort en temps réel, et une évaluation quantitative et qualitative des pratiques et représentations liées au confort d'été.





9<sup>e</sup> COLLOQUE  
NATIONAL  
INTERPROFESSIONNEL

DES SOLUTIONS  
DURABLES  
POUR DES  
BÂTIMENTS  
RÉSILIENTS  
FACE AU  
CHANGEMENT  
CLIMATIQUE

# Echantillon



Muriel  
DUPRET

effinergie

RECTo



Khedidia  
MAMOU

Construction & Développement Durable  
arcanne



Avec le soutien de



S'inscrit dans le cadre du projet Perf in Mind 2

41 logements rénovés

Période d'étude : été 2023





9<sup>e</sup> COLLOQUE  
NATIONAL  
INTERPROFESSIONNEL

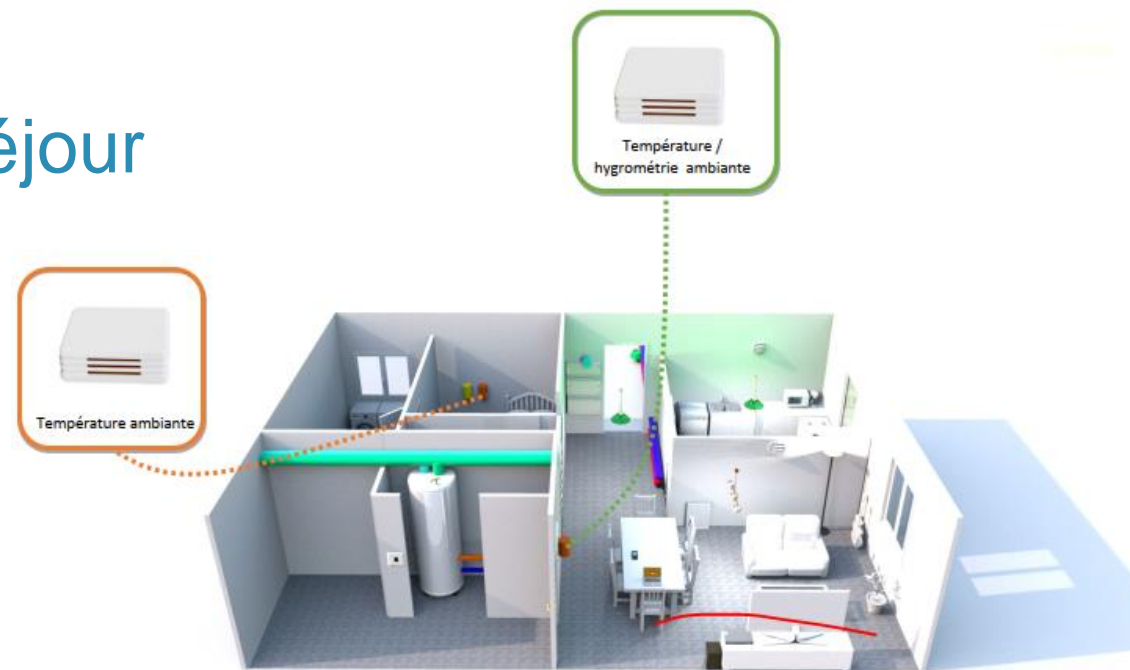
DES SOLUTIONS  
DURABLES  
POUR DES  
BÂTIMENTS  
RÉSILIENTS  
FACE AU  
CHANGEMENT  
CLIMATIQUE

# Méthodologie

# Mesures (10 minutes)

Dans chaque logement (41)

- Température et hygrométrie dans le séjour
- Température dans la chambre présentant la plus forte densité d'occupation



# Evaluation à l'échelle de la saison

Dans chaque logement

**Questionnaire « générique »** : ressenti global du confort thermique d'été avant / après travaux de rénovation.

65. Avant la rénovation, comment vous sentiez-vous dans votre logement en été (aspect thermique, température) ?

Pas du tout satisfaisant	Peu satisfaisant	Moyennement satisfaisant	Satisfaisant	Très satisfaisant
☆	☆	☆	☆	☆

67. Après la rénovation, comment vous sentez-vous dans votre logement en été (aspect thermique, température) ?

Pas du tout satisfaisant	Peu satisfaisant	Moyennement satisfaisant	Satisfaisant	Très satisfaisant
☆	☆	☆	☆	☆



# Evaluation « en direct »

Dans 23 logements entre le 31/05 et le 28/09/23

**Carnet de suivi** : remontée de la perception du confort et le cas échéant de la stratégie mise en œuvre pour avoir moins chaud

ENERTECH SCOP

Merci d'entourer les pictogrammes correspondants !

**Août 2023**

**Indice de satisfaction :**

- 😊 Très confortable
- 🙂 Confortable
- 😐 Peu confortable
- 😞 Inconfortable
- 😡 Insupportable

**Actions mises en place :**

- 🪟 J'ai ouvert les fenêtres durant la journée.
- 🌬️ J'ai mis en marche un ventilateur.
- 🌃 J'ai ouvert les fenêtres pendant la nuit.
- 🌬️ J'ai mis en marche la climatisation.
- 🪟 J'ai fermé les volets.
- 🚫 Pas d'action particulière.

Vos commentaires

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3

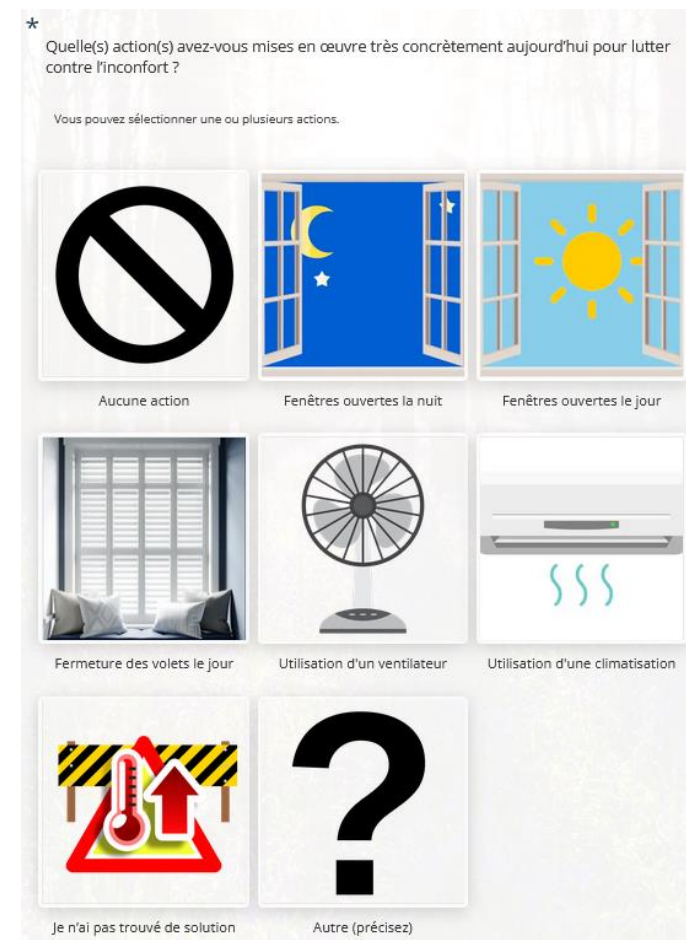
1- Version papier

3 carnets remplis

# Evaluation « en direct »

2- Version électronique, (en ligne), avec « alerte » deux fois par semaine par sms ou mail pour faciliter le remplissage

24 Carnets remplis



# Evaluation des pratiques et représentations liées au confort d'été

**16 entretiens semi-directifs : 10 personnes interviewées**

- > 6 personnes : 2 entretiens (4 hommes, 1 femme)
- > 2 personnes : 1 entretien (2 femmes)
- > 1 couple (homme et femme) : 1 entretien à 2 + 1 avec la femme

Entre 35 et 50 ans (à l'exception d'une personne retraitée)

3 régions couvertes

Entretiens réalisés entre le 13 juillet et le 13 septembre 2023

# Evaluation des pratiques et représentations liées au confort d'été

## 3 thèmes principaux

- La rénovation et les installations
- Le confort / inconfort : principalement thermique mais pas que
- Ce que les ménages font en période chaude pour leur confort : ventilation naturelle nocturne, mise en cabane, utilisation d'appareils de rafraichissement, migrations, etc.

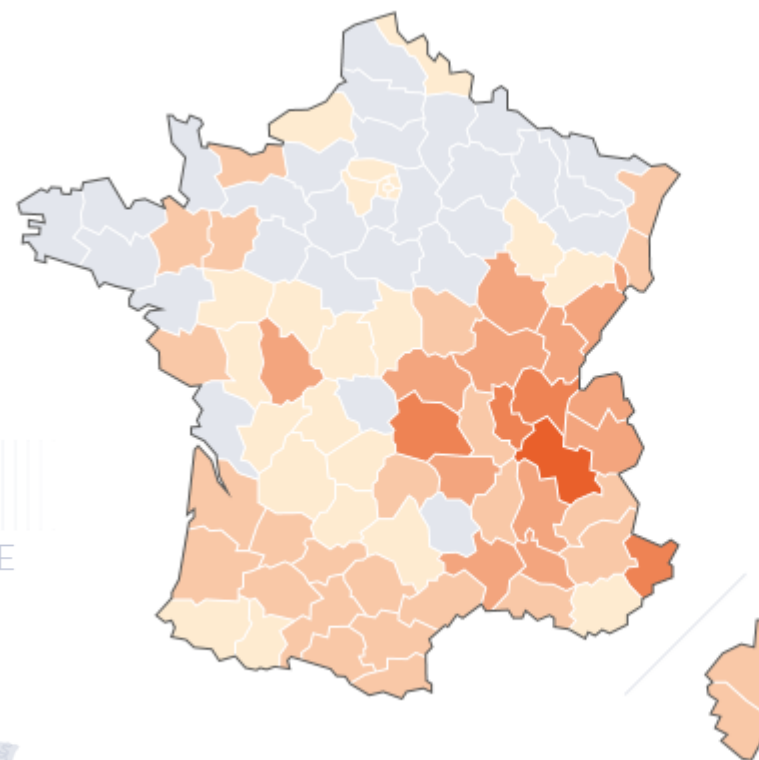


9<sup>e</sup> COLLOQUE  
NATIONAL  
INTERPROFESSIONNEL

DES SOLUTIONS  
DURABLES  
POUR DES  
BÂTIMENTS  
RÉSILIENTS  
FACE AU  
CHANGEMENT  
CLIMATIQUE

# Résultats croisés

# 4<sup>ème</sup> été le plus chaud en France depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle



Nombre de jours de canicule en 2023

- Plus de 20 jours
- 15 à 19 jours
- 10 à 14 jours
- 6 à 9 jours
- 3 à 5 jours
- Aucun

Source : Santé publique France, BSP Canicule et santé

JUIN

JUILLET

AOÛT

SEPTEMBRE

**A** 7 13    **B** 17 26

**C** 11 26

**D** 3 11

**A**

7 au 13 juillet



de la population hexagonale touchée



**B**

17 au 26 juillet



de la population hexagonale touchée



**C**

11 au 26 août



de la population hexagonale touchée



**D**

3 au 11 septembre



de la population hexagonale touchée



Durée par département

MIN ■ 3 jours  
MAX ■ 6 jours

MOYENNE ■ 3,8 jours

Durée par département

MIN ■ 3 jours  
MAX ■ 7 jours

MOYENNE ■ 3,9 jours

Durée par département

MIN ■ 3 jours  
MAX ■ 16 jours

MOYENNE ■ 6,1 jours

Durée par département

MIN ■ 3 jours  
MAX ■ 7 jours

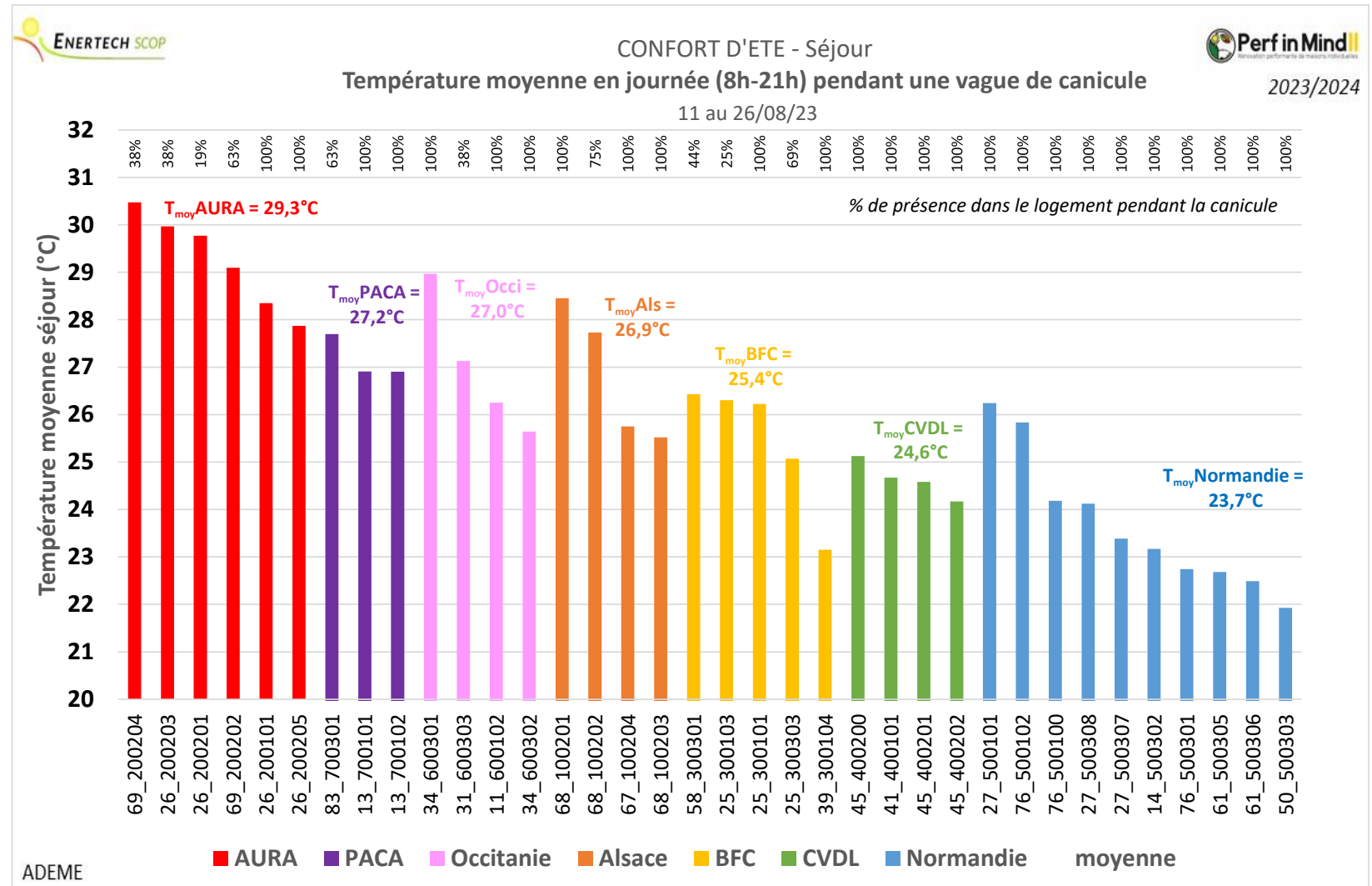
MOYENNE ■ 4,4 jours



# Mais des différences régionales

	Climat océanique (Normandie)	Tempéré (CVDL)	Est (BFC- Alsace)	Pourtour méditerrané en et centre sud
<b>Nombre de logements</b>	10	5	11	15
<b>DJU clim 2019</b>	220	393	418	670
<b>(moyenne min-max)</b>	70-314	386-399	401-458	580-778
<b>DJU clim 2023</b>	309	439	511	786
<b>(moyenne min-max)</b>	104-424	386-399	493-539	686-875
<b>Evolution</b>				
<b>(moyenne min-max)</b>	1,4	1,1	1,2	1,2
<b>Nombre de jours alerte canicule total (moyenne min-max)</b>	0 0-0	2 2-2	6,4 5-8	7,9 6-13
<b>Nombre de jours alerte canicule orange (moyenne min-max)</b>		2 2-2	6,4 5-8	6,4 4-10
<b>Nombre de jours alerte canicule rouge (moyenne min-max)</b>				1,4 0-3

