

# MEASURE

## MEsures de performAnces réelles et de Satisfaction des occUpants dans les bâtiments Résidentiels à hautes performances Energétiques

Janvier 2018



Architecture et Climat - Université catholique de Louvain

Centre Scientifique et Technique de la Construction

Contact: [veronique.vanwelde@bbri.be](mailto:veronique.vanwelde@bbri.be) ; [olivier.dartevelle@uclouvain.be](mailto:olivier.dartevelle@uclouvain.be)

Projet réalisé avec le soutien de la Wallonie

# Sommaire

Objectifs de l'étude ... 3

Méthodes employées ... 7

Résultats ... 42

Confort thermique ... 43

Confort respiratoire ... 68

Performance système ... 74

Performance enveloppe... 94

Performance énergétique ... 101

Conclusion ... 105

# Objectifs de l'étude

Méthodes employées

Résultats

Conclusion

# Contexte

## Des exigences énergétiques qui se renforcent



# Contexte

## « Performance Gap »

*Consommations énergétiques<sup>2,4</sup>*

*Confort thermique amélioré<sup>3</sup>*

*Variation des températures  
dans le temps et l'espace<sup>1</sup>*

## **Performances théoriques VS Performances réelles**

*Régulation et contrôle des systèmes<sup>1,3,4</sup>*

*Qualité d'air<sup>1,3,5,6,7</sup>*

*Adaptation et compréhension des occupants<sup>1,3,4</sup>*



*Surchauffe<sup>1,7</sup>*

1: (Rohdin, 2014) Suède

4: (Gupta et Kapsali, 2014)

6: (Zalesjska-Jonsson, 2014) Suède

2: (UMONS) Belgique-Wallonie

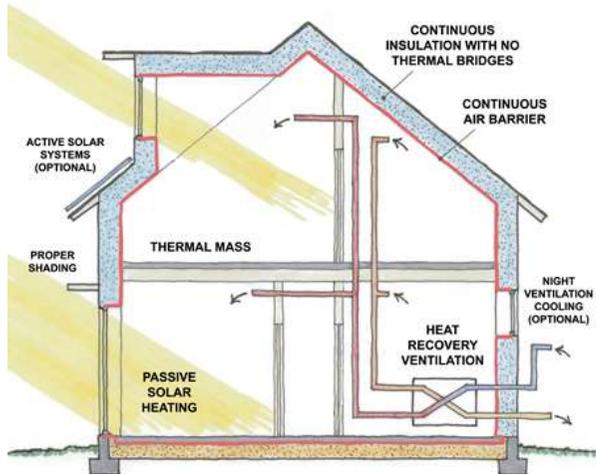
5: (Zalesjska-Jonsson, 2013) Suède

7: (BEP2020) Belgique-Flandre

3: (Mlecnik, 2012) Allemagne, Autriche, Suisse et Pays-Bas

# Objectifs

Les **techniques constructives actuelles à la base** des bâtiments résidentiels à hautes performances énergétiques (isolation, étanchéité à l'air, ventilation, etc.) **permettent-elles de donner satisfaction aux occupants** en ce qui concerne :



Source: [passivworks.com](http://passivworks.com)

**le confort intérieur**  
et  
**les consommations énergétiques**  
?

**Comment se situe t-on en réalité** par rapport :

- au ressenti et à la satisfaction
- aux attentes actuelles

?

Objectifs de l'étude

## **Méthodes employées**

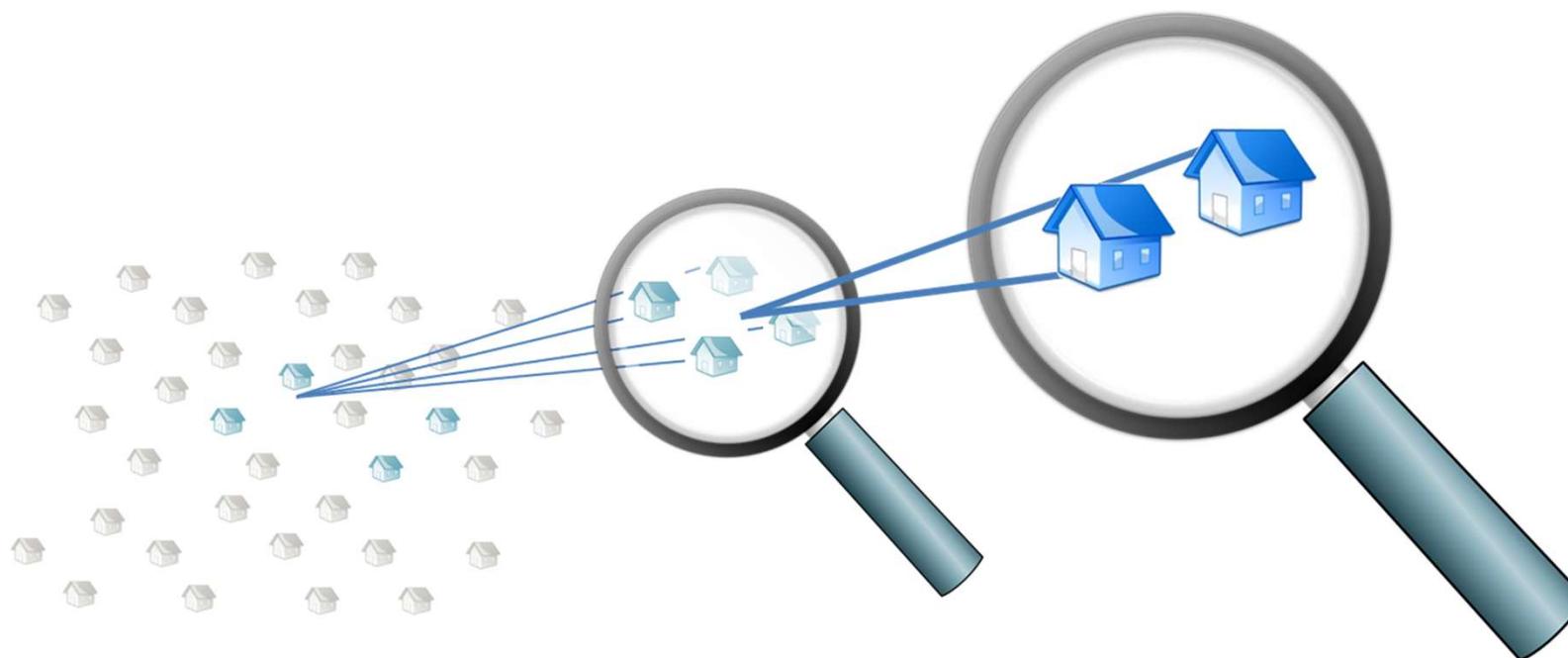
Résultats

Conclusion



# Méthodologie

## Trois niveaux d'analyse



**Niveau 1**  
**(458 bâtiments)**

Enquête par  
questionnaire

*149 réponses obtenues*

**Niveau 2**  
**(25 bâtiments)**

Mesures et monitoring

**Niveau 3**  
**(5 bâtiments)**

Monitoring détaillé

# Méthodologie

## Choix de l'échantillon



## Construire avec l'énergie (CALE)

1417 projets / 1786 logements / 675 attestations

Evolution des exigences entre février 2004 et décembre 2011

Dossiers avec attestation, hors appartements (458 dossiers)

## Caractéristiques principales

- 82 % de 4 façades
- Surface chauffée moyenne: 217 m<sup>2</sup>
- Surface vitrée: 19% de la surface au sol
- U moyen: 0,34 W/(m<sup>2</sup>.K)
- Niveau K moyen : 30,4
- Inertie: 49% peu lourd; 21% mi lourd; 23% léger
- Ventilation: 85% de système D avec récupérateur de chaleur
- Chauffage: 86% chauffage central (64% chaudière - 35% PAC)  
14% chauffage local (42% poêle mazout - 35% électricité)
- Protections solaires: prévues dans 52% des dossiers

# Enquête de satisfaction - niveau 1

Une enquête par questionnaire appliquée à l'échantillon :  
"Construire Avec l'Énergie"



  
Satisfaction survey  
0% 100%

**Introduction**  
Cette première partie a pour but principal d'identifier ce qui vous a poussé à participer à l'action 'Construire Avec l'Énergie'

Depuis quand habitez-vous votre logement ?  
Veuillez choisir...

Combien de personnes des catégories ci-dessous occupent votre logement ?

	0	1	2	3	4	5	+ de 5
Enfant(s), Etudiant(s), personnel(s) scolarisé(s)	<input type="radio"/>						
Travailleur(s) à temps partiel	<input type="radio"/>						
Travailleur(s) à temps plein	<input type="radio"/>						
Sans emploi	<input type="radio"/>						
Pensionné(s)	<input type="radio"/>						

Selon vous, quelles notions représentent le mieux la qualité d'un logement ?  
Veuillez sélectionner en réponse maximum

- Cadre de vie (ville, campagne, etc.)
- Proximité de facilités (école, commerces, transport, etc.)
- Esthétique (façades, finitions intérieures, etc.)
- Caractère patrimonial ou historique
- Histoire familiale du bâtiment / du terrain
- Coût d'achat / coût de construction
- Superficie de la maison / nombre et taille des pièces
- Organisation des pièces
- Orientation / ouverture vers l'extérieur et lumière naturelle
- Consommations / performances énergétiques
- Confort intérieur (température et qualité d'air agréables)

Autre, précisez:



**458 bâtiments résidentiels  
(maisons unifamiliales)  
qui visent de hautes performances  
énergétiques**

Evolution des exigences  
entre 2004 et 2011

*(Valeurs U, débits de ventilation,  
consommation énergétique, risque de  
surchauffe)*

# Enquête de satisfaction - niveau 1



Mesurer la satisfaction des occupants par rapport aux ambiances:

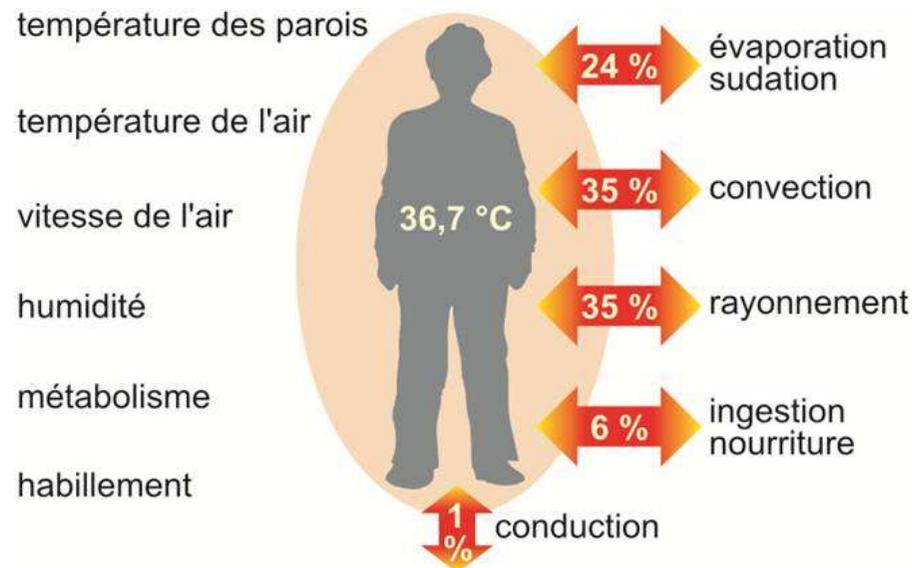
Thermique

Respiratoire

Acoustique

Visuelle

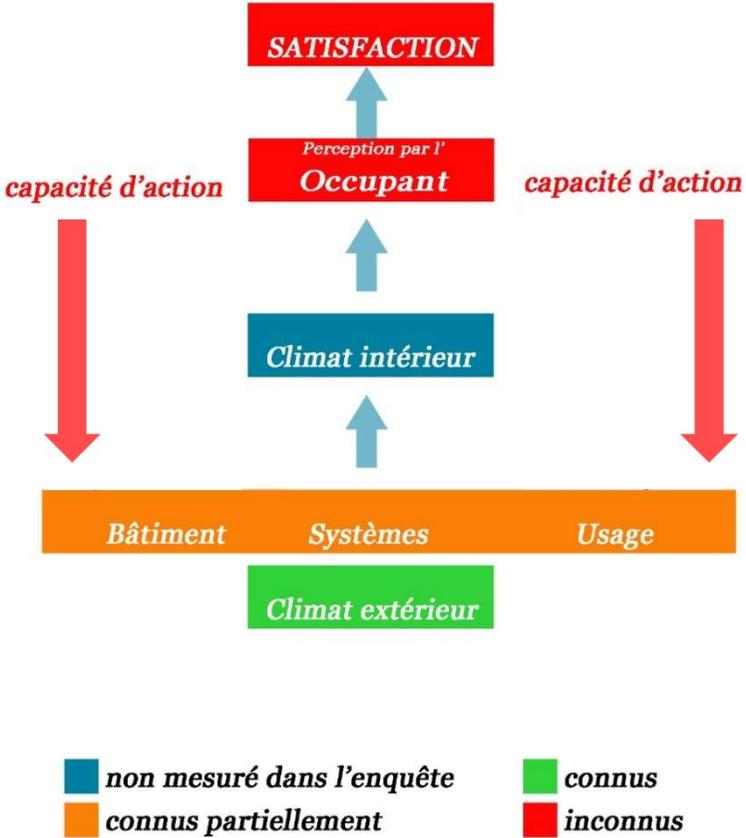
=> **Notions de confort** et paramètres physiques qui les définissent



Paramètres traditionnels du confort thermique (source: [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be))

# Enquête de satisfaction - niveau 1

... et leurs facteurs d'influence



# Enquête de satisfaction - niveau 1



## Un taux de participation élevé

149 réponses valides - (taux de réponse: 33%)

92,5% de bâtiments 4 façades

95% équipés d'une ventilation double flux

Umoyen: 0.12 – 0.48 W/m<sup>2</sup>K

Consommation en énergie primaire: 0 - 197kWh/m<sup>2</sup>



### Introduction

Cette première partie a pour but principal d'identifier ce qui vous a poussé à participer à l'action 'Construire Avec L'Énergie'

Depuis quand habitez-vous votre logement ?  
Veuillez choisir ...