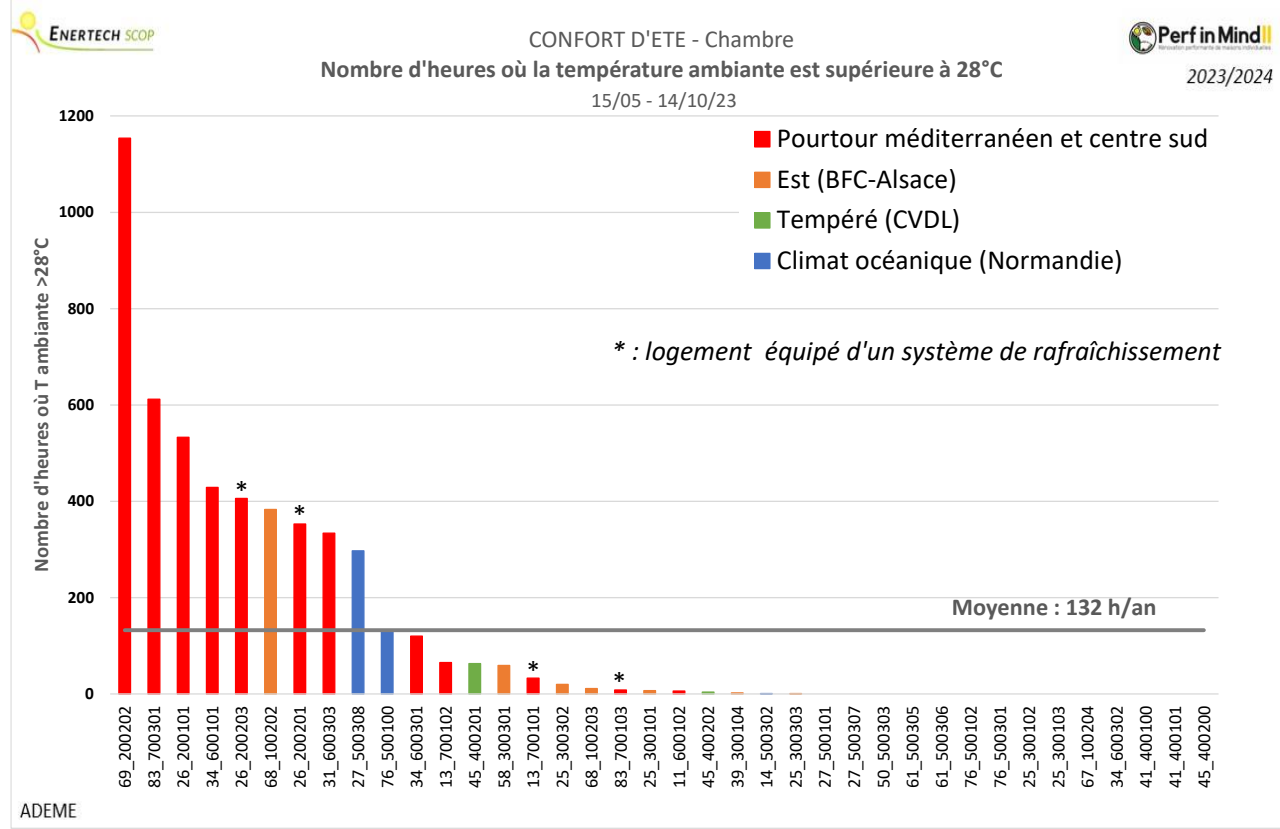
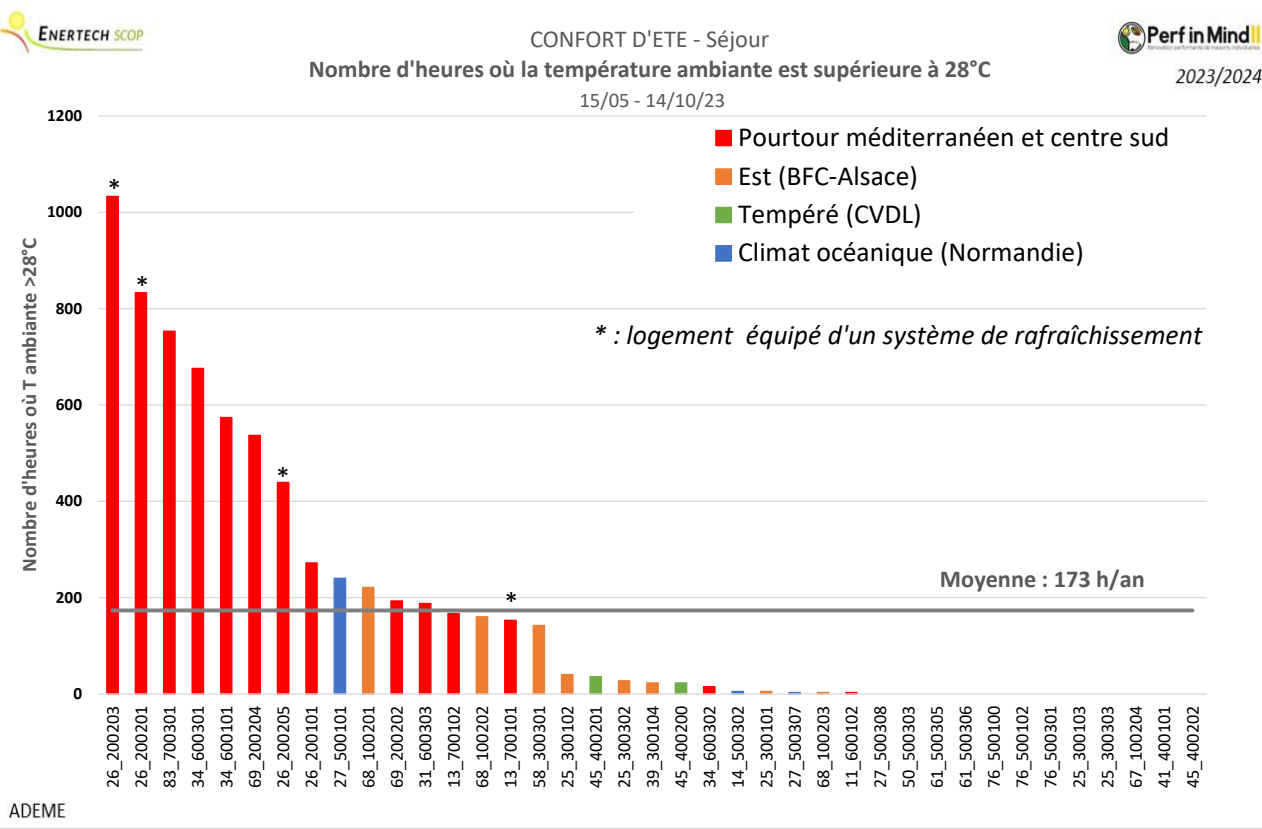
# Qui se traduisent par des températures très différentes



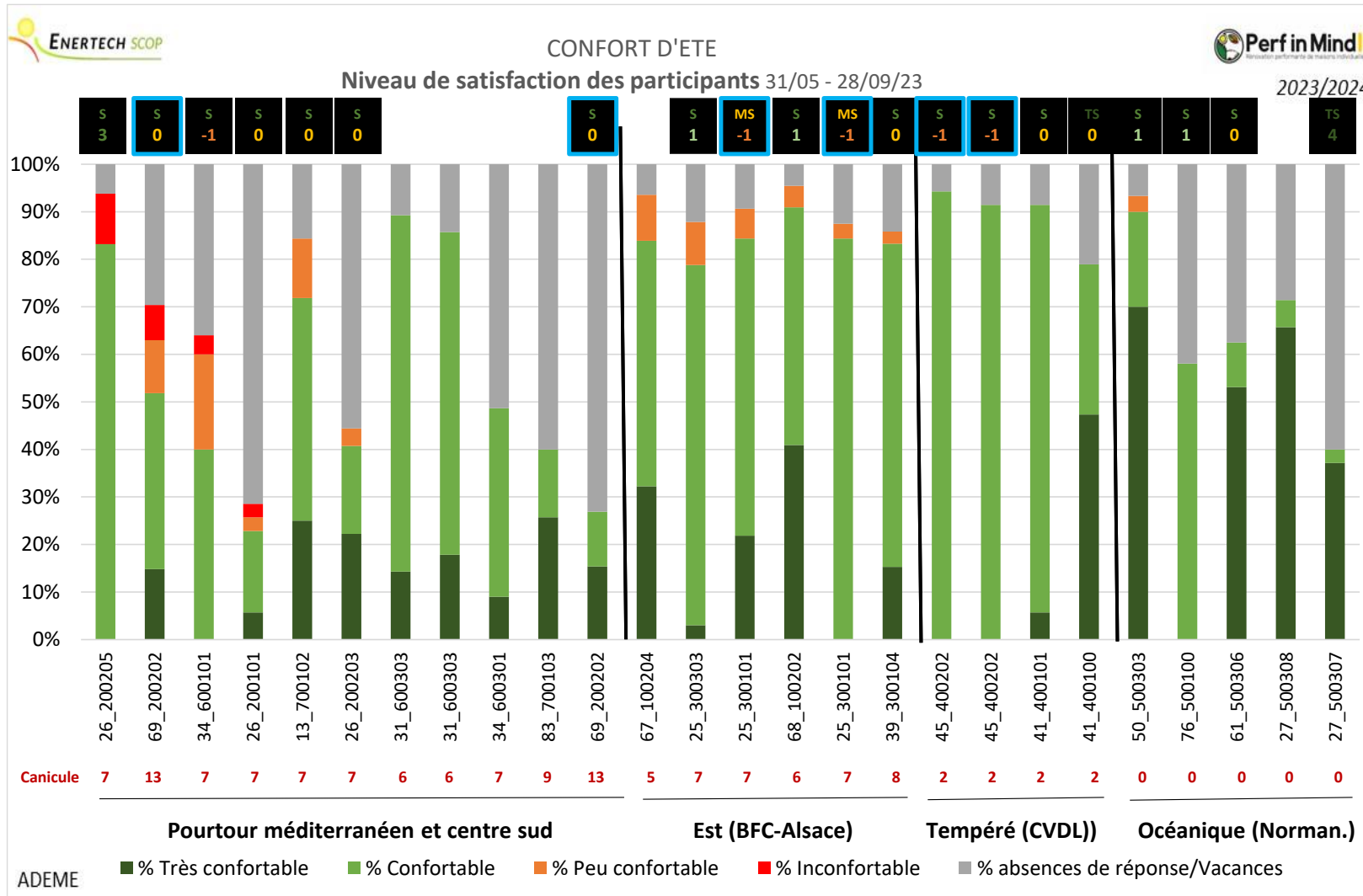


# Températures dans les logements

- Inconfort majoritairement dans quart sud-est et pourtour méditerranéen
- >28°C pendant plus de 40h/an dans 37% des chambres/41% des séjours mais jamais franchie dans 37% des chambres/31% des séjours



# Perception du confort thermique



# Perception du confort

## Dans les carnets de suivis

Ce sont les ménages des logements qui enregistrent le plus grand nombre d'heures  $> 28^{\circ}\text{C}$  dans la chambre qui déclarent que c'est inconfortable

A l'exception d'un logement, ceux pour lesquels la température ne dépasse jamais  $28^{\circ}\text{C}$  dans la chambre ne déclarent pas d'inconfort.

Mais certains logements enregistrent un nombre d'heures conséquent  $>28^{\circ}\text{C}$  dans la chambre sans pour autant que leurs occupants ne déclarent d'inconfort.

# Perception du confort... dans les entretiens

**La journée** : à part un interviewé, qui télétravaille, pas de gros inconfort recensé.

**La nuit** : les échanges font unanimement ressortir inconfort nocturne dans la chambre.

« Honnêtement, on n'a pas eu de jour. Pour l'instant, oui. Franchement, il n'y a pas eu d'inconfort. En fait, il y a la nuit qui est un peu plus inconfortable, mais ça a été très rare. Et donc, non, on ne change rien » (Entretien avec P. 13 juillet 2023).

« C'est pour les nuits aussi. Tout le temps de la canicule, donc ça doit être une semaine, j'ai moi été dormir à la cave. Voilà, qui est une pièce normale en sous-sol. Du coup je me suis installé un lit d'appoint là-bas. On n'a pas dormi ensemble pour la chaleur et ça a permis de dormir au frais. A la cave il faisait 18 degrés » (Entretien avec M. 06 septembre 2023)

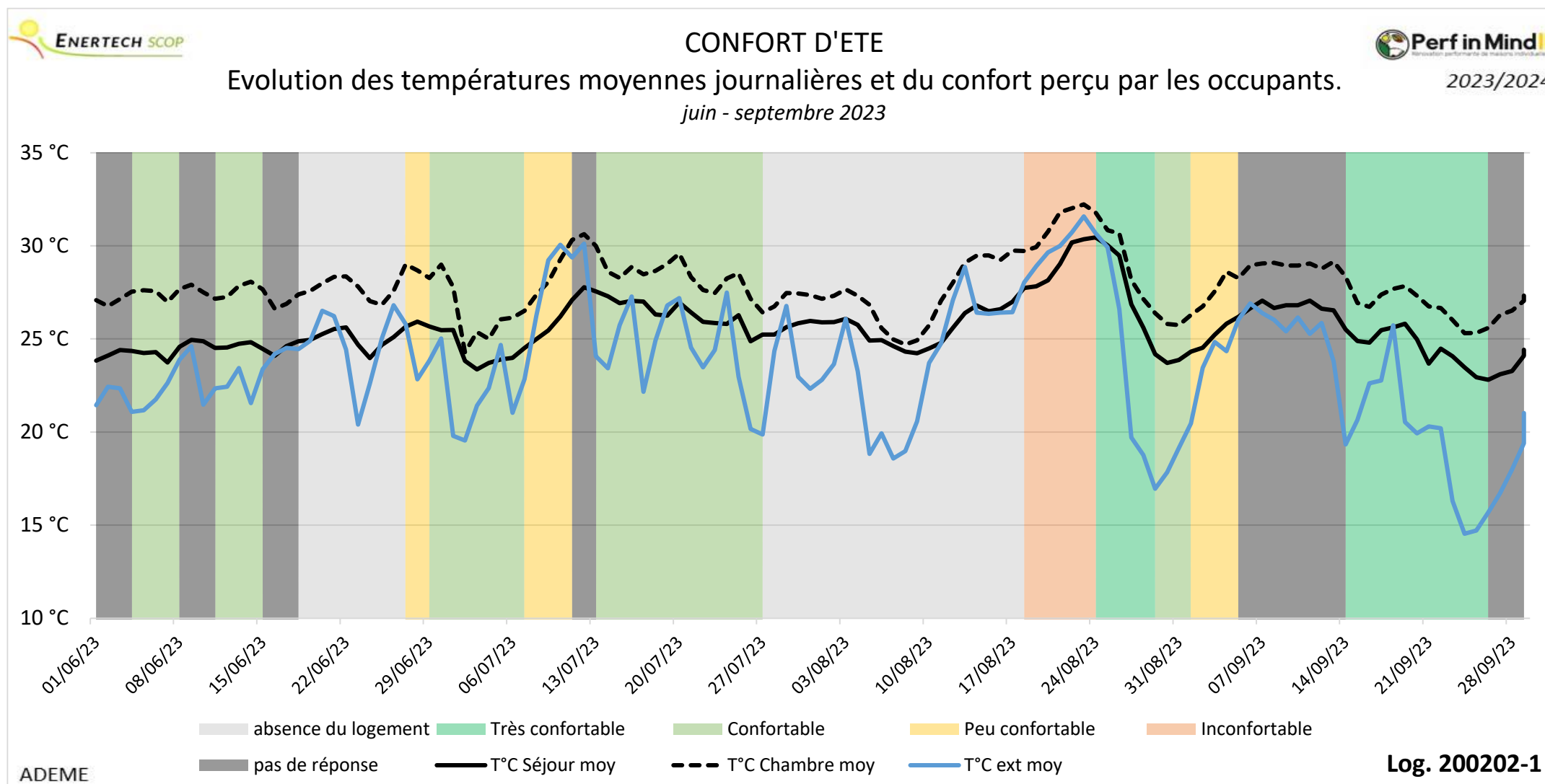
Lien à : être statique, devoir dormir.

Lien à : possibilité ou non de ventiler naturellement ou rafraîchir avec appareils.

→ des freins/contraintes (bruits, sécurité, moustiques) et intolérances aux appareils

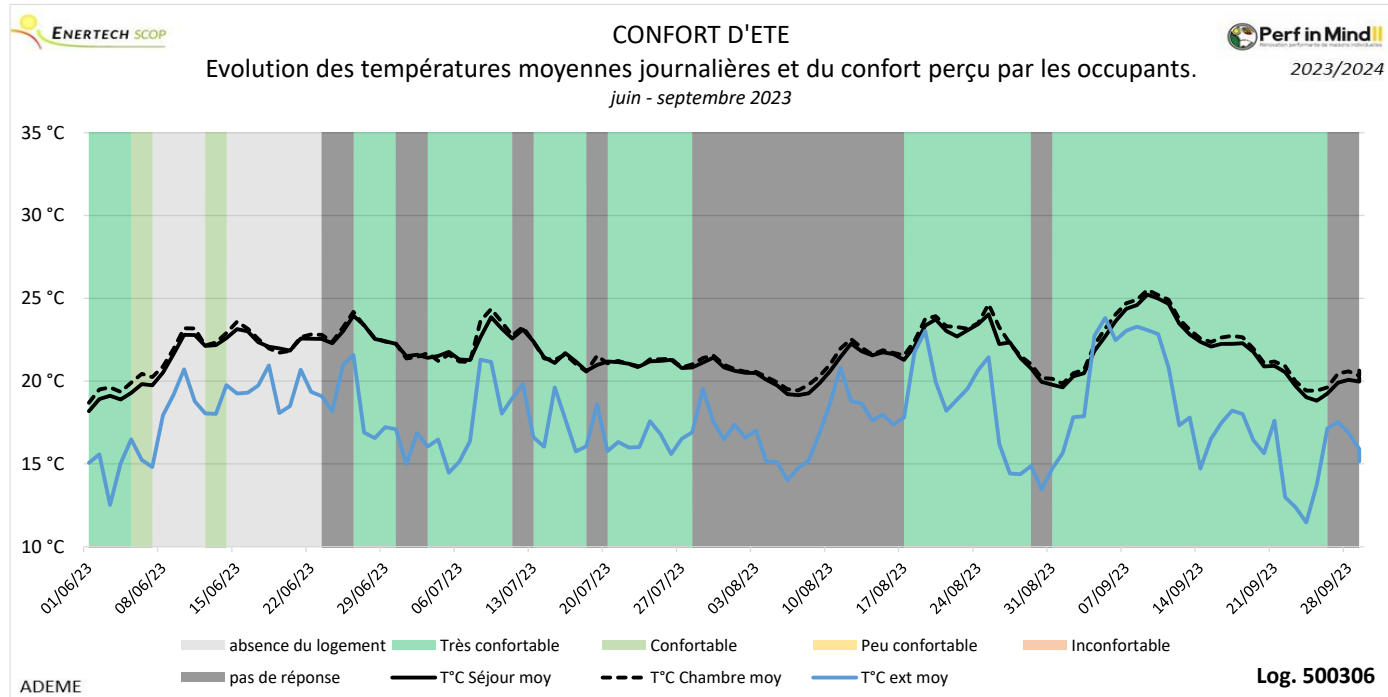
# Perception du confort

Rhône



# Pas d'inconfort quand on ne dépasse jamais 25-26°C

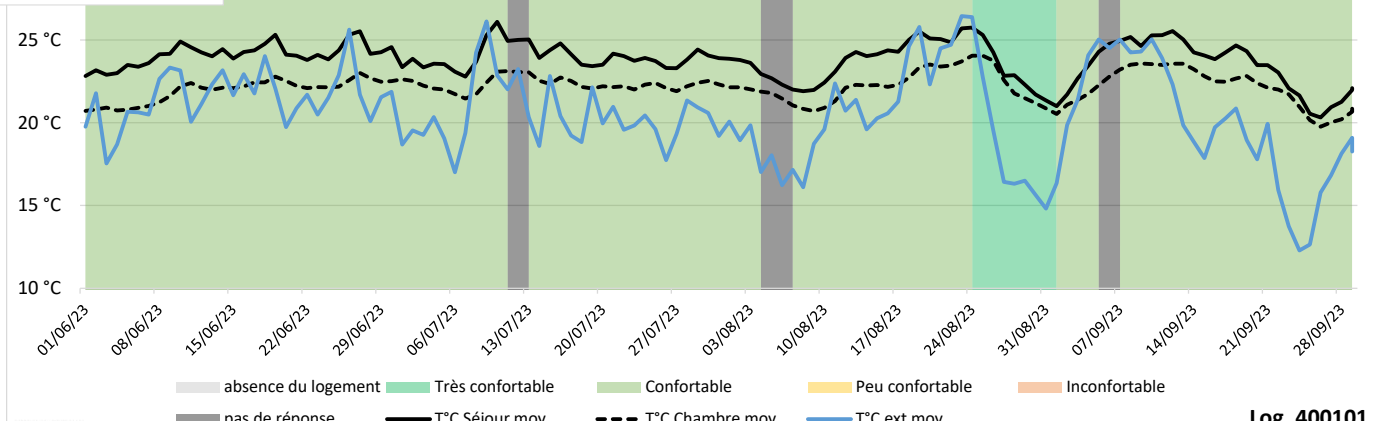
(température moyenne journalière)



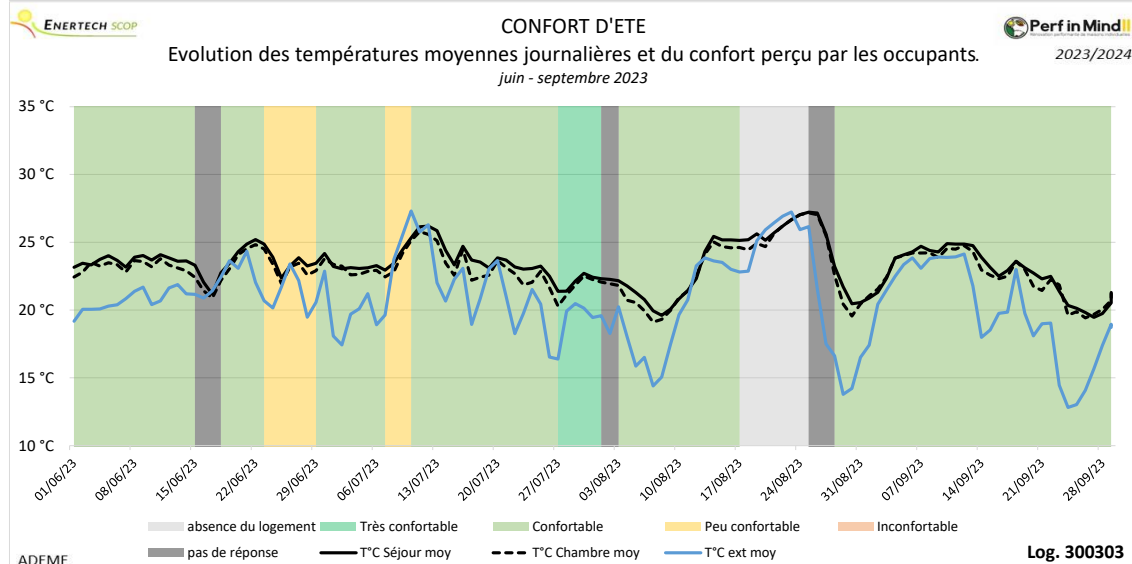
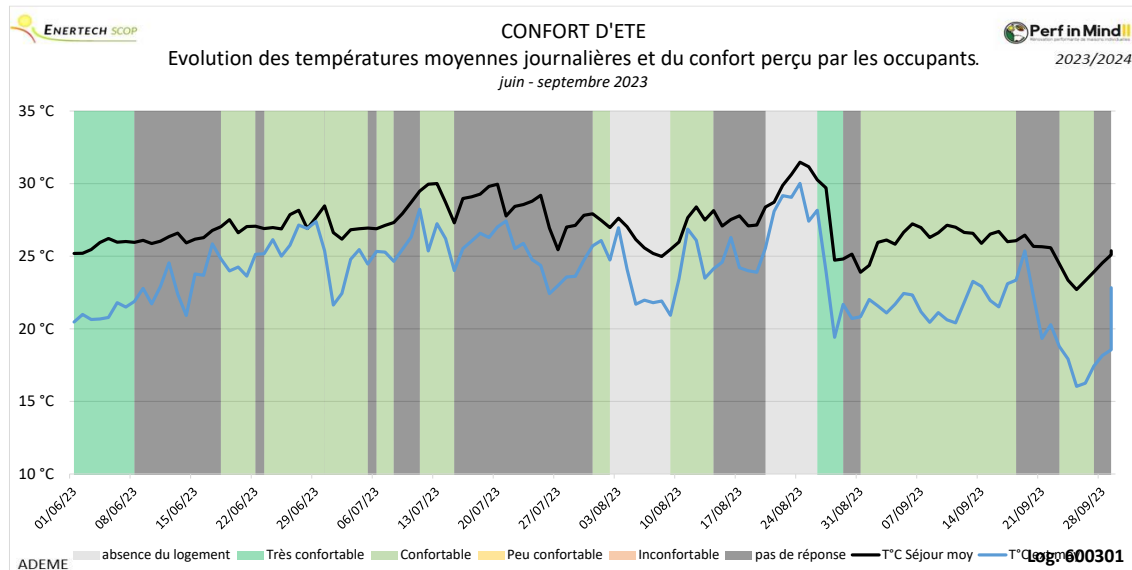
**Orne**



**Loir-et-Cher**



# MAIS Seuil inconfort différent d'une personne à l'autre



Hérault

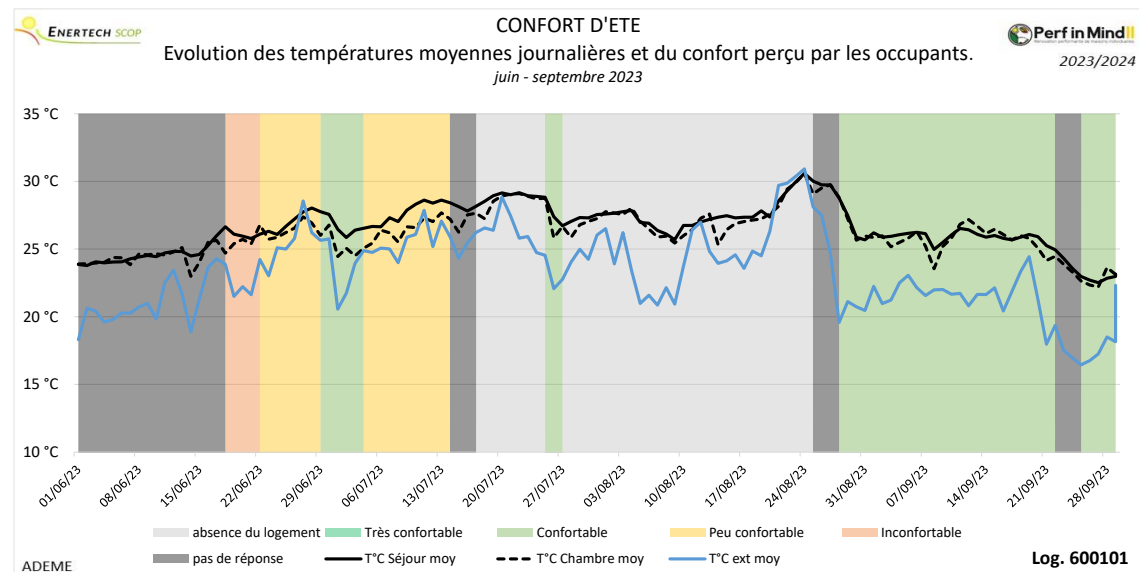
- Facteurs physiologiques  
Âge, h/f
- Trajectoire résidentielle  
Habituation/acclimatation thermique et relativisation