Combien de personnes des catégories ci-dessous occupent votre logement ?

	0	1	2	3	4	5	+ de 5
Enfants/ Etudiants/ personnes scolarisées	<input type="radio"/>						
Travailleurs à temps partiel	<input type="radio"/>						
Travailleurs à temps plein	<input type="radio"/>						
Sans emploi	<input type="radio"/>						
Personnells	<input type="radio"/>						

Selon vous, quelles notions représentent le mieux la qualité d'un logement ?

- Cadre de vie (ville, campagne, etc.)
  - Proximité de facilités (école, commerces, transport, etc.)
  - Esthétique (façades, finitions intérieures, etc.)
  - Caractère patrimonial ou historique
  - Histoire familiale du bâtiment/du terrain
  - Coût d'achat / coût de construction
  - Surface de la maison / nombre et taille des pièces
  - Organisation des pièces
  - Orientation / ouverture vers l'extérieur et lumière naturelle
  - Consommations / performances énergétiques
  - Confort intérieur (température et qualité d'air agréables)
- Autre précision:

## Un échantillon spécifique ...

Maisons unifamiliales de 3,5 personnes en moyenne

43% d'occupants de moins de 24 ans

1% de demandeurs d'emploi

99% de propriétaires

92% des ménages possèdent un diplôme du supérieur.

## ... et bien informé

92 à 95% des répondants comprennent les principes techniques liés au chauffage, à la ventilation, à l'isolation.

97% sont impliqués dans la gestion technique de leur habitation.

## Un très bon niveau de satisfaction général

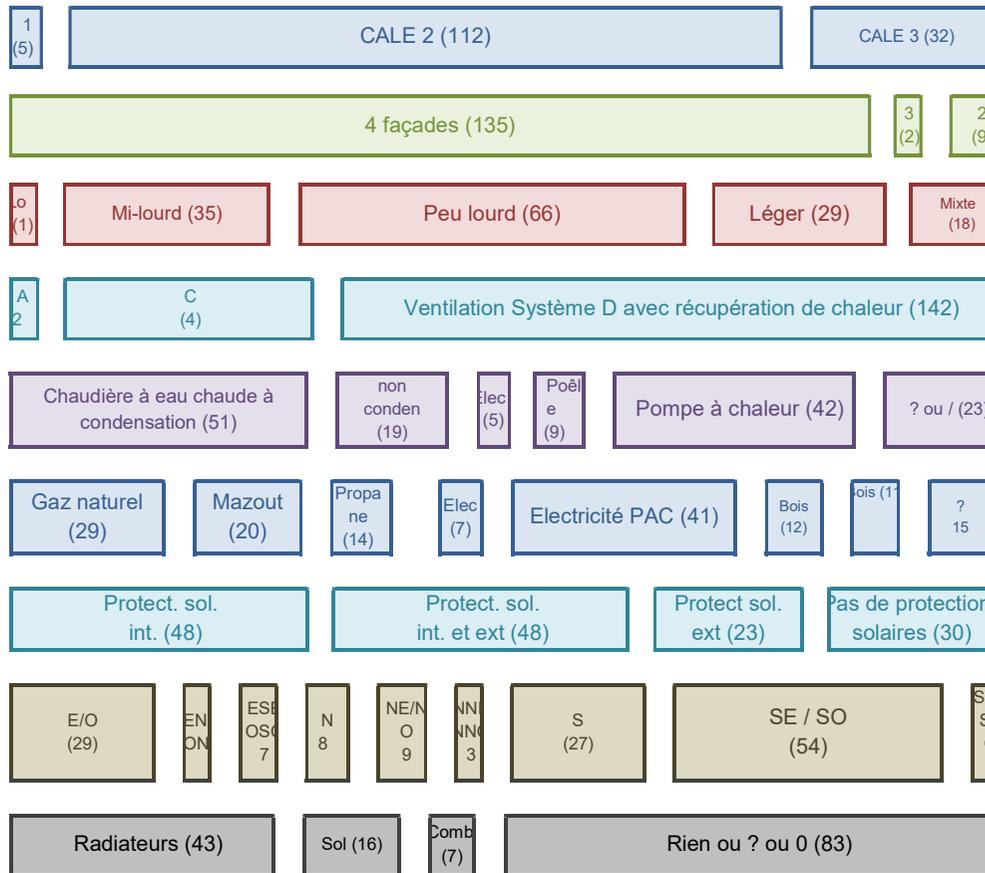
82% pour l'acoustique intérieure et jusqu'à 100% pour l'éclairage naturel.

# Enquête de satisfaction - niveau 1

## Caractéristiques de l'échantillon



### Bonne représentativité « technique » de l'action CALE



Similarités géométriques, constructives, des caractéristiques des systèmes et des performances énergétiques.

92,5 % de 4 façades  
95,3% de système D  
Etc...

Très légèrement plus performants (v50, U moyen, K, BNE, Espec et Ew) que l'échantillon CALE

# Enquête de satisfaction - niveau 1



## Divergences constatées par rapport à la base de données

**Protections solaires non placées** lors de la construction

**Panneaux solaires ajoutés** (surtout P.V.)

**Systèmes de chauffage différents** (10% des cas)

**Equipements supplémentaires** (chauffage d'appoint, humidificateur)

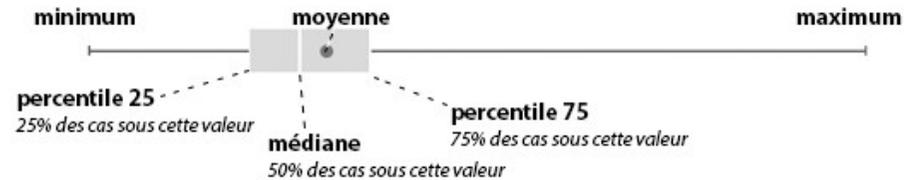
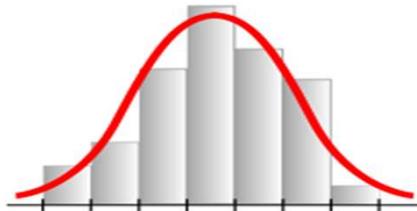


# Enquête de satisfaction - niveau 1

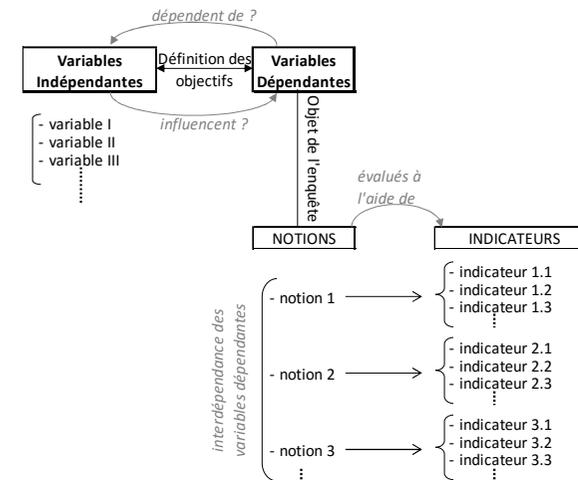
## Méthode d'analyse des données



- Analyse statistique descriptive de la fréquence/distribution des constats.



- Identification de facteurs d'impacts potentiels: Analyse multivariée, Analyse en Composantes Principales (ACP), Analyse des Correspondances Multiples (ACM), Analyses Factorielles Multiples (AFM).

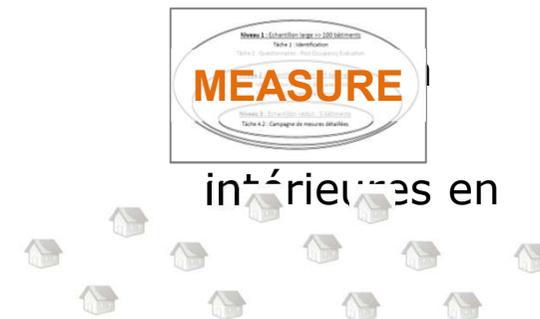


# Mesures et monitoring - niveau 2

## Sélection de l'échantillon



- **Accord des occupants**
- Bonne **représentativité de l'échantillon** CALE (458 maisons)
  - Caractéristiques géométriques
  - Caractéristiques de l'enveloppe
  - Caractéristiques des systèmes
- Bonne **représentativité des résultats d'enquête** (149 maisons)
  - Réponses au questionnaire
  - Présence d'un inconfort lié à de surchauffe
  - Ressenti des températures période estivale



# Mesures et monitoring - niveau 2

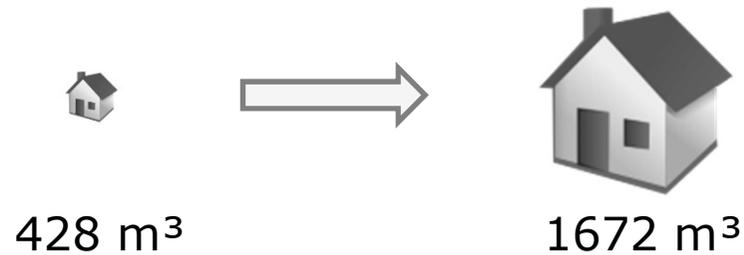


## Caractéristiques de l'échantillon

### Représentation graphique



Volume protégé:



Niveau K:

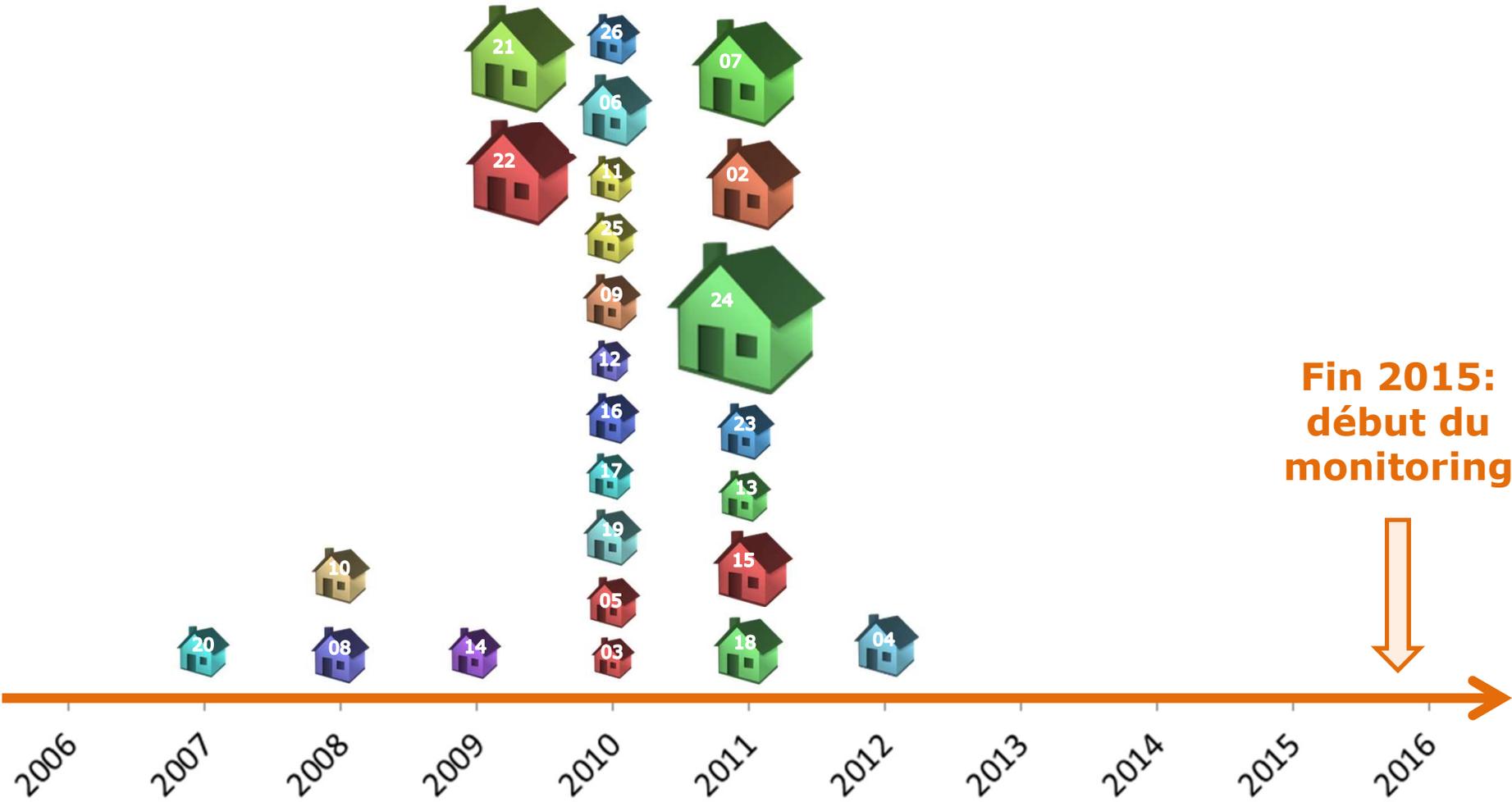


# Mesures et monitoring - niveau 2

## Caractéristiques de l'échantillon



### Date d'emménagement



# Mesures et monitoring - niveau 2

## Caractéristiques de l'échantillon

### Répartition géographique



# Mesures et monitoring - niveau 2

## Caractéristiques de l'échantillon



### Géométriques - Nombre de façades

Echantillon de niveau 2 (25 maisons)

4 façades (22)

3  
(1)

2 (2)



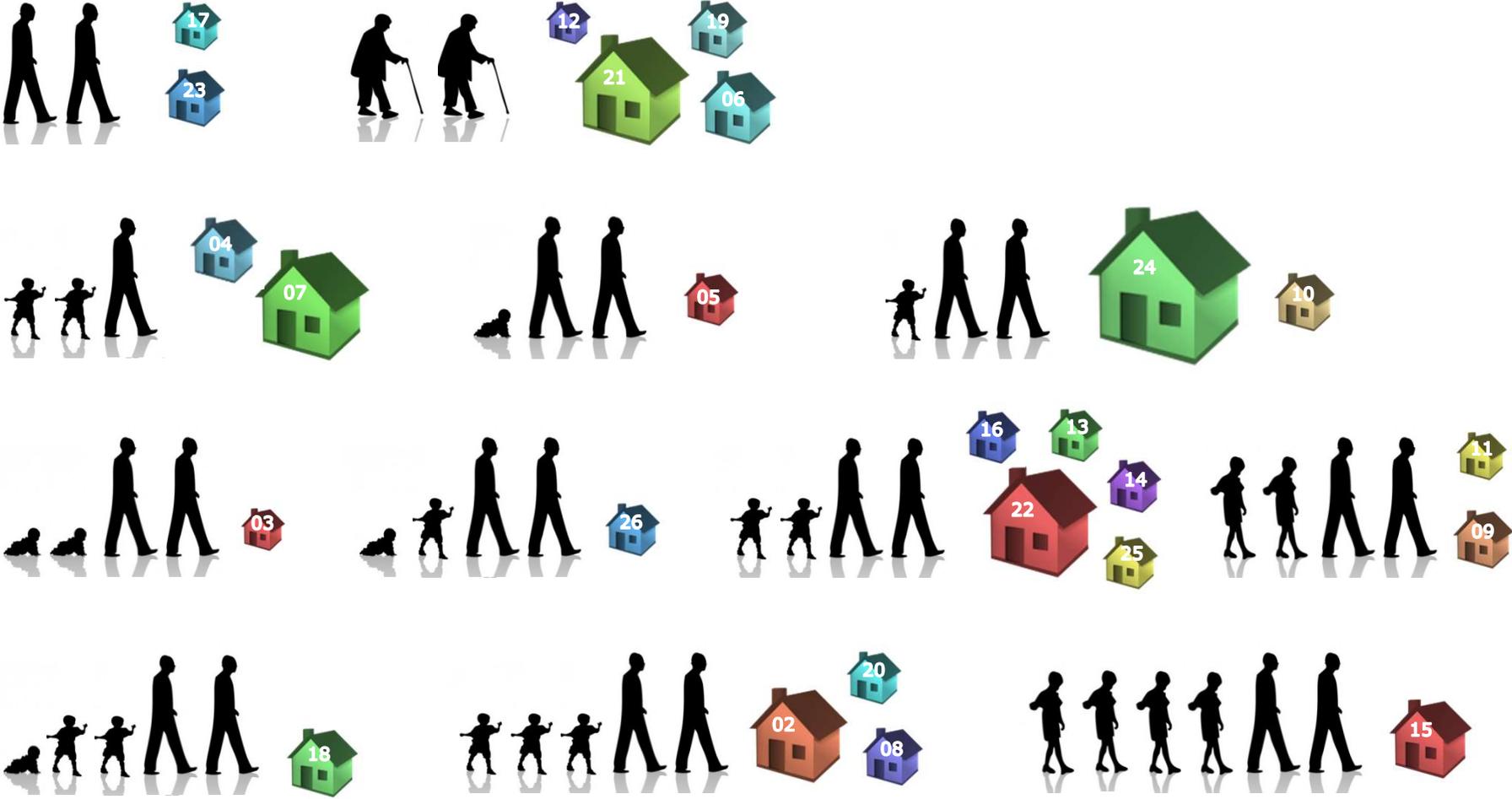
2 maisons jumelées

# Mesures et monitoring - niveau 2

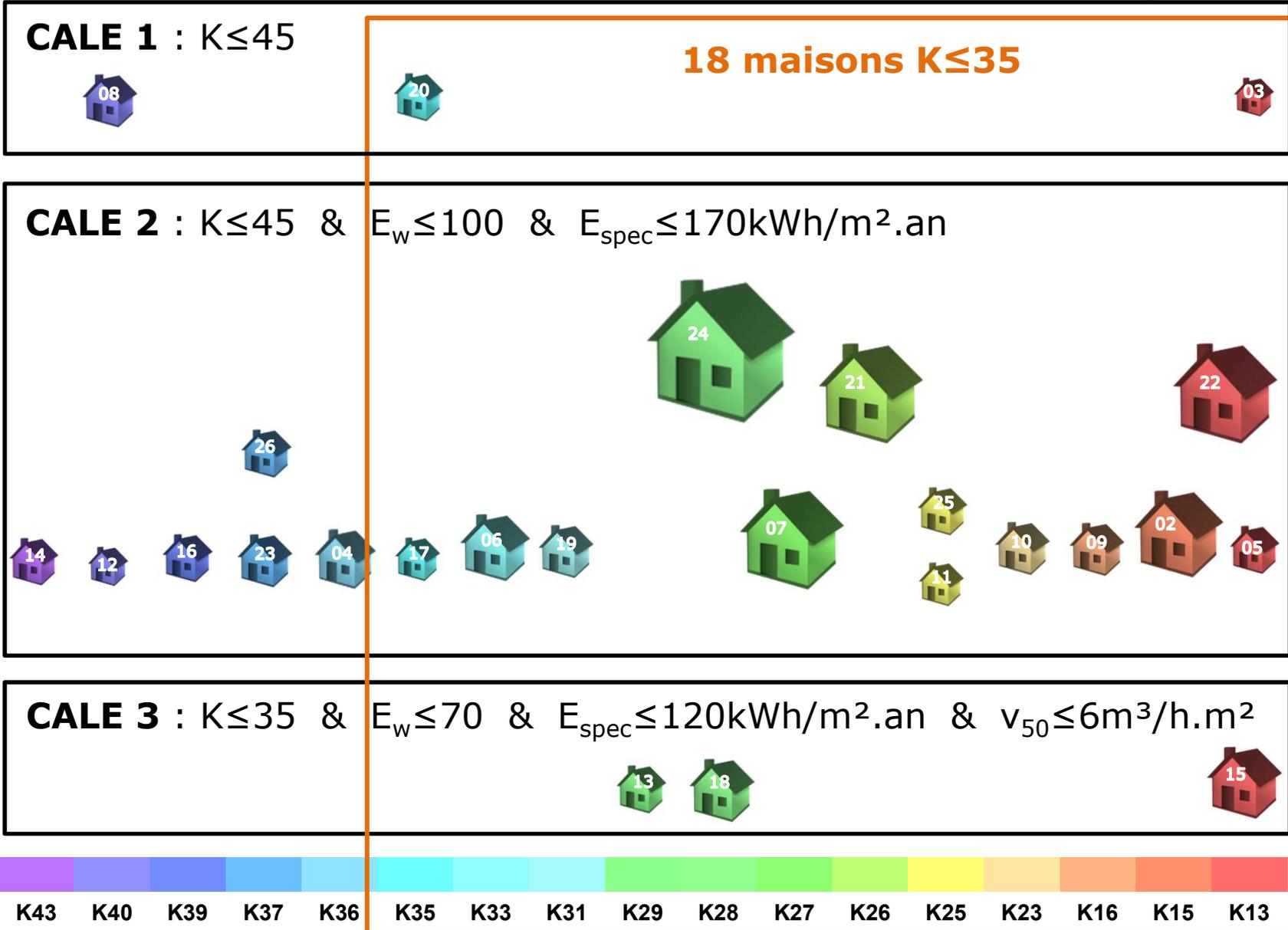
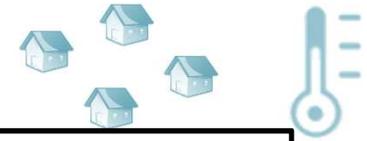
## Caractéristiques de l'échantillon