- Le confort qui prime  
Différent du confort global

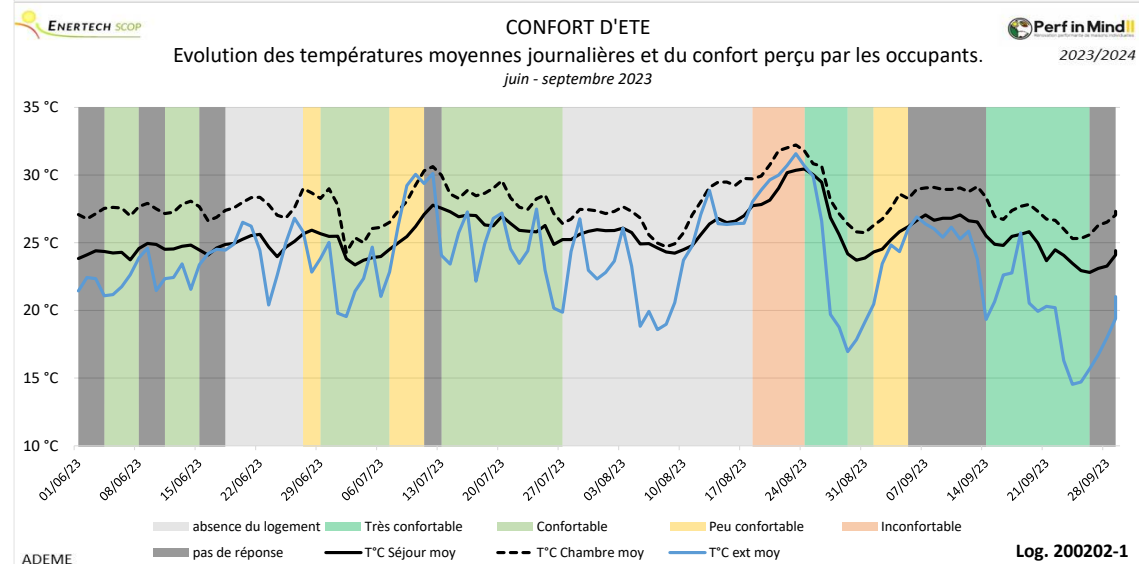
- Marges de manœuvre  
Possibilité d'agir sur son environnement pour améliorer le confort) – cf. carnet de suivi

Doubs

# Inconfort davantage lié évolution température qu'à un seuil en valeur absolue de T



Hérault



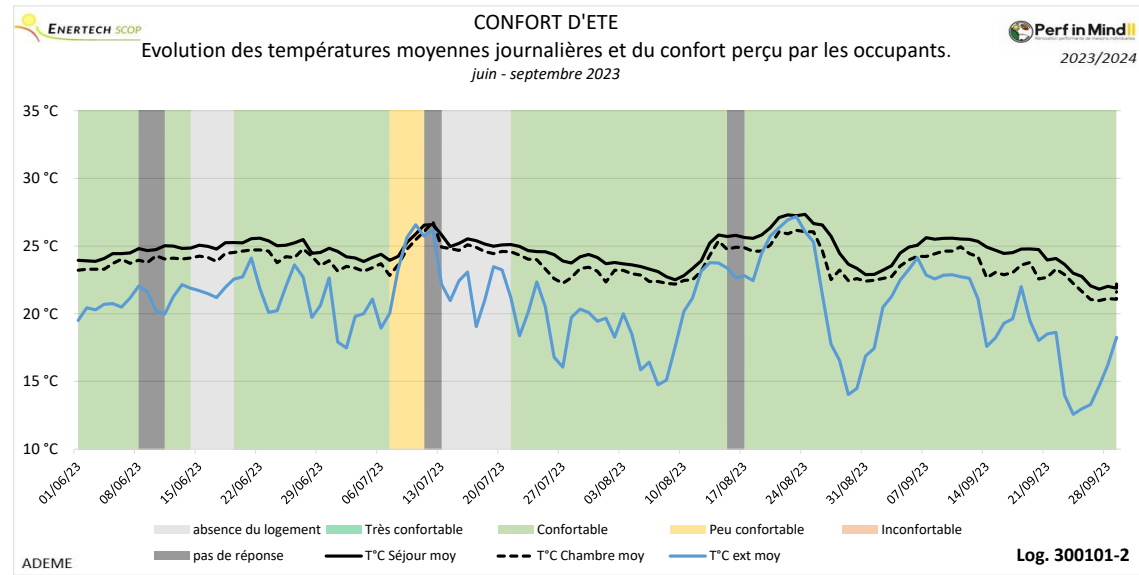
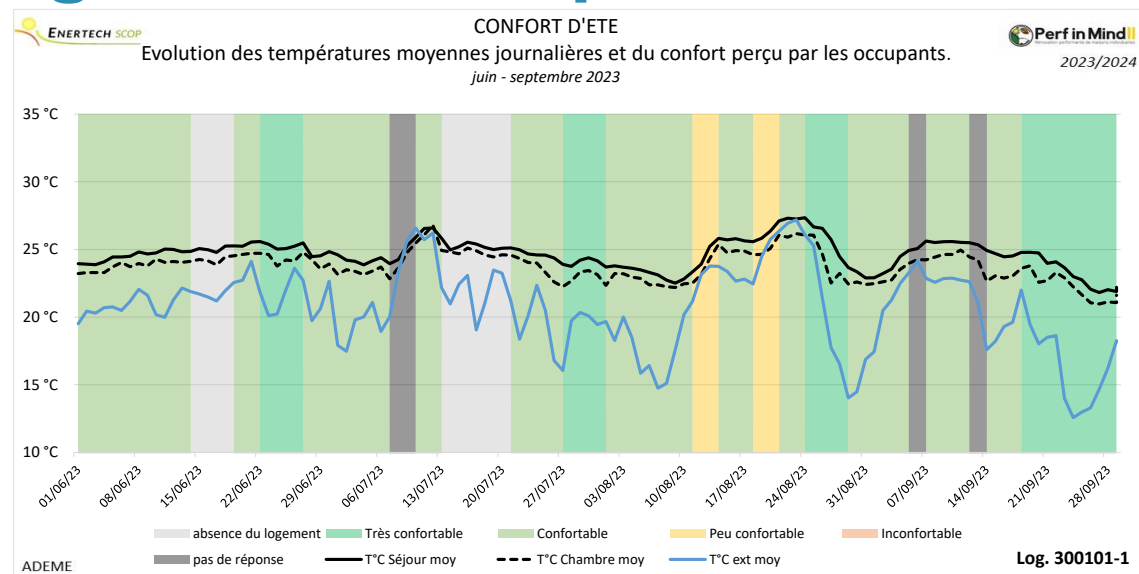
Rhône



# 2 personnes dans un même logement n'ont pas forcément le même ressenti

Le ressenti est multifactorial  
(physiologie, trajectoire, activités, etc).

La cohabitation nécessite des  
ajustements certes, mais surtout des  
compromis quotidiens qui impactent  
les ressentis (tendance à  
l'augmentation de l'inconfort quand  
on ne peut pas gérer comme on  
voudrait). Dans le couple, cela est  
encore plus valable.

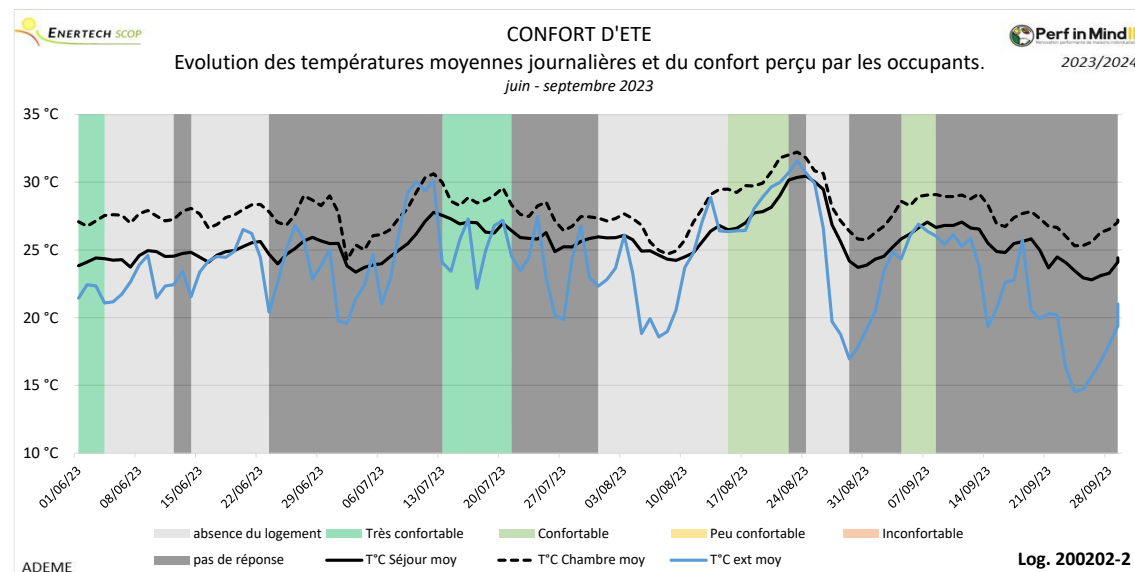
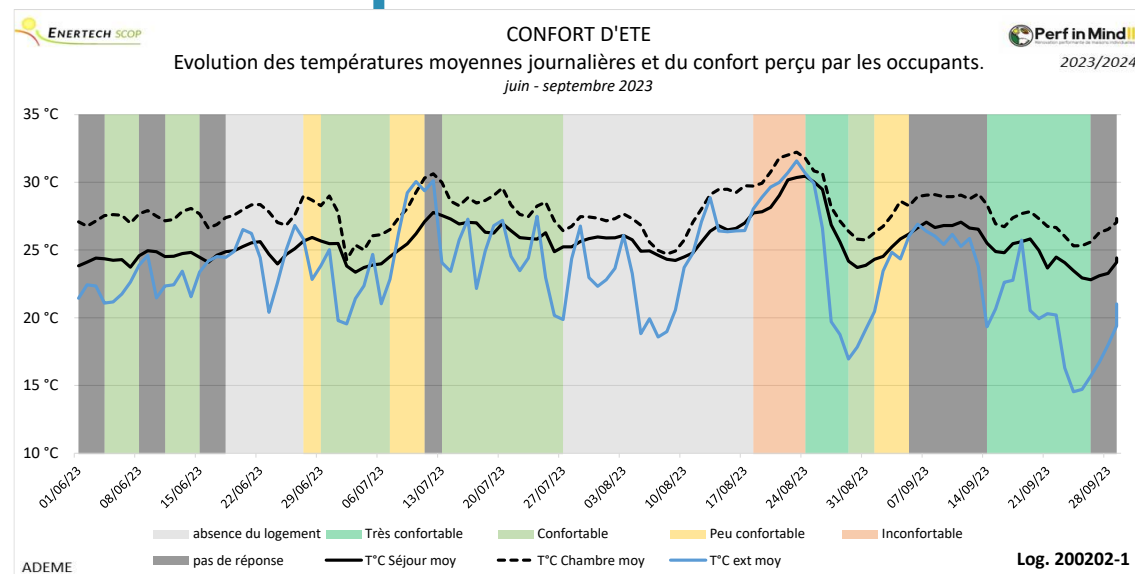


**Doubs**

# 2 personnes dans un même logement n'ont pas forcément le même ressenti

« Tout simplement, on a subi la canicule. Dès que je dis ON je parle toujours de moi, en fait, parce que A. elle n'a pas eu de problème. Elle était bien. Il faisait chaud. Du coup ça nous a un peu euh... ça a été compliqué de gérer le compromis. Et j'ai un peu imposé des choses parce que on s'est retrouvé avec 38 dans la maison au niveau des combles. Et ce, parce que, à un moment elle a ouvert les fenêtres que je fermais., etc. Donc voilà. Donc j'ai un peu imposé des règles en disant : ok c'est une fois dans l'année là on laisse fermé. J'ai fermé les volets. On a réussi à faire descendre un peu la température. Et voilà. Elle était triste mais c'était comme ça. Et, et et et » (Entretien avec M, 06 septembre 2023.)

Rhône



# Retour d'expérience sur la méthodologie

# Dispositif très engageant

- « Temps réel » : minimum 35 sollicitations pendant l'été pour le remplissage du carnet de suivi en ligne (1 abandon avant la fin de l'étude)
- Entretiens téléphoniques :
  - Campagne de mobilisation importante avec « 4 essais » pour la plupart (textos, appels téléphoniques avec messages quand possible et échanges en direct)
  - Plus de la moitié sans retour, même négatif
  - Impression d'un passage en force avec certains ménages qui ont fini par accepter
  - Une moitié des interviewés très réceptifs malgré tout

# Dispositif très engageant

- Webinaires : plusieurs temps d'échanges en groupe envisagés dans un premier temps, mais trop peu de volontaires (seulement 2 participants au premier). Axe d'étude abandonné.

- Limite de “l’enquête après coup” : on ne récupère pas la même info avec le questionnaire générique et le questionnaire en temps réel.
- Le suivi ménage en temps réel (carnets papier et numérique) a été un support très utile pour les entretiens : faire parler les interviewés à partir d’éléments qu’ils ont fait remonter.
- Les entretiens doublés (avec les mêmes personnes) ont permis d’approfondir certains points, d’explicitier ce que les ménages expriment. Corrélés aux carnets de suivi en « temps réel », ils ont aussi permis de lever certains implicites/certitudes que les “enquêteurs “ ont : confortable /inconfortable.