### Nombre de personnes dans l'habitation



# Mesures et monitoring - niveau 2



# Mesures et monitoring - niveau 2



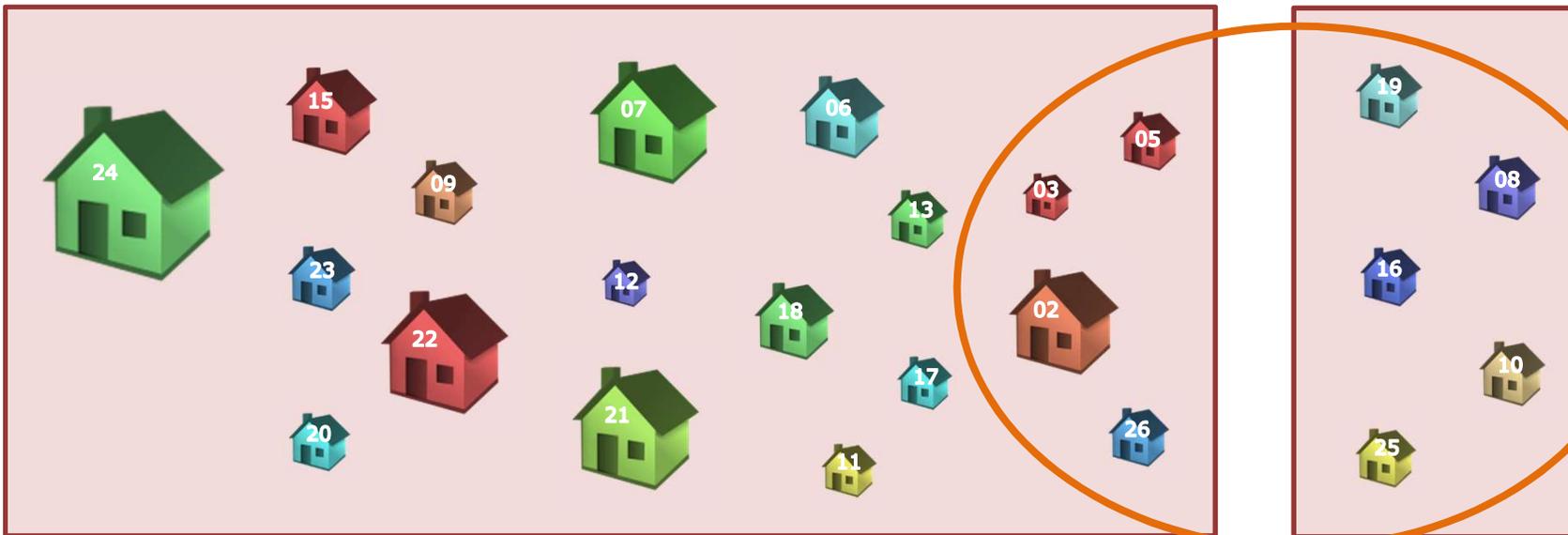
## Caractéristiques de l'échantillon

### Enveloppe - Inertie

Echantillon de niveau 2 (25 maisons)

Lourd / Mi-lourd / Peu lourd (18)

Léger (5)



**9 maisons à structure bois ou mixte**

# Mesures et monitoring - niveau 2



## Caractéristiques de l'échantillon

### Enveloppe - Protections solaires

Echantillon de niveau 2 (25 maisons)

Protections solaires extérieures prévues (13)

Pas de protections solaires extérieures prévues (12)

Protect. sol. Extérieures (6)

Pas de protections Solaires extérieures (19)



# Mesures et monitoring - niveau 2



## Caractéristiques de l'échantillon

### Systemes - Ventilation

Echantillon de niveau 2 (25 maisons)

Systeme A  
(3)

Ventilation Systeme D  
avec recuperation de chaleur (22)



# Mesures et monitoring - niveau 2



## Caractéristiques de l'échantillon

### Systemes - Chauffage

Echantillon de niveau 2 (25 maisons)

Chaudière à condensation (7)

non cond(2)

Pompe à chaleur (7)

air haud(2)

Pas de chauffage central (7)

# Mesures et monitoring - niveau 2



## Caractéristiques de l'échantillon

### Systemes - Chauffage

14 maisons sur 25 soit 56%



Poêle ou cassette

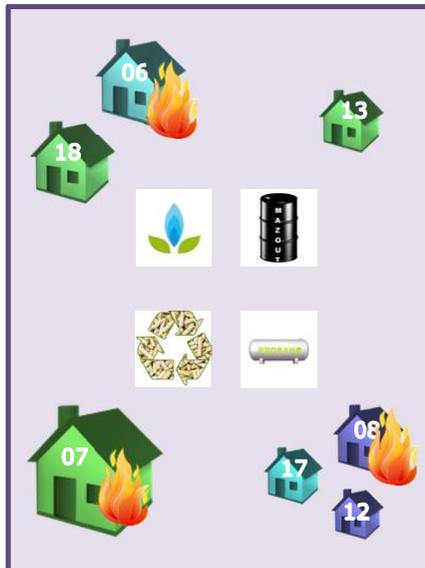
Chaudière à condensation (7)

non cond(2)

Pompe à chaleur (7)

air haud(2)

Pas de chauffage central (7)



# Mesures et monitoring - niveau 2



## Caractéristiques de l'échantillon

**Différences entre données du dossier Construire avec l'énergie et situation réelle du monitoring:**

- Protections solaires
- Modifications dans l'aménagement intérieur
- Système de chauffage différent et/ou supplémentaire



# Mesures et monitoring - niveau 2

## Mesures effectuées



# Mesures et monitoring - niveau 2

## Matériel choisi pour les mesures continues



*Mesure de la température*



*Mesure de pression au niveau*



*moyen de la mer*

*Mesure de l'humidité relative*



*Mesure de la concentration en CO2*



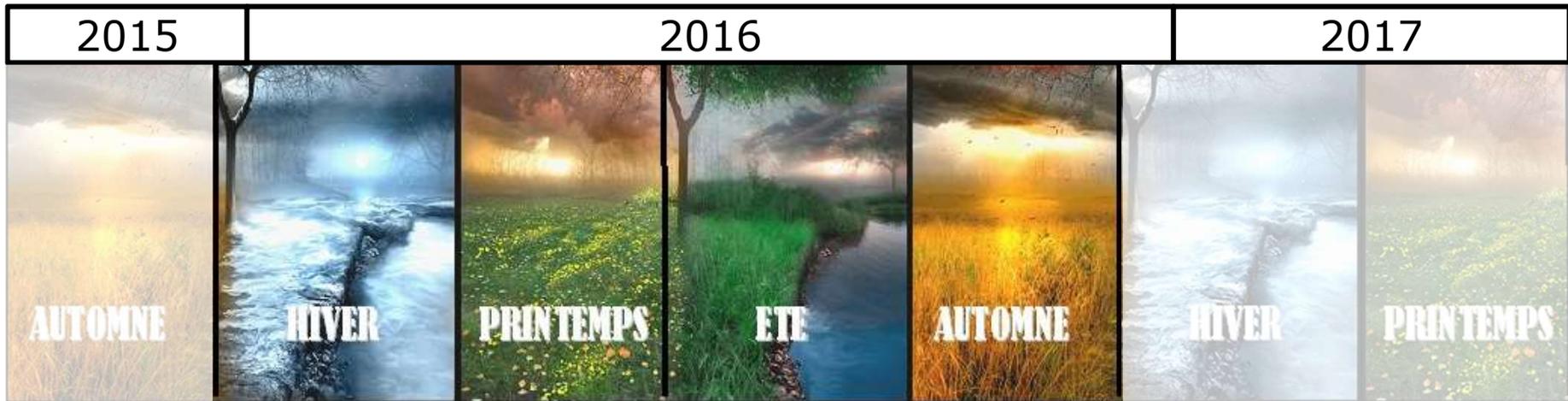
*Mesure du confort acoustique*



# Mesures et monitoring - niveau 2



**Mesures du climat intérieur et extérieur**  
**Durant une année complète**



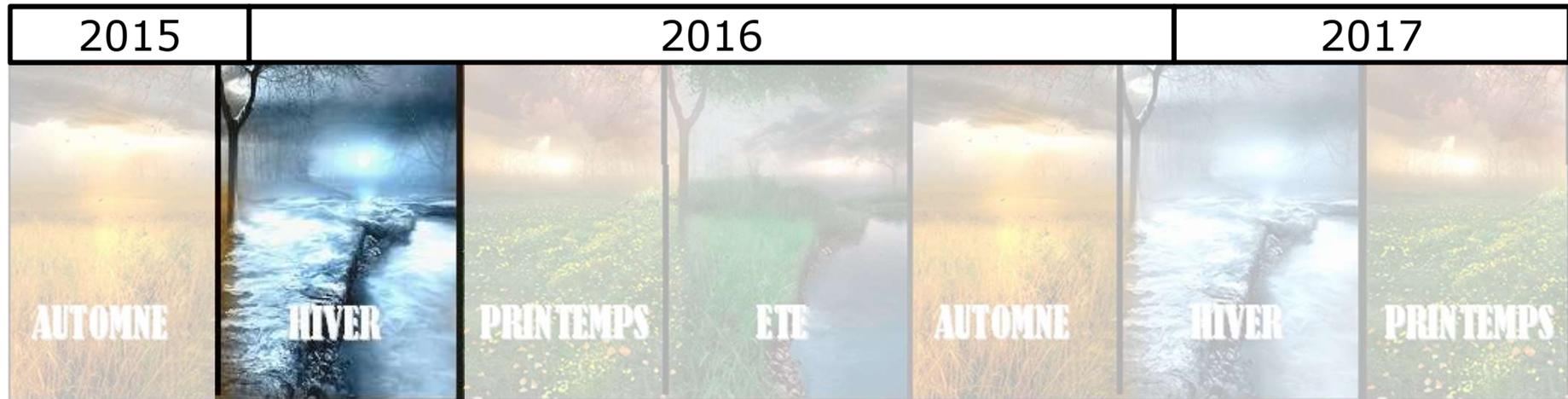
Dernière installation le  
21/01/2016



# Mesures et monitoring - niveau 2



## Mesures du climat intérieur et extérieur Climat sur la période de mesure



- Saison hivernale **exceptionnellement chaude**
- Température moyenne  $+2,7^{\circ}\text{C}$  au-dessus des normales saisonnières
- Insolation + importante que la normale

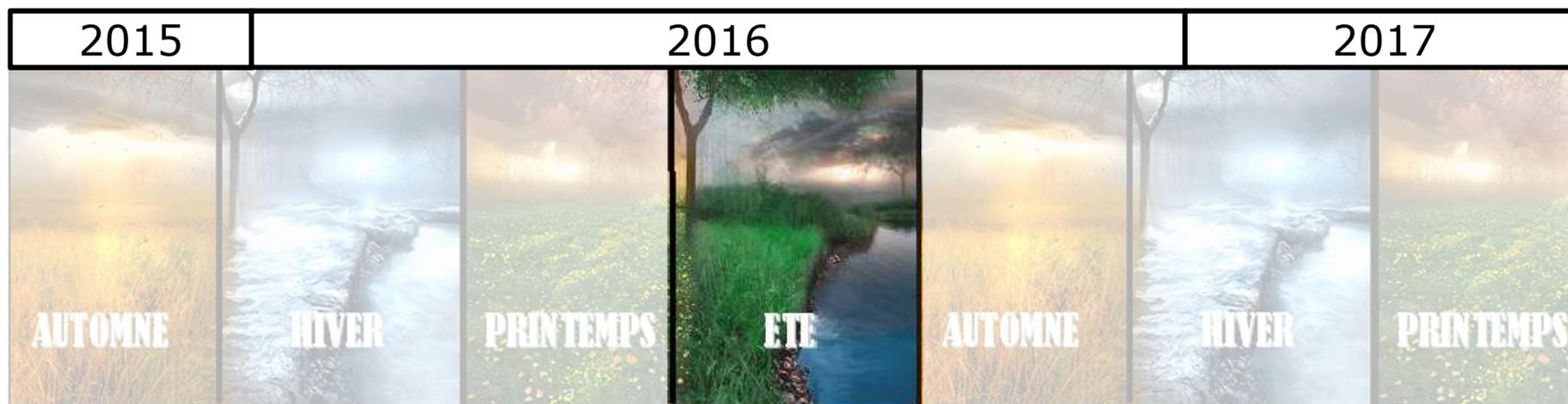
Source : [www.meteobelgique.be](http://www.meteobelgique.be)

# Mesures et monitoring - niveau 2



## Mesures du climat intérieur et extérieur

### Climat sur la période de mesure



- Températures conformes aux **normales saisonnières**

Source : [www.meteobelgique.be](http://www.meteobelgique.be)

- Une **vague de chaleur** du 23 au 27 août 2016:
  - température extérieure de plus de 25°C
  - température extérieure de plus de 30°C durant au moins 3 jours
  - température nocturne sous les 20°C (à quelques exceptions près)

# Mesures et monitoring - niveau 2



## Méthode d'analyse des données

- Classes de confort adaptatif et classes de qualité de l'air définies par la **norme NBN EN 15251**
- Pour le **confort adaptatif** : via des seuils de température opérative (moyenne entre la température de l'air intérieur et celles des parois de l'espace considéré) définis selon la température de référence (moyenne pondérée des températures extérieures des derniers jours)
- Pour la **qualité de l'air** : via des valeurs seuils de taux de renouvellement d'air
- En fonction du pourcentage de **personnes satisfaites** :

### Taux de satisfaction:

Catégorie I :	◆	90 %
Catégorie II :	◆	80 %
Catégorie III :	◆	65 %
Catégorie IV :	◆	< 65 %

# Mesures et monitoring - niveau 3



## Sélection de l'échantillon

- **Accord des occupants**
  
- **Variété de l'échantillon** sur les paramètres influençant les performances hiver:
  - Compacité (mais pas nombre de façade);
  - Inertie;
  - étanchéité à l'air;
  - Niveau d'isolation;
  - Système de chauffage.