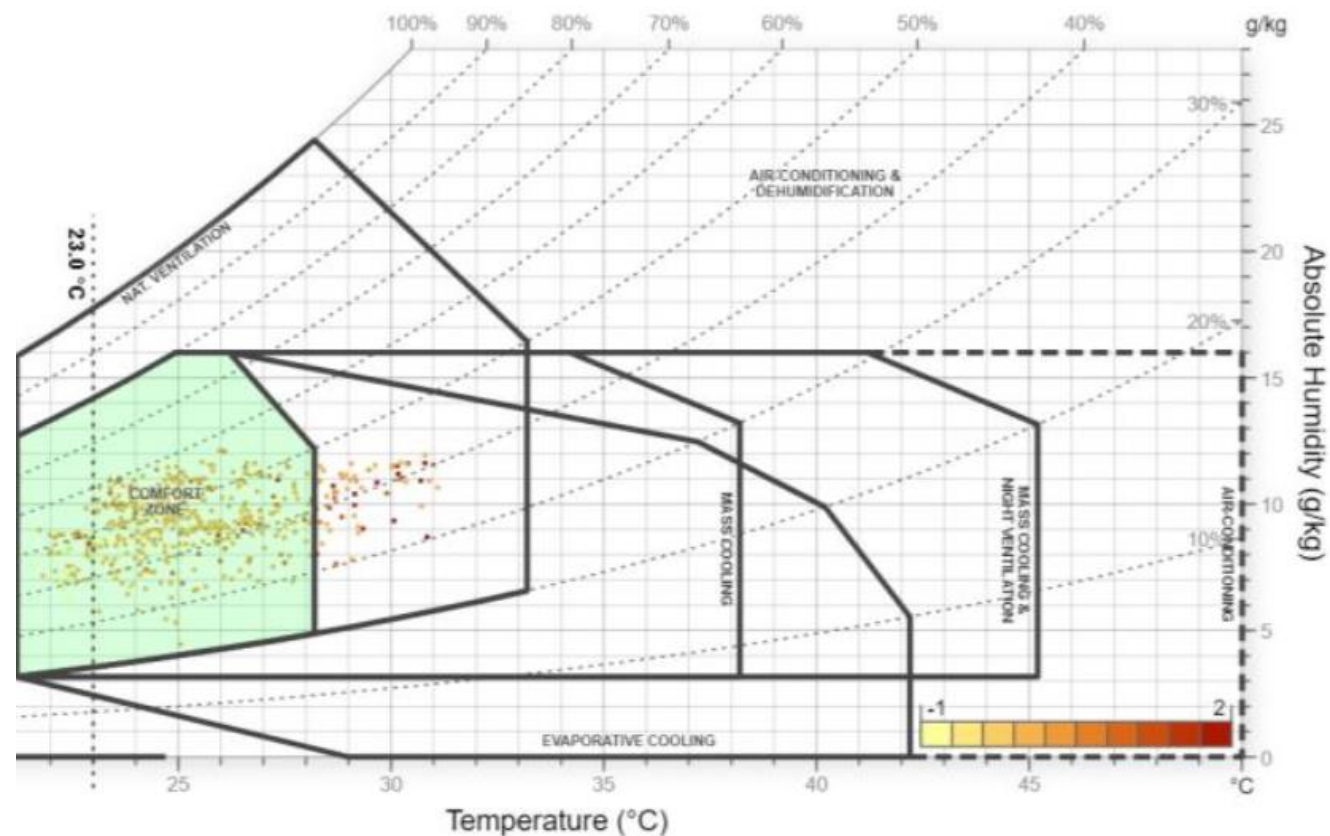
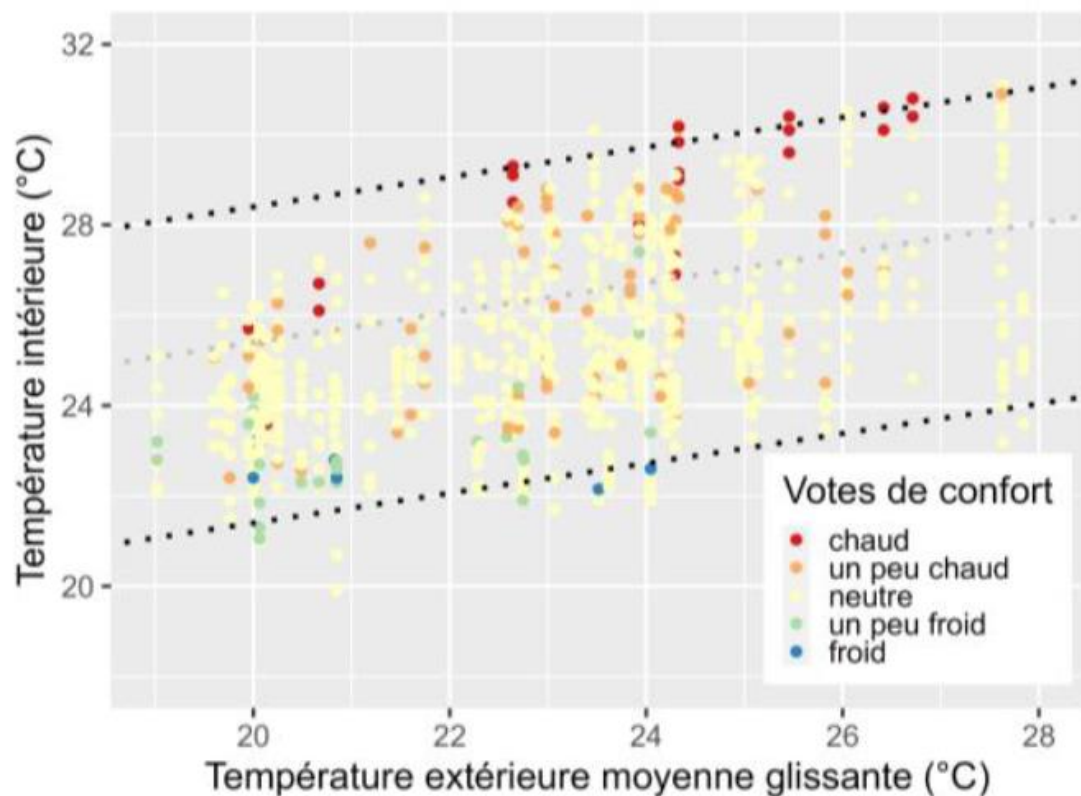


9<sup>e</sup> COLLOQUE  
NATIONAL  
INTERPROFESSIONNEL

DES SOLUTIONS  
DURABLES  
POUR DES  
BÂTIMENTS  
RÉSILIENTS  
FACE AU  
CHANGEMENT  
CLIMATIQUE

# Perception et indicateurs traditionnels de conception

# Comparaison confort réellement perçu / modèles

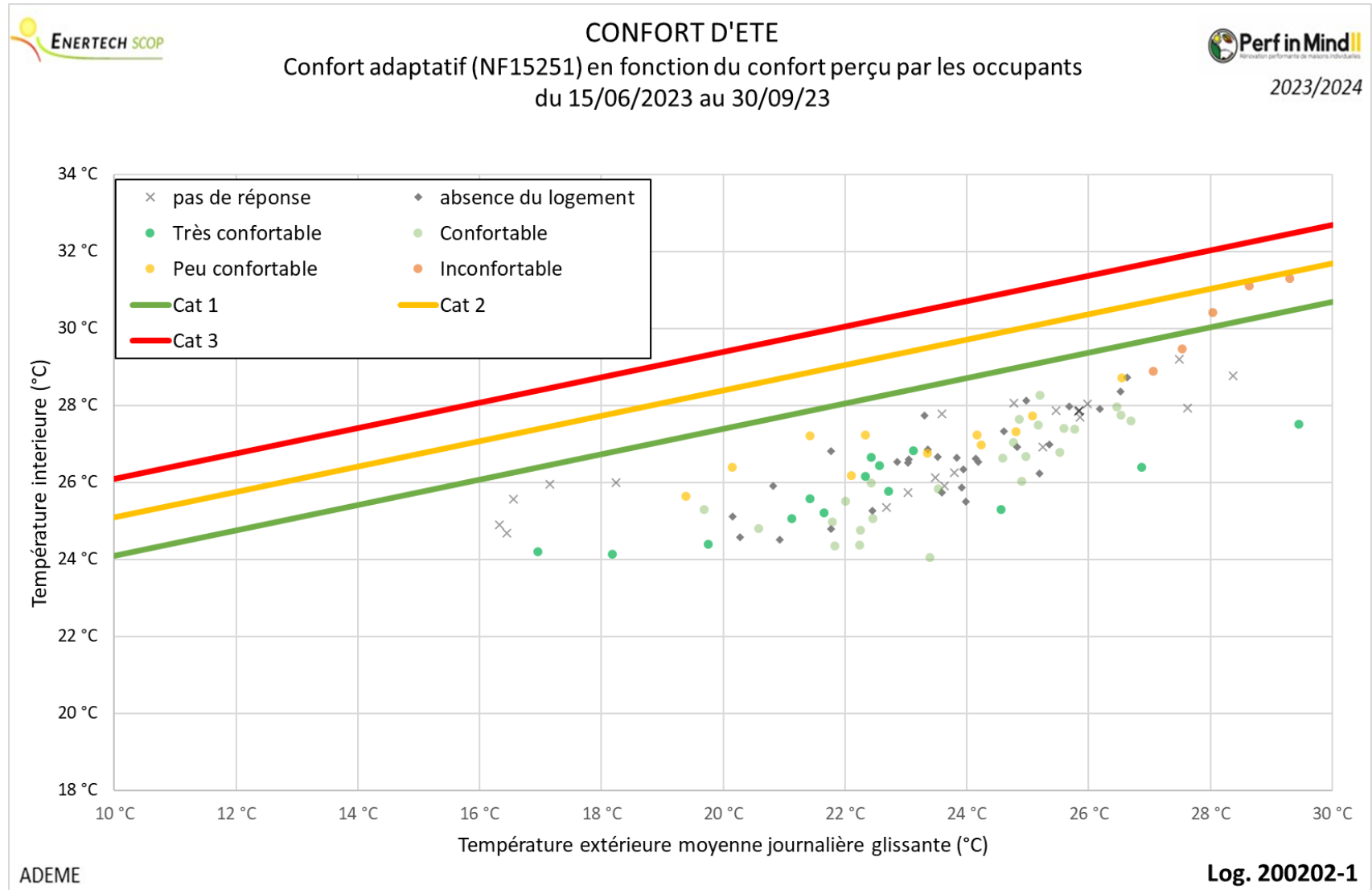


Cédric Schreck, Aurélie Fouquier, Simon Rouchier, Etienne Wurtz. Analyse statistique du confort thermique estival dans un bureau naturellement ventilé. IBPSA France, May 2022, Châlons en Champagne, France. pp.1-8. hal-03663740

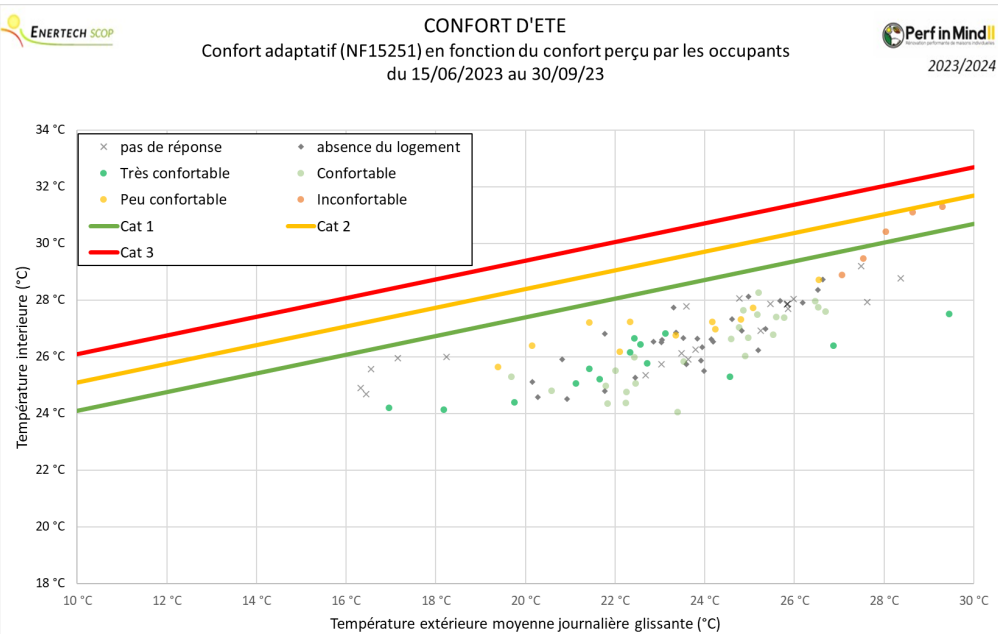


# Approche adaptative

# Quelques logements pour lesquels l'approche adaptative fonctionne

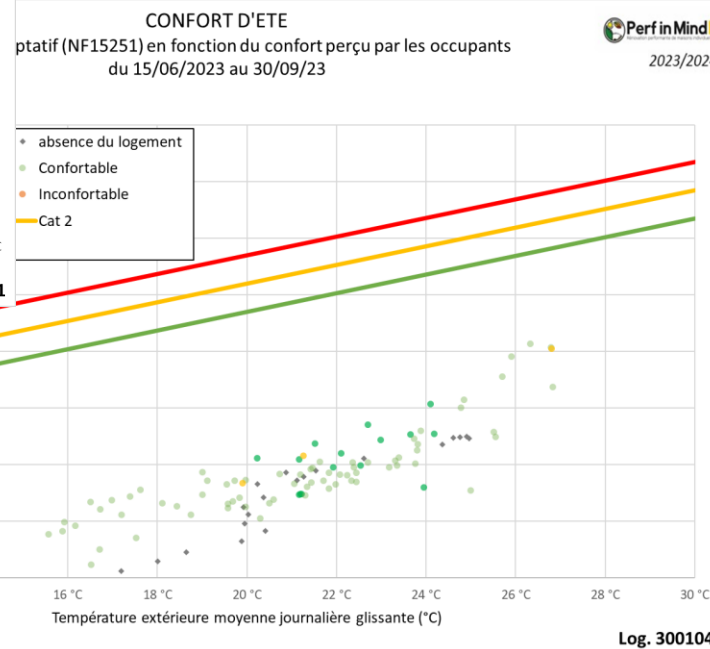


# Mais seuils globalement trop élevés et à adapter selon les zones géographiques

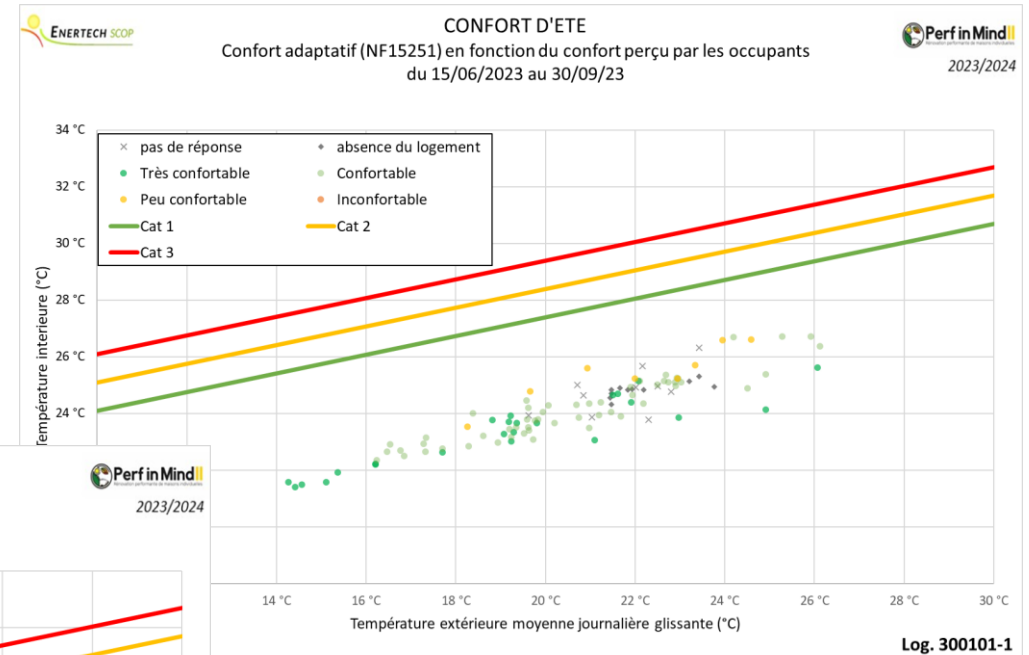


ADEME

Rhône



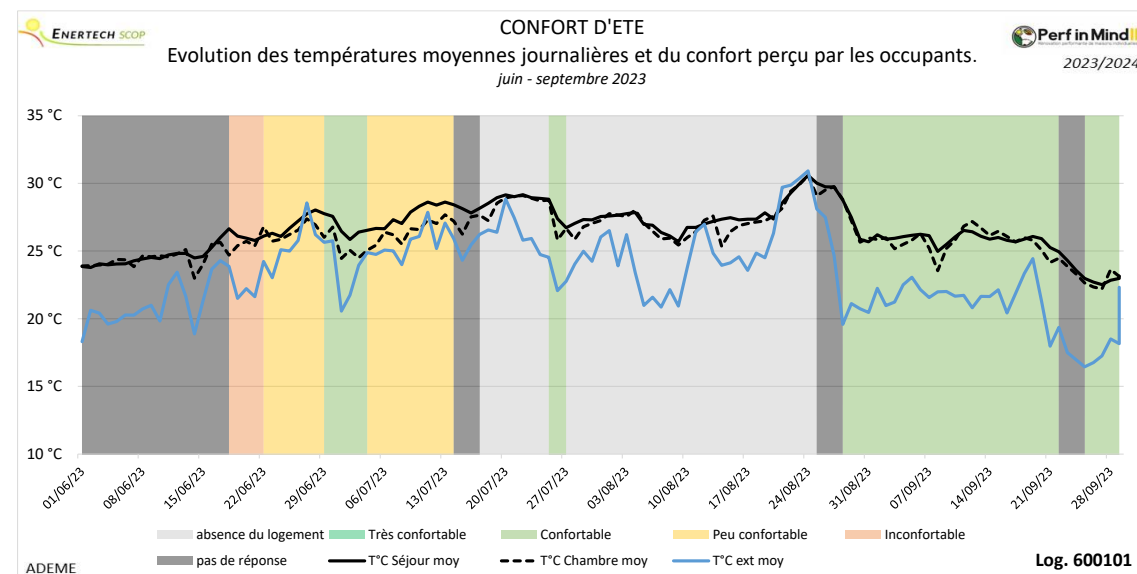
Doubs



Jura

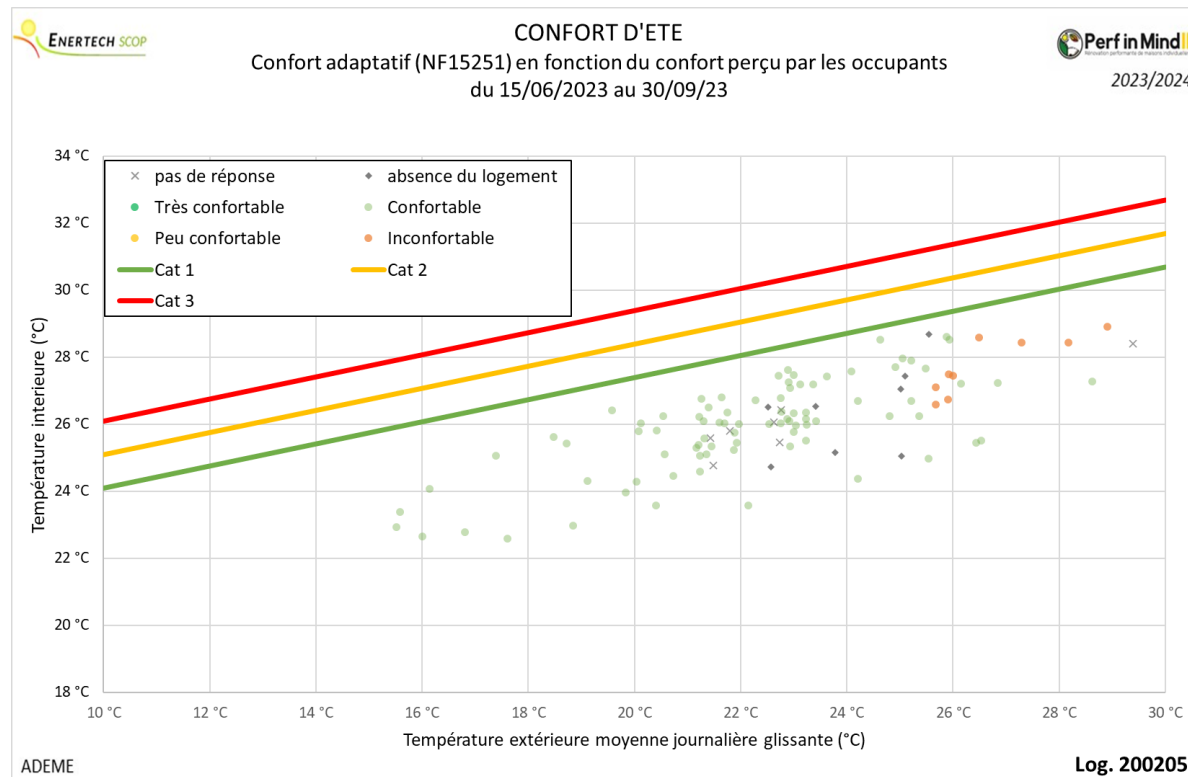
## Postulat de l'approche adaptative

- Part du principe que le confort des usagers pour la température ambiante dépend d'une part de la température extérieure, d'autre part de l'évolution de la température les jours précédents > *Vérifié sur notre échantillon*
- Dans le sens où on supporte mieux des températures élevées si la chaleur dure depuis quelques jours (on s'«habitue») > **ne correspond pas à nos observations, les participants supportent mal les fronts montants de chaleur et apprécient les fronts descendants après une vague de chaleur**

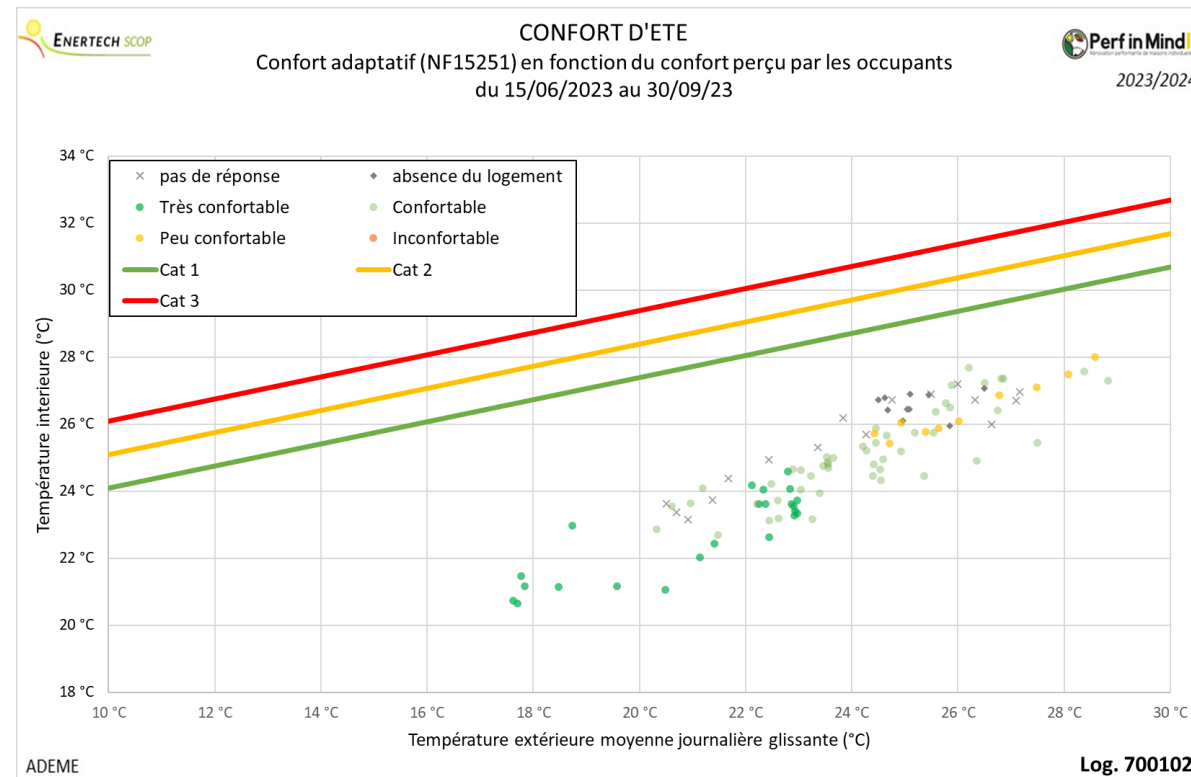


# L'inconfort se situe majoritairement pour des $T_{ext}$ élevées (mais seuils différents selon les logements)

Pas de possibilité de rafraîchir par ouverture des fenêtres



Drôme

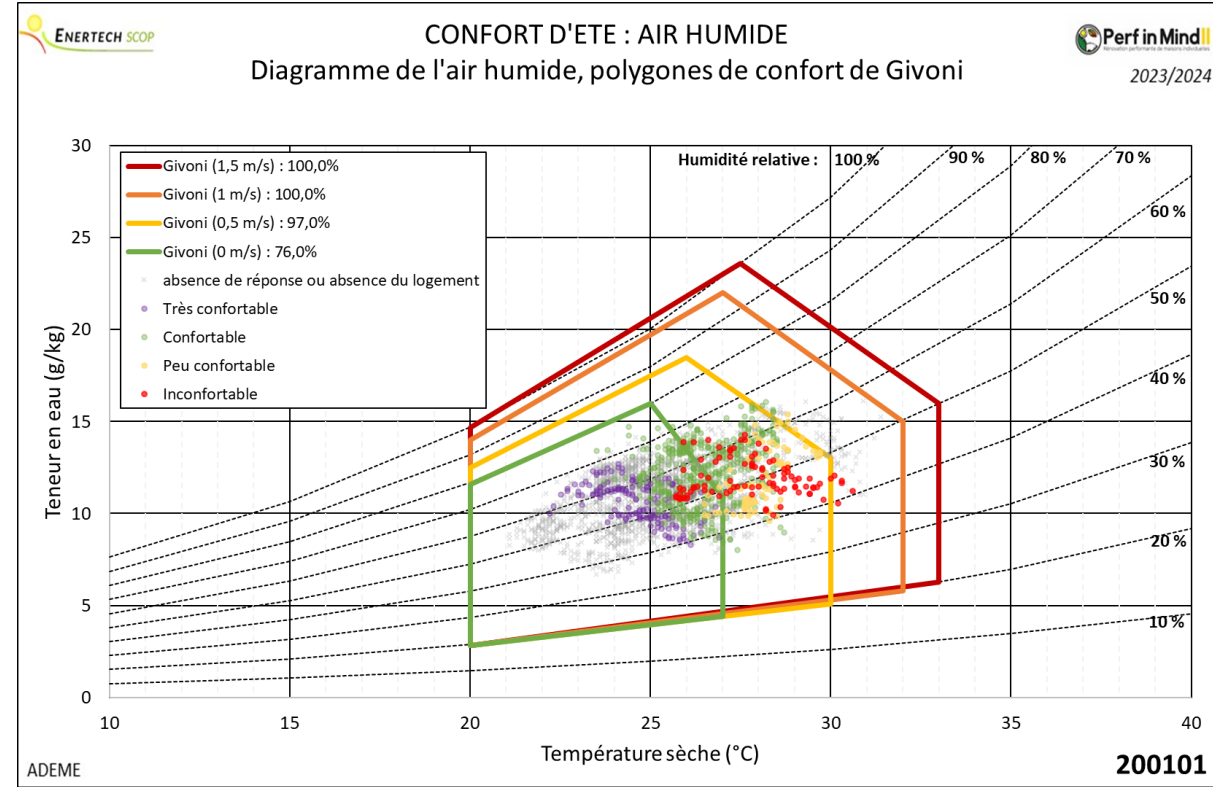
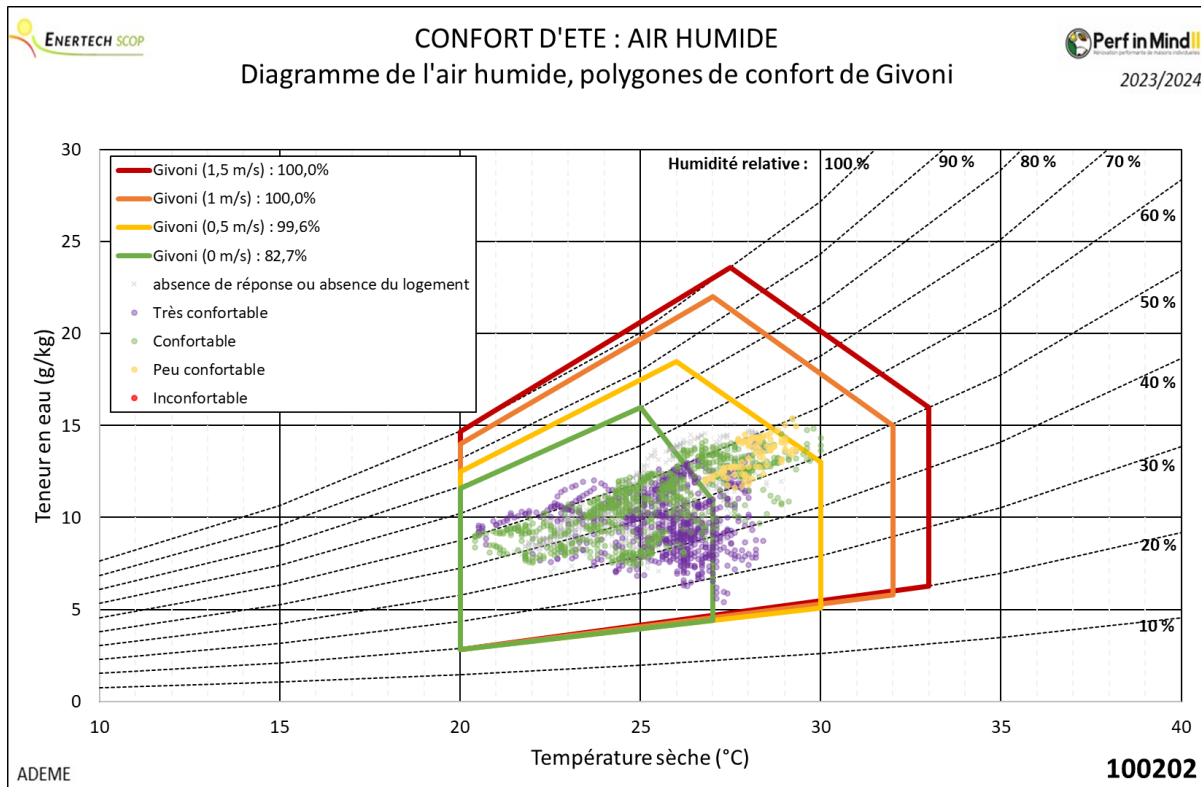