# Mesures et monitoring - niveau 3

## Caractéristiques de l'échantillon



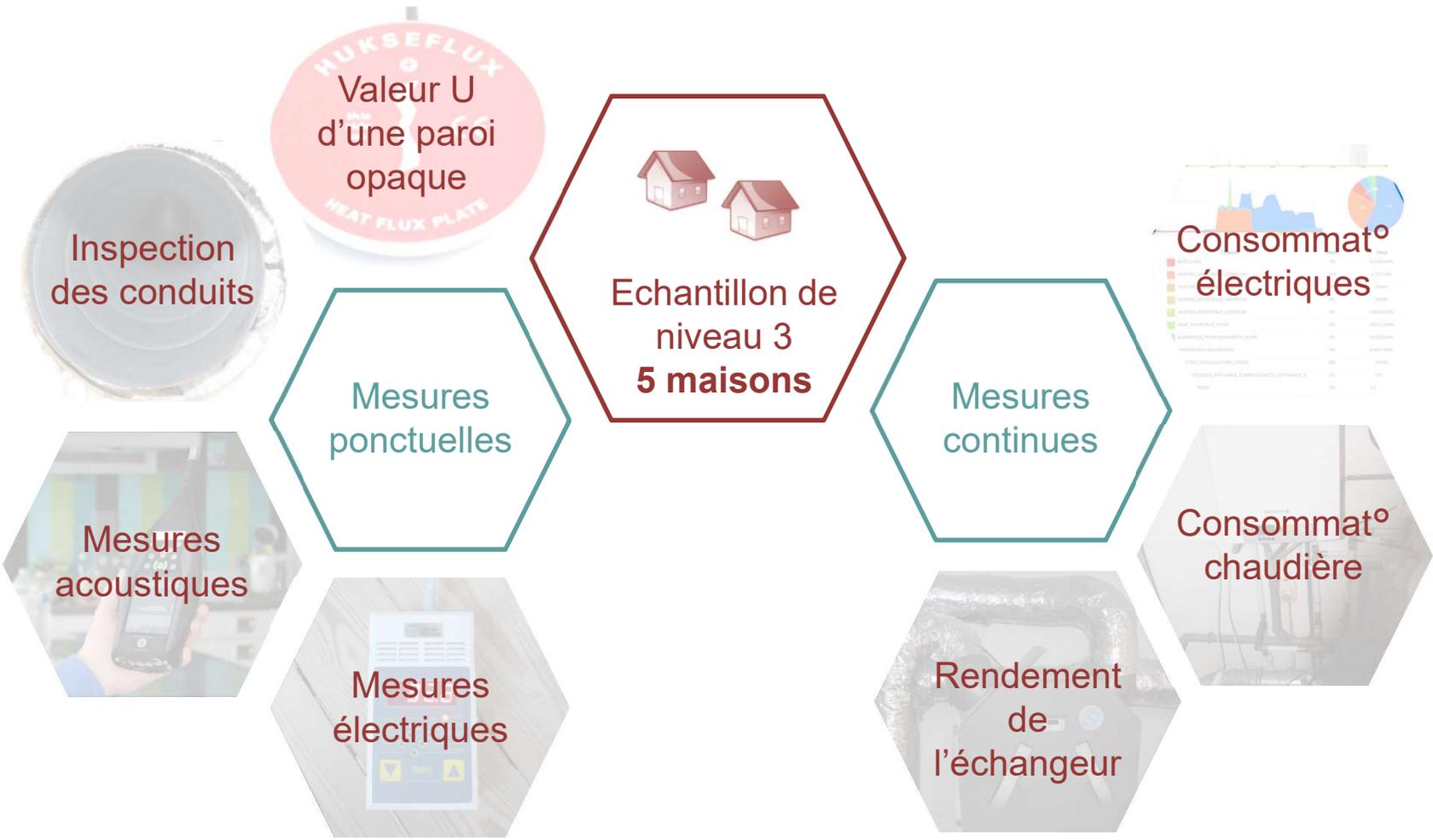
	Emménag.	Vol. pro.	Compac.	Inertie	n <sub>50</sub>	Niveau K	Chauff.	émission	bois/pel	appoint	ECS distinc	PV	solaire	Ménage
	2010	640	1,40	Mi lourd	0,76	16	-				oui			
	2010	521	1,33	Peu lourd	0,683	25	-				oui			
	2010	491	1,24	Peu lourd	2,64	35	condens 							
	2011	700	1,37	Peu lourd	1,14	28	condens 							
	2010	594	1,26	Peu lourd OB	3,62	37	PAC 				oui			



# Mesures et monitoring - niveau 3



## Mesures effectuées



# Mesures et monitoring - niveau 3



## Méthode d'analyse des données

### Mesures acoustiques :

- Prescriptions selon la norme NBN S 01-400-1:2008
- Niveaux de bruit des équipements

	Confort acoustique normal	Confort acoustique supérieur
Salles de bains / WC	35 dB	30 dB
Cuisines	35 dB	30 dB
Séjours, s-à-m, bureau	30 dB	27 dB
Chambres à coucher	27 dB	25 dB

**Objectifs de l'étude**

**Méthodes employées**

**Résultats**

**Conclusion**

Objectifs de l'étude

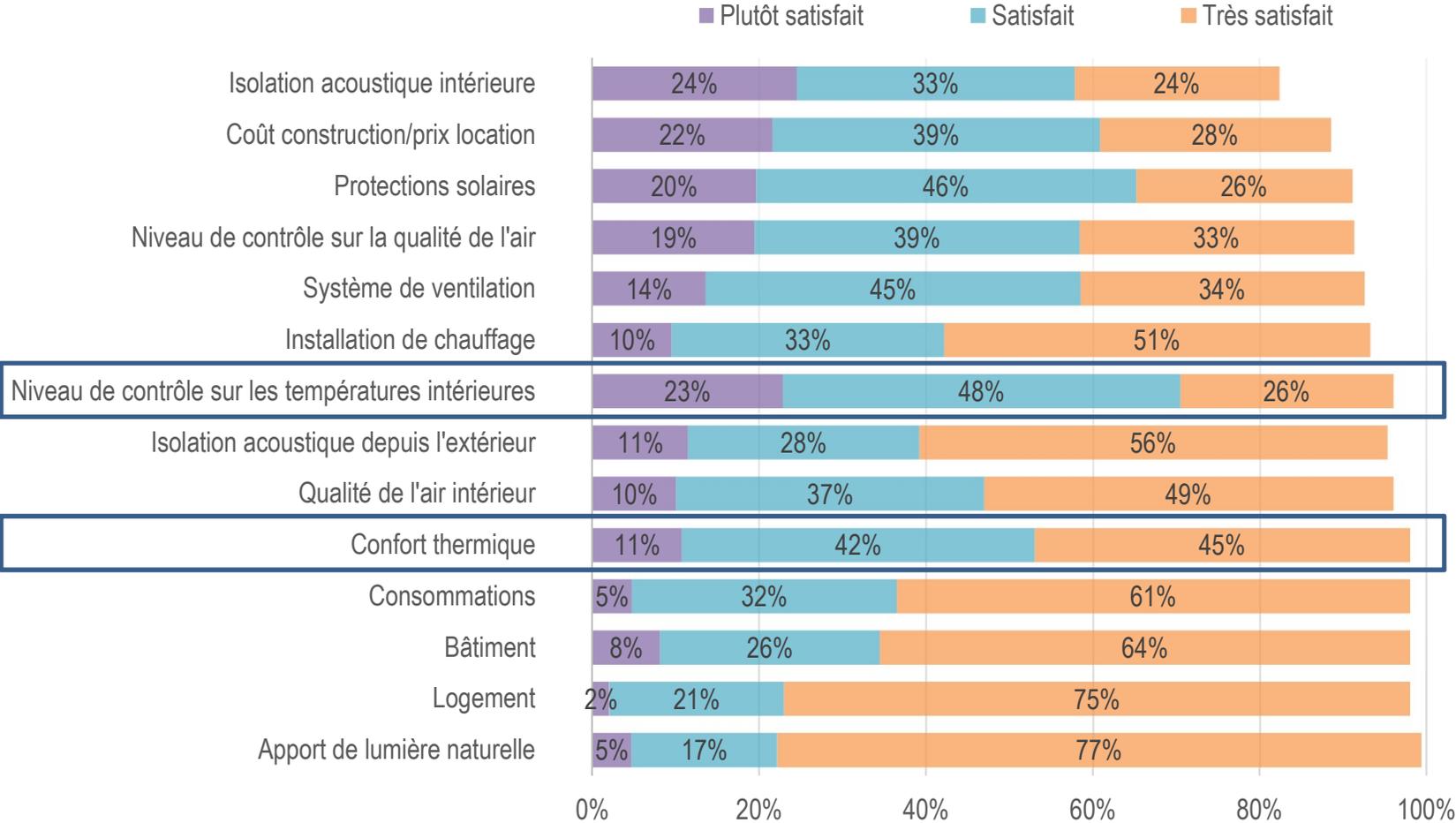
Méthodes employées

**Résultats - CONFORT THERMIQUE**

Conclusion

# Confort thermique

## Une bonne satisfaction générale

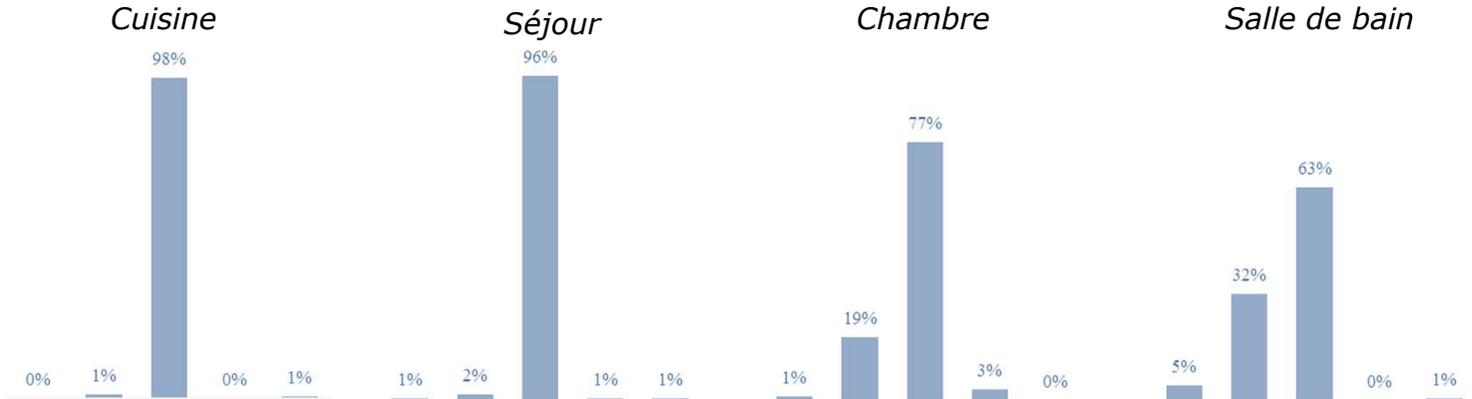


# Confort thermique

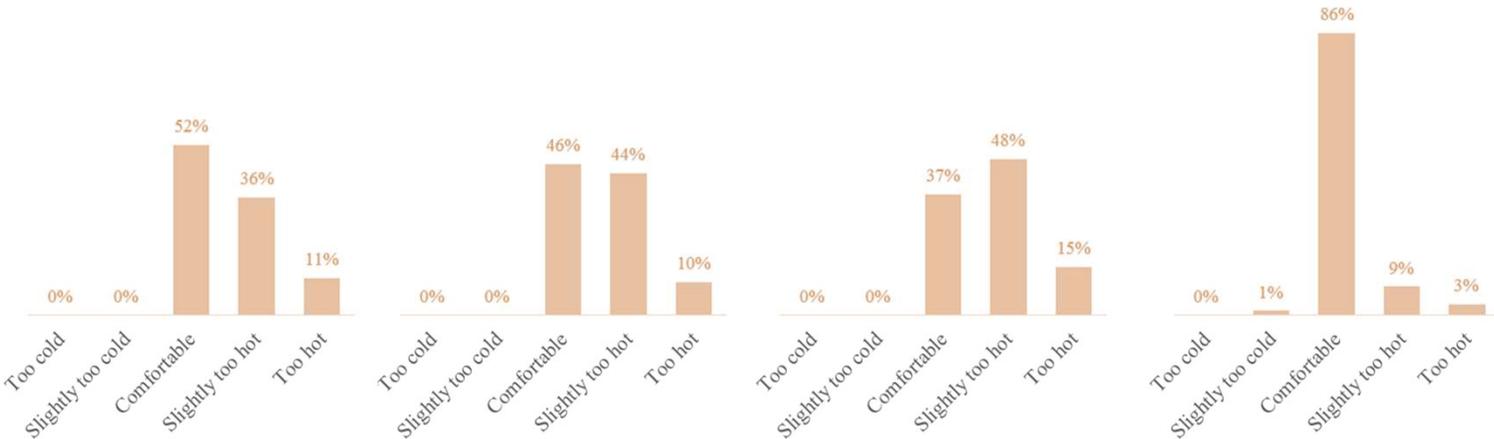
## Des logements plus confortables en hiver qu'en été