Bouches-du-Rhône

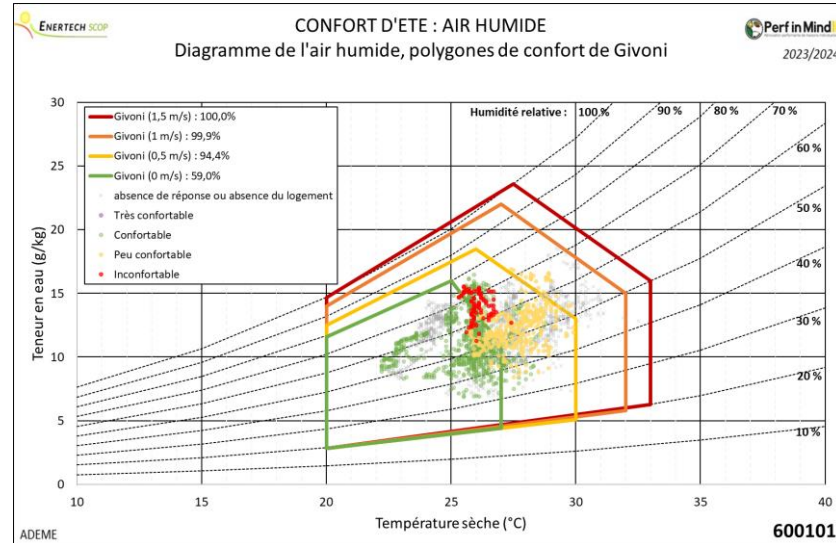
# Diagramme de Givoni

# Ressenti des participants globalement en bonne adéquation avec diagramme de Givoni

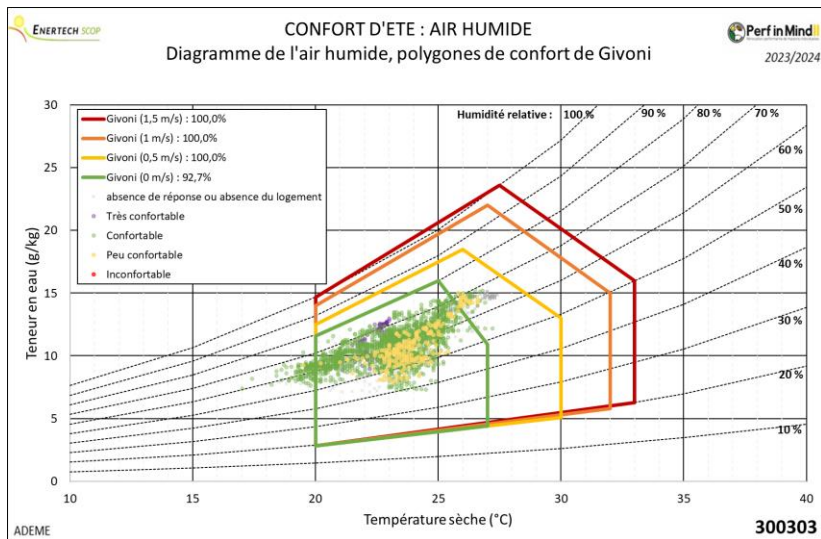
Traduit le fait que l'inconfort se traduit majoritairement à partir d'un certain seuil de température



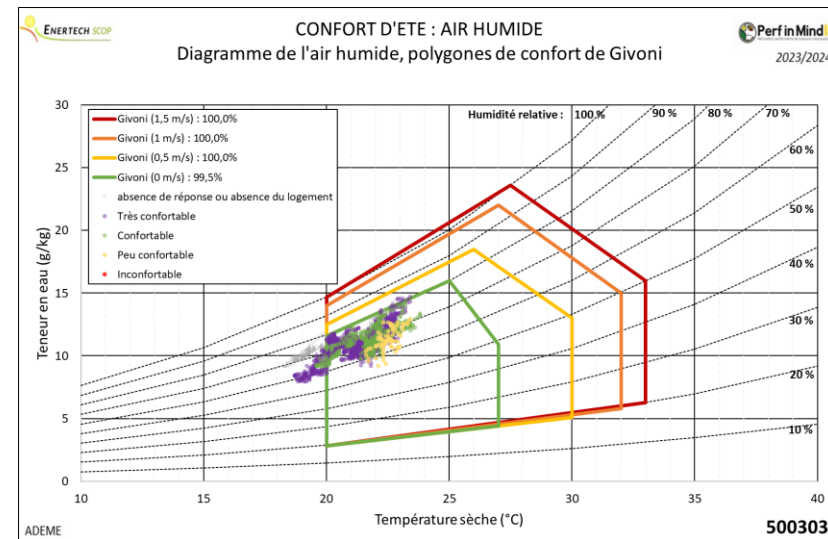
# Notion relative qui dépend des régions, et bien-sûr des personnes



Hérault



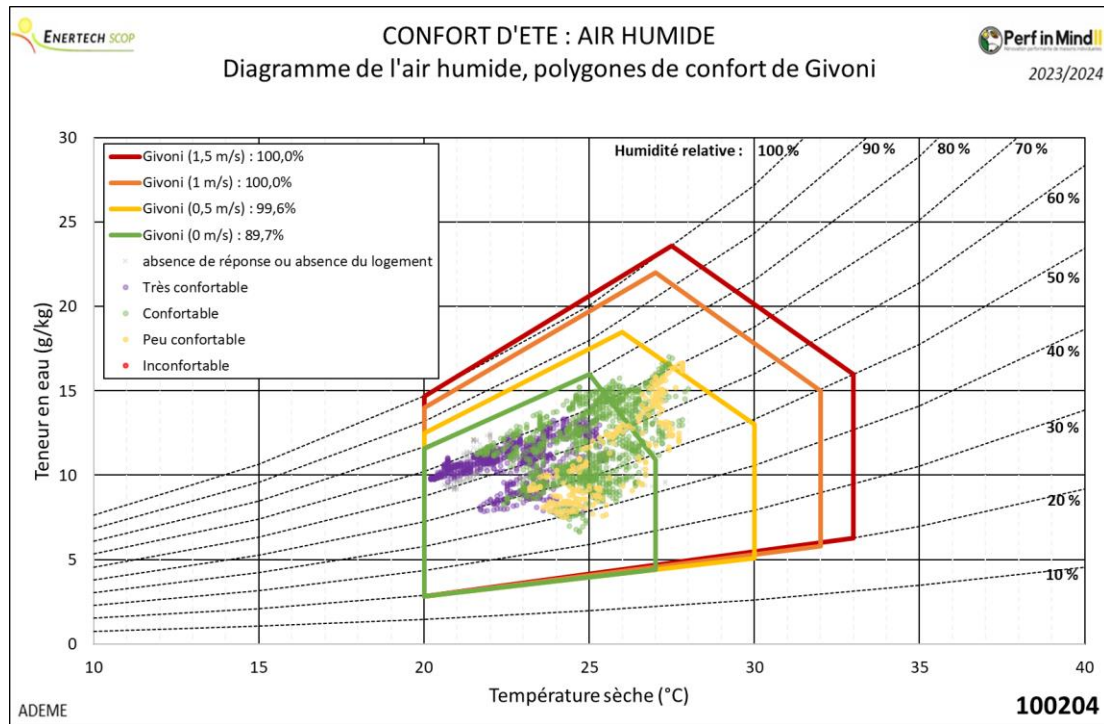
Doubs



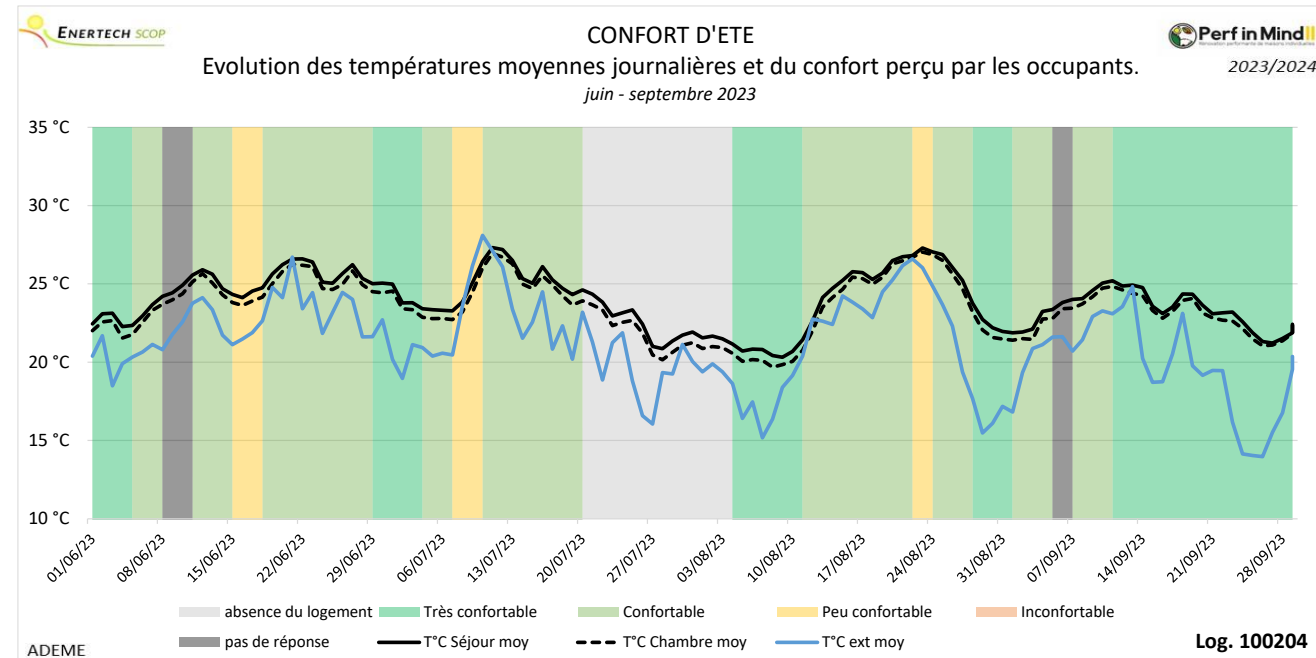
Manche



# Diagramme de Givoni ne tient pas compte de l'impact des fronts montants / descendants, à des températures relativement basses



**Bas-Rhin**



# Conclusions relatives aux modèles

- **Echantillon restreint : ne permet pas de tirer des conclusions, mais propose pistes à explorer**
- Approche adaptative ne semble pas se vérifier sur échantillon, au contraire
  - ✓ Participants supportent mal augmentation, même progressive de la température
  - ✓ Chute (même brutale) de la température extérieure (ne se traduit pas immédiatement à l'intérieur) après front montant inconfortable provoque une amélioration du confort même si température ambiante reste élevée

- Diagramme de Givoni traduit mieux ressenti des participants car inconfort déclaré, la plupart du temps, uniquement à partir d'un certain seuil de température « élevée »
- Mais ne tient pas compte de l'impact de l'évolution dynamique (fronts montants et descendants de température)
- Perception du confort semble varier selon climat (principalement le niveau de température « supportée »)



9<sup>e</sup> COLLOQUE  
NATIONAL  
INTERPROFESSIONNEL

DES SOLUTIONS  
DURABLES  
POUR DES  
BÂTIMENTS  
RÉSILIENTS  
FACE AU  
CHANGEMENT  
CLIMATIQUE

# Suites possibles

# Faire évoluer la méthodologie pour prendre en compte les retours d'expérience

- Limite des entretiens en distanciel : écourtés + corrélation avec maison, façon d'habiter, etc. peu évidente
  - Mener l'instrumentation et un premier entretien exploratoire simultanément (en présentiel donc.) pour croiser encore davantage
- Perfectionner le suivi en temps réel : autour de ce que les gens mettent en œuvre pour avoir moins chaud (mieux capter les nuances)
  - Par exemple ouvrir les fenêtres, mais fermer les volets
- Elargir la cible à d'autres types d'habitat, type d'occupation, d'autres localisations, logement neuf/rénové, etc...

# Faire évoluer la méthodologie pour prendre en compte les retours d'expérience

- Mener une étude centrée sur l'étude du confort d'été
- Rémunérer la participation pour élargir le public de l'étude et capter d'autres "cibles"

## Suite possible pour les indicateurs utilisés en conception

- Augmenter la taille de l'échantillon pour valider/infirmier ces premières observations

## Si confirmation

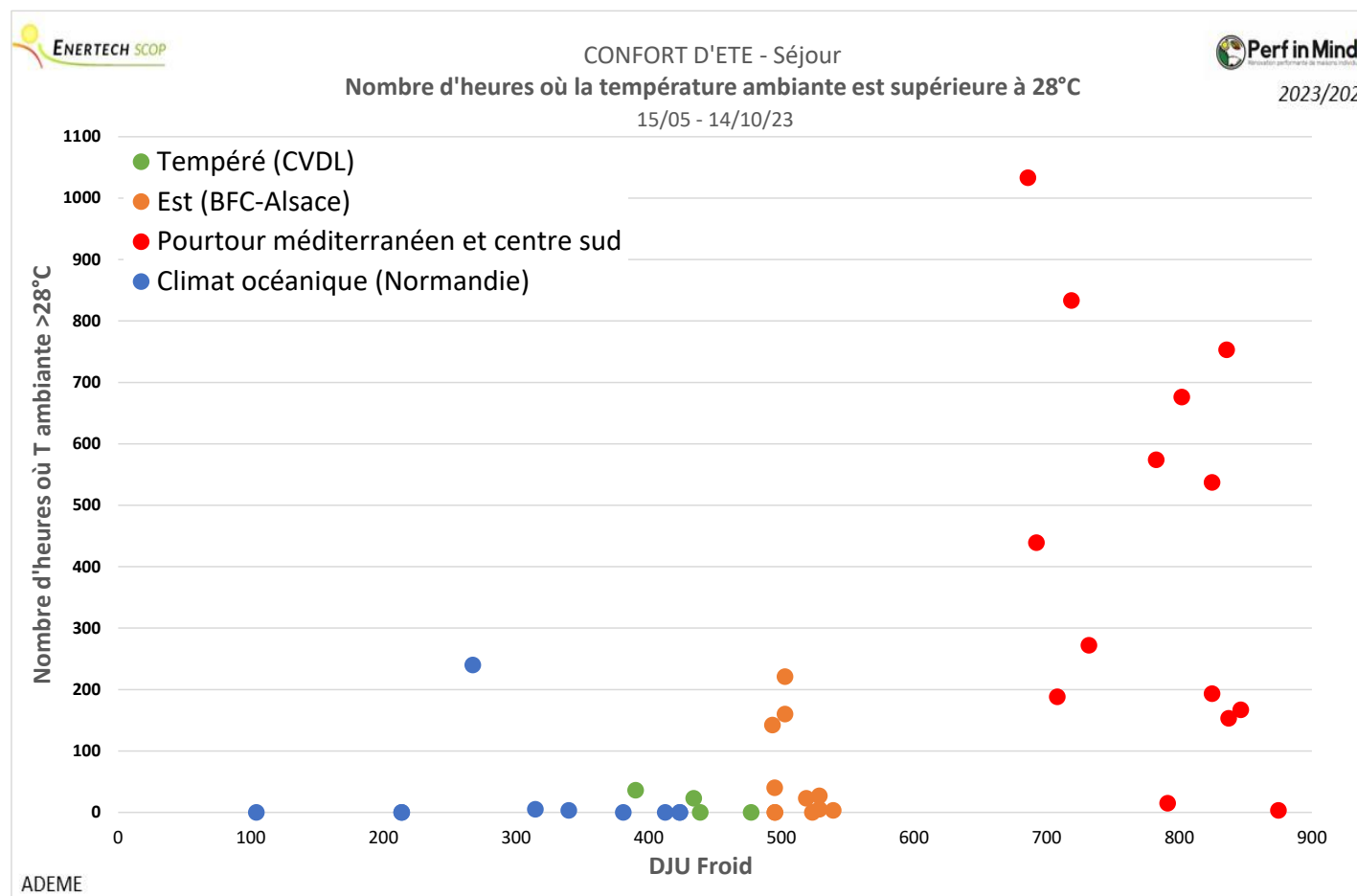
- Revoir l'approche dynamique pour faire évoluer la prise en compte de l'impact de l'évolution dynamique des températures
- Proposer des déclinaisons régionales des approches adaptatives et du diagramme de Givoni (comme c'est le cas pour les alertes canicules)
- Combiner l'approche dynamique et le diagramme de Givoni



# Annexes

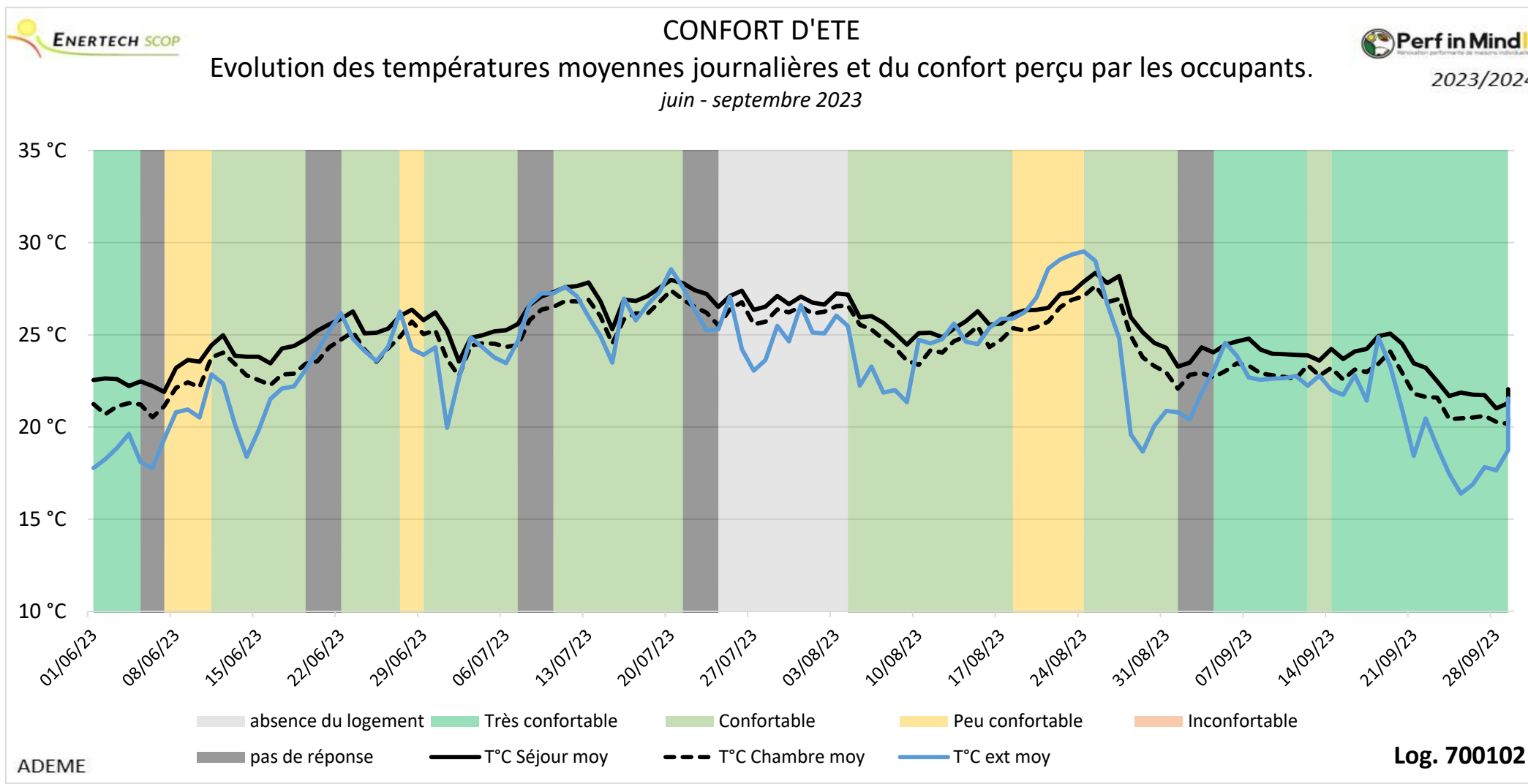
# Inconfort en fonction de DJU froid

Pour même nombre DJU froid, écarts importants, liés aux caractéristiques du logement et aux pratiques du ménage



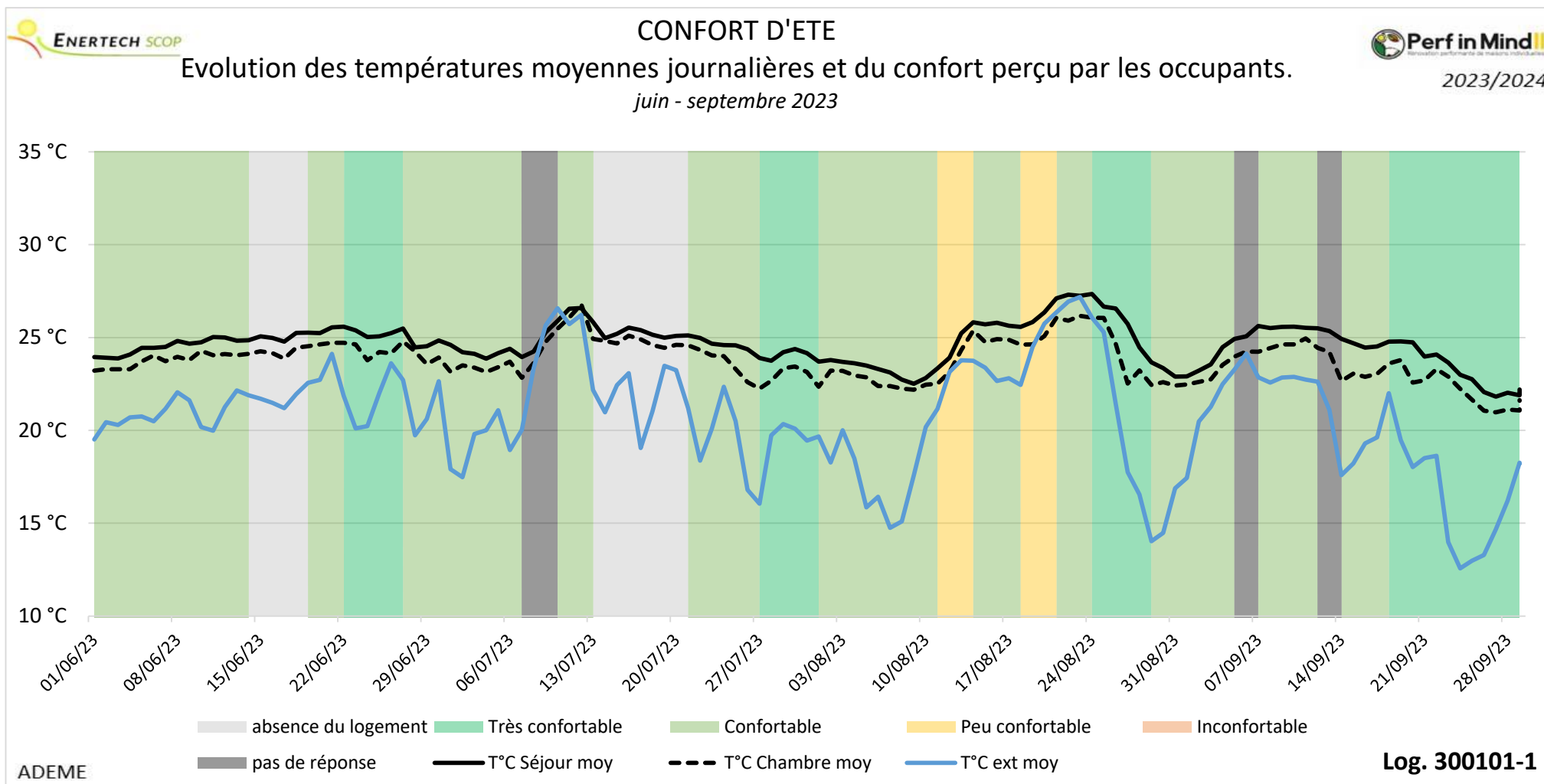
# MAIS 2 séquences d'évolution $T_{\text{intérieure}}$ identiques ne conduisent pas toujours au même ressenti

Bouches-du-Rhône



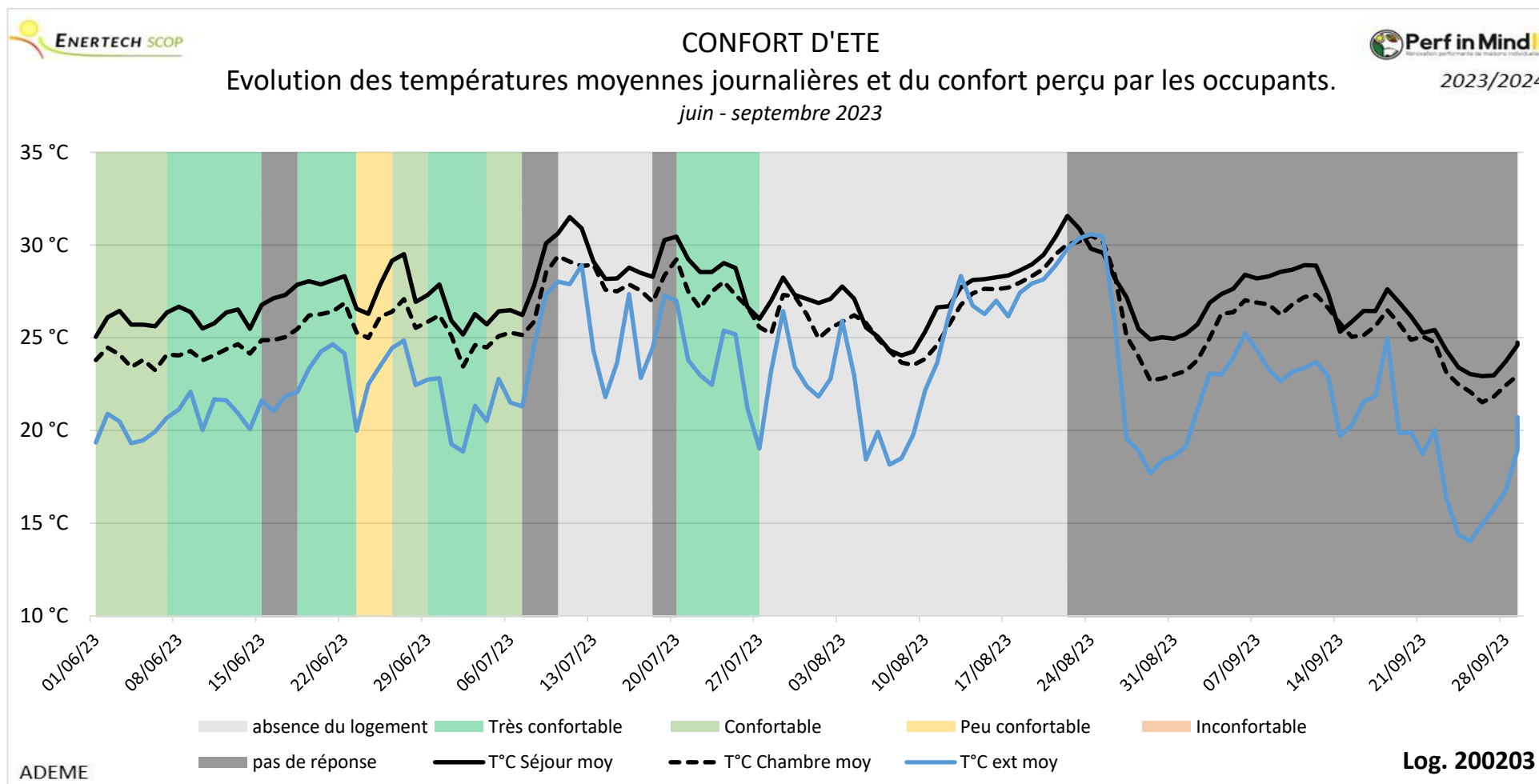
# MAIS 2 séquences d'évolution $T_{\text{intérieure}}$ identiques ne conduisent pas toujours au même ressenti

**Doubs**



# T élevées souvent lors de périodes de vacances > à avoir en tête lors des calculs de conception

Drôme



# L'usage de brasseurs d'air pourrait permettre de palier à la majorité des situations d'inconfort