**HIVER**



**ETE**



Appréciation de la sensation thermique des pièces suivant les saisons (% de réponses)

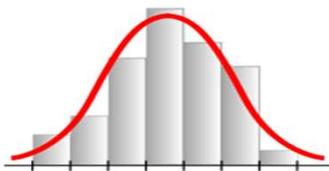
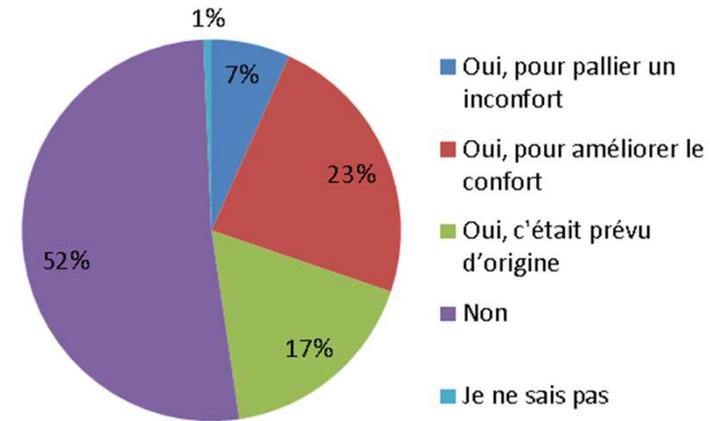
# Confort thermique

Des logements plus confortables en hiver qu'en été



## Un chauffage d'appoint souvent nécessaire

Utilisation d'un chauffage d'appoint complémentaire



Relation statistique avec:  
La performance de l'enveloppe  
Type de système de chauffage installé  
(pas de chauffage central ou pas dans toutes les pièces)

# Confort thermique

Des logements plus confortables en hiver qu'en été



Un chauffage d'appoint souvent nécessaire

18 maisons sur 25 soit 72%



Radiateurs électriques

Chaudière à condensation (7)



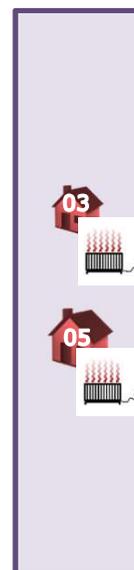
non cond(2)



Pompe à chaleur (7)



air haud(2)



Pas de chauffage central (7)

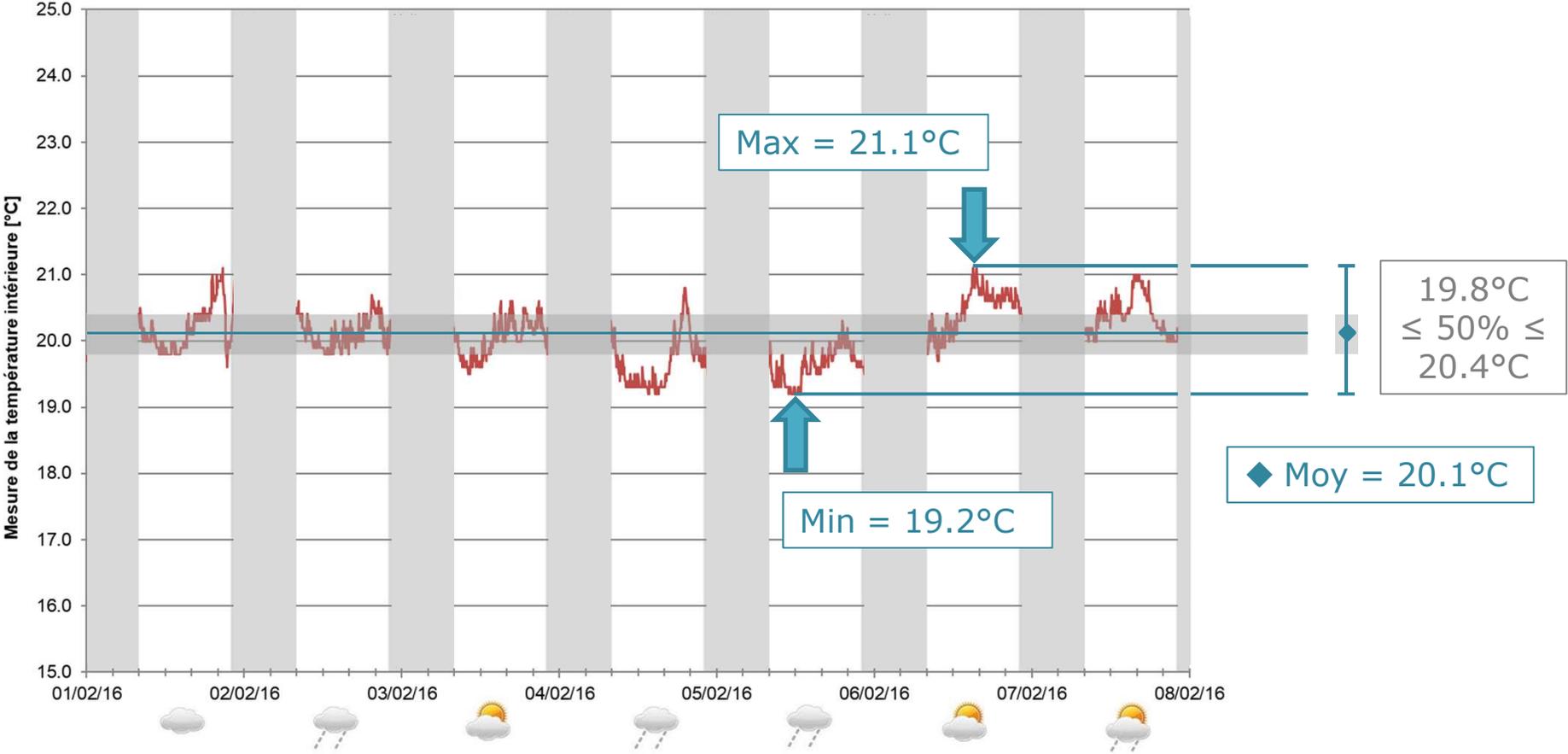


# Confort thermique

## Température intérieure en période hivernale Dans les séjours



Mesures de jour

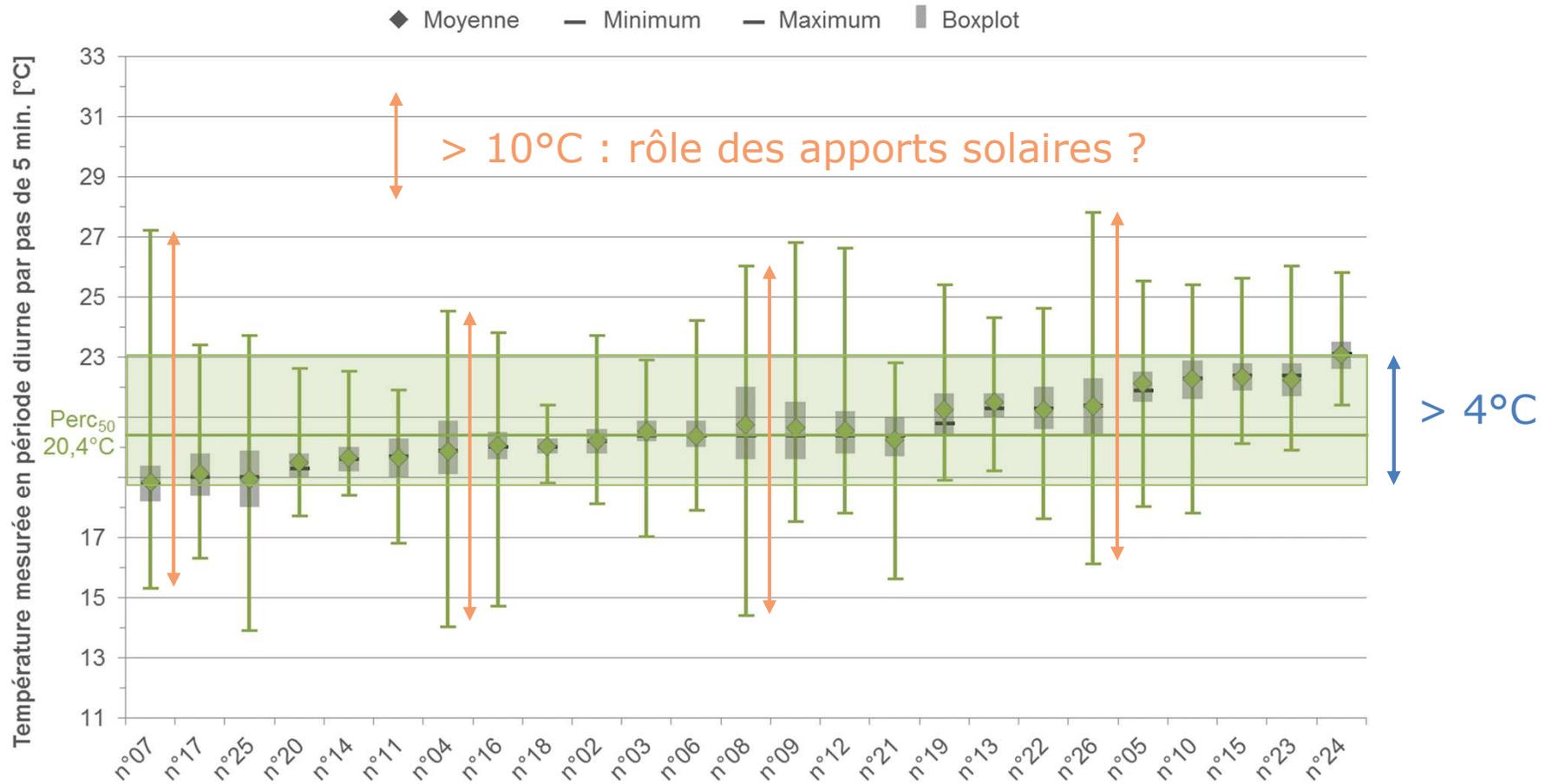


# Confort thermique

## Température intérieure en période hivernale Dans les séjours



Mesures de jour



En hiver, comment ressentez-vous la température intérieure dans le séjour ?

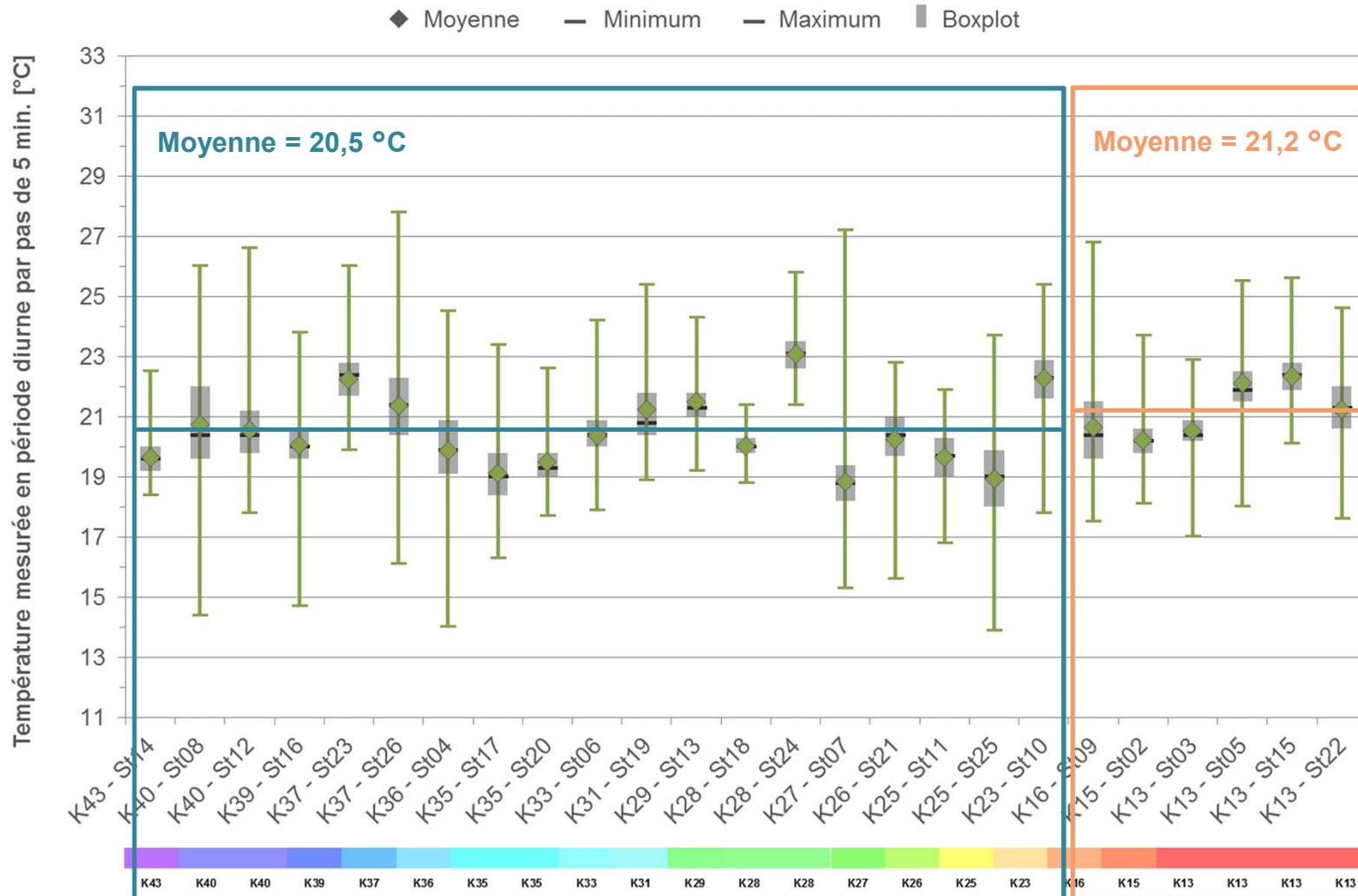
◆ Agréable

# Confort thermique

## Température intérieure en période hivernale Dans les séjours



Mesures de jour

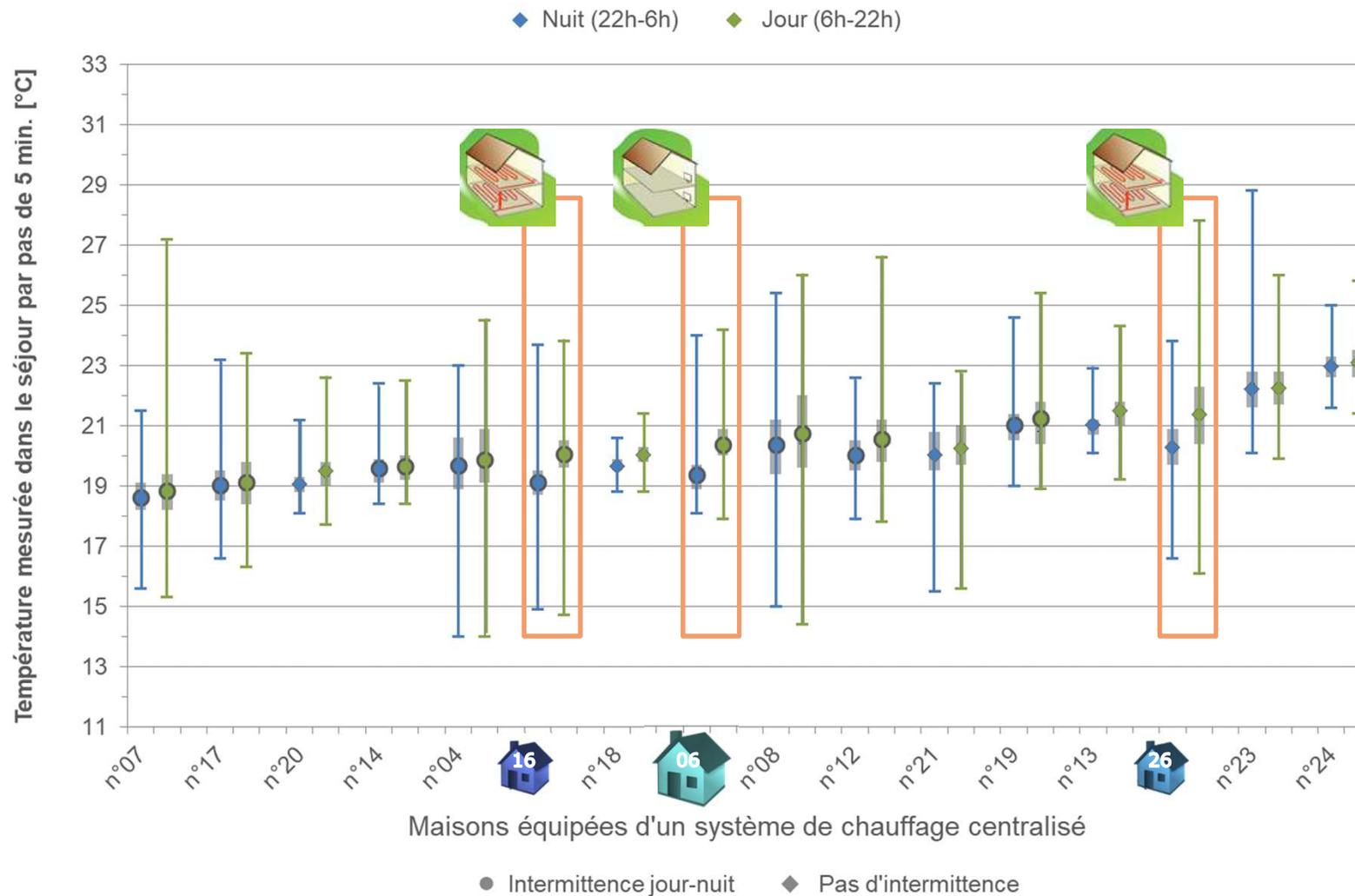


# Confort thermique

## Température intérieure en période hivernale Dans les séjours



Mesures de jour  
et de nuit

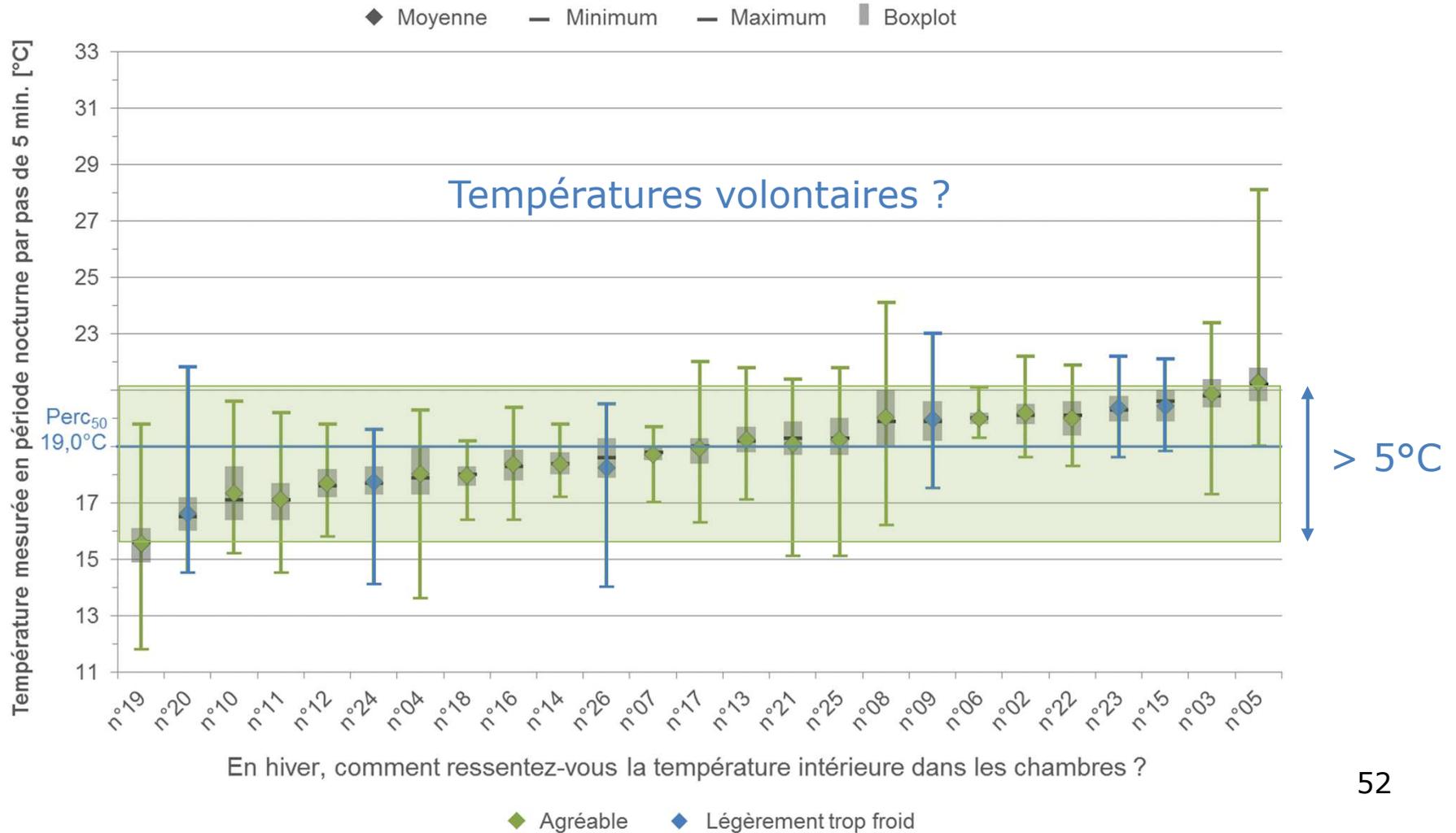


# Confort thermique

## Température intérieure en période hivernale Dans les chambres à coucher parentales



Mesures de nuit

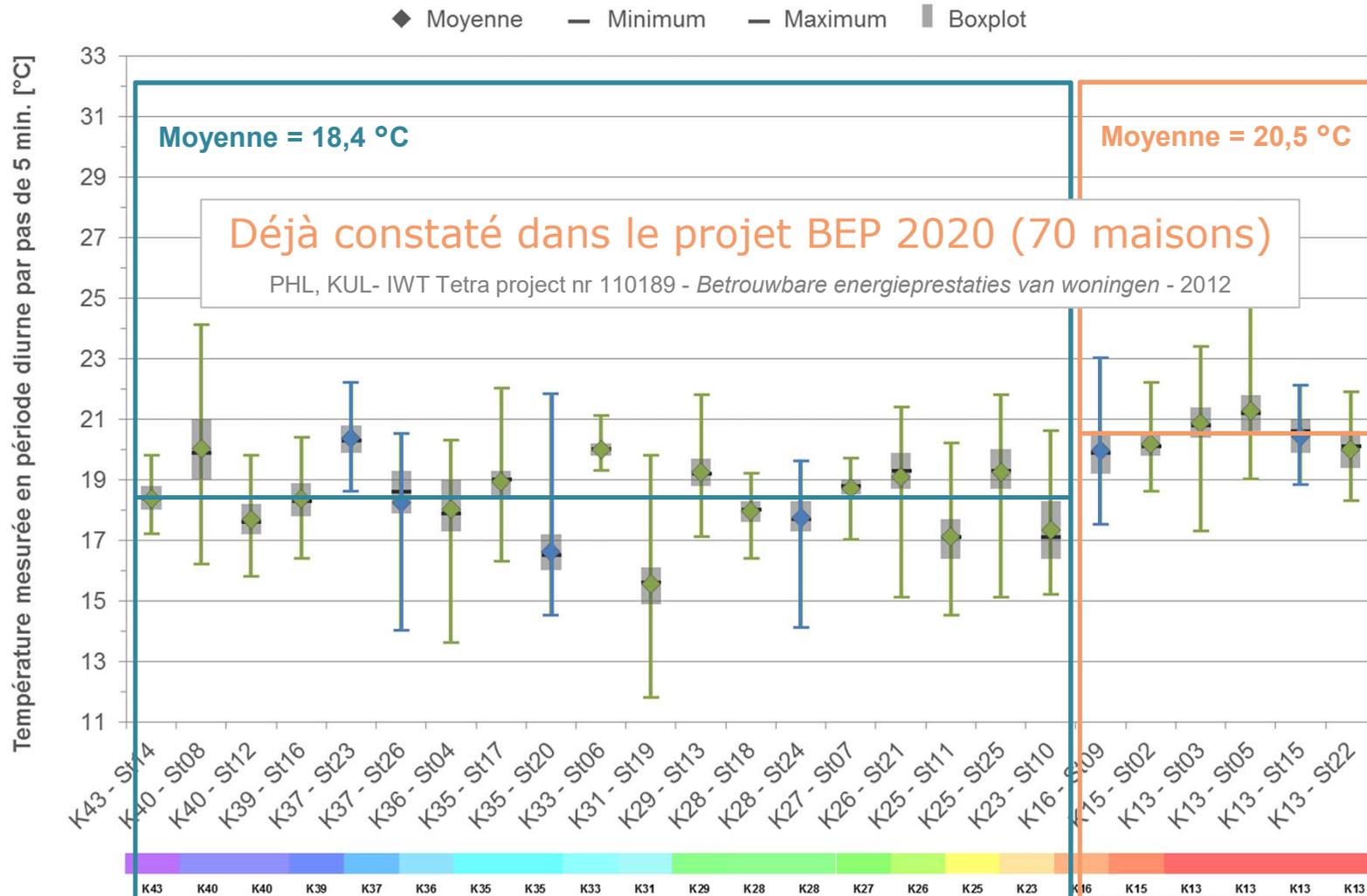


# Confort thermique

## Température intérieure en période hivernale Dans les chambres à coucher parentales

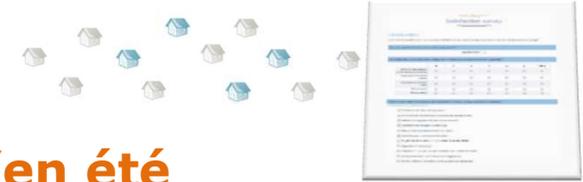


Mesures de nuit



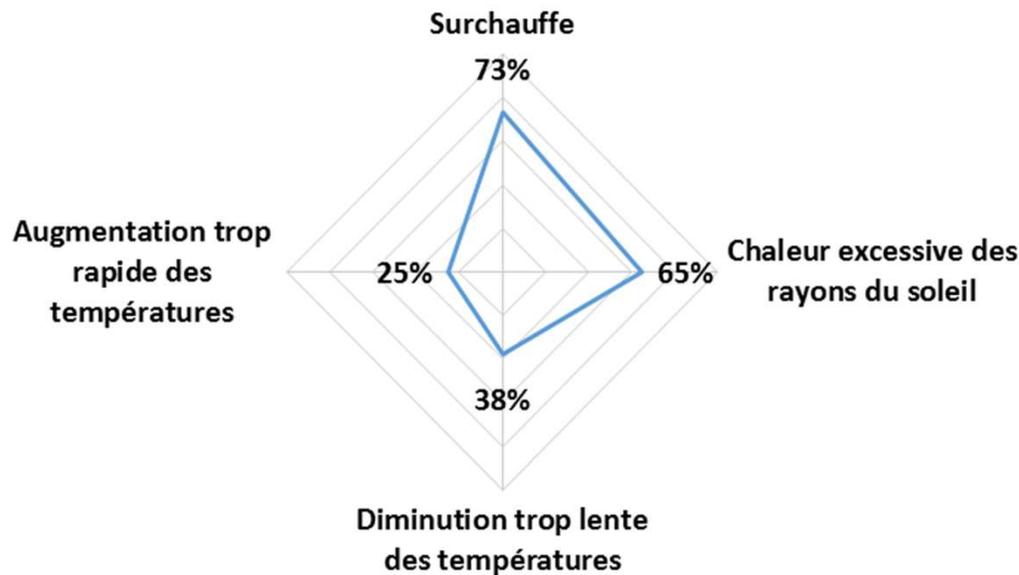
# Confort thermique

Des logements plus confortables en hiver qu'en été

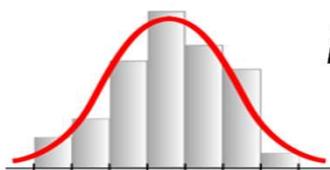
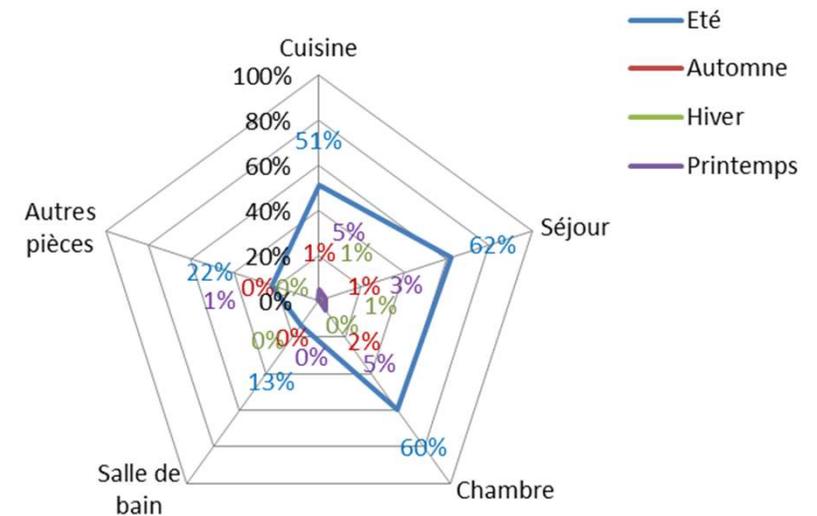


Une gestion de la surchauffe et des gains solaires difficile

*Inconforts rencontrés*



*Moment et localisation des problèmes de surchauffe*



*Relation statistique avec la sensibilité à la chaleur des occupants*

*Gestions des gains solaires et ventilation*

*Modification de l'habillement en été*

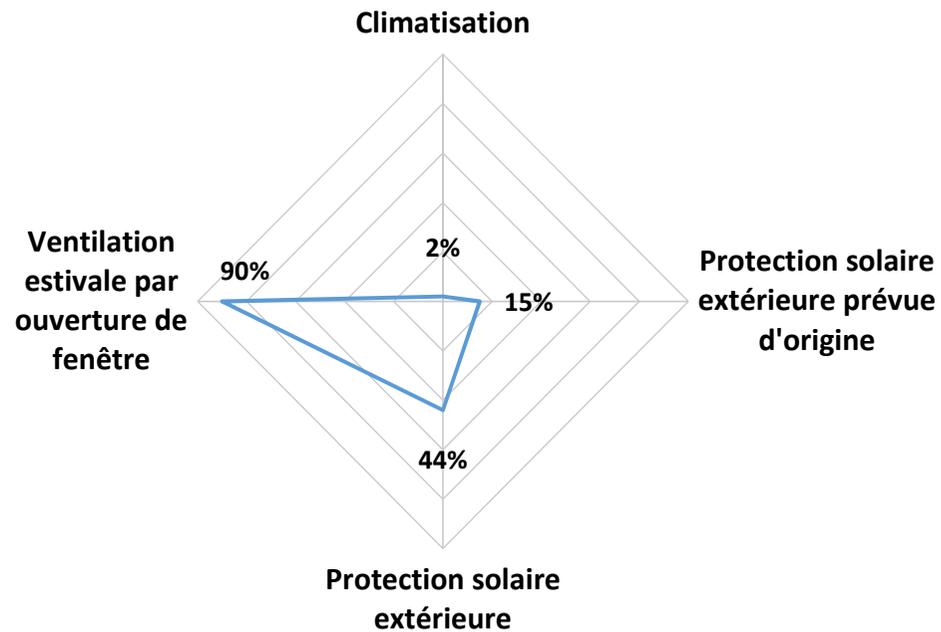
# Confort thermique

Des logements plus confortables en hiver qu'en été



Une gestion de la surchauffe et des gains solaires difficile

*Equipements ajoutés et actions entreprises  
(% de réponses)*



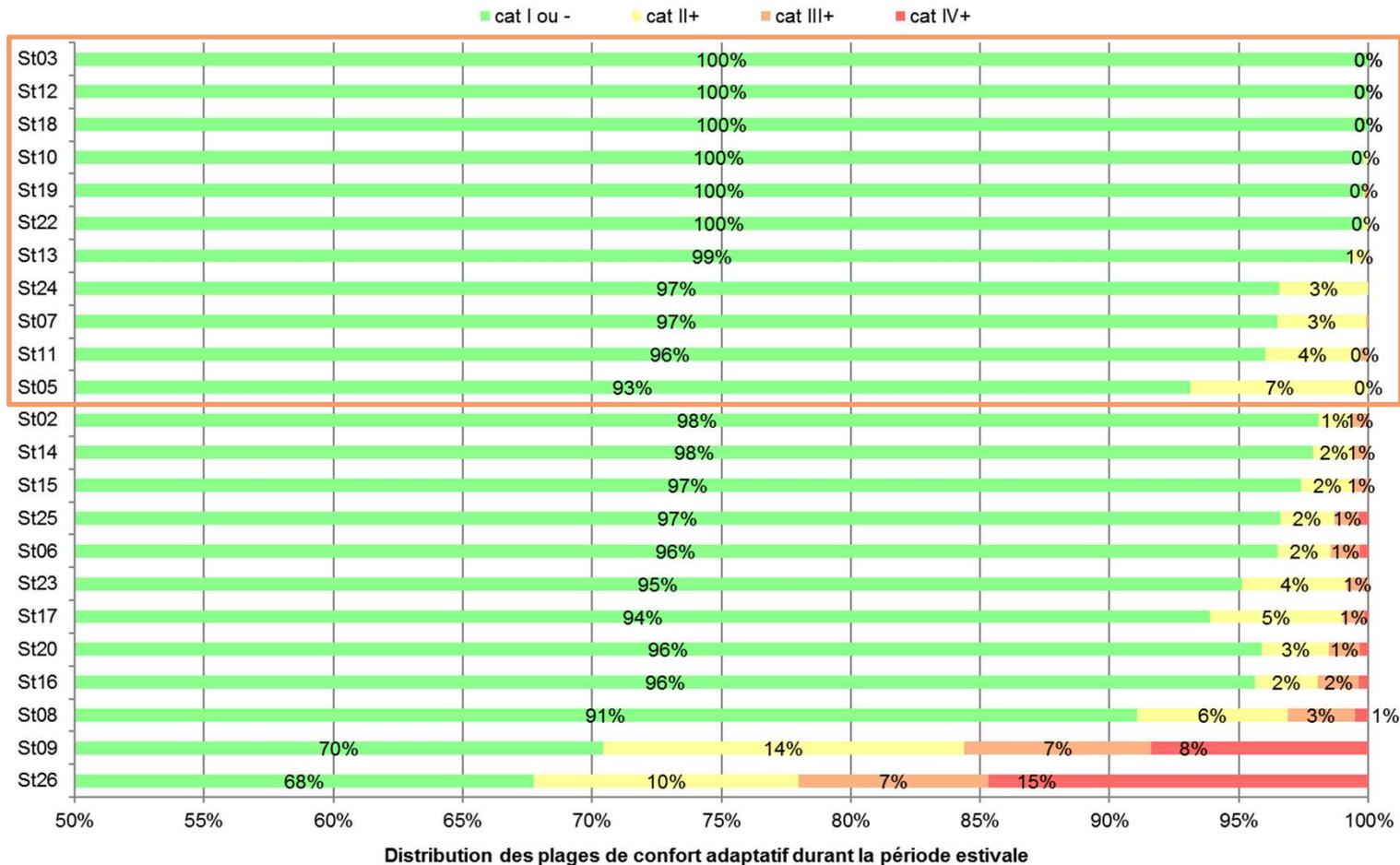
# Confort thermique

## Température intérieure en période estivale Dans les séjours



Mesures de jour

➤ 11 maisons sur 23 toujours en zone de confort cat I ou cat II



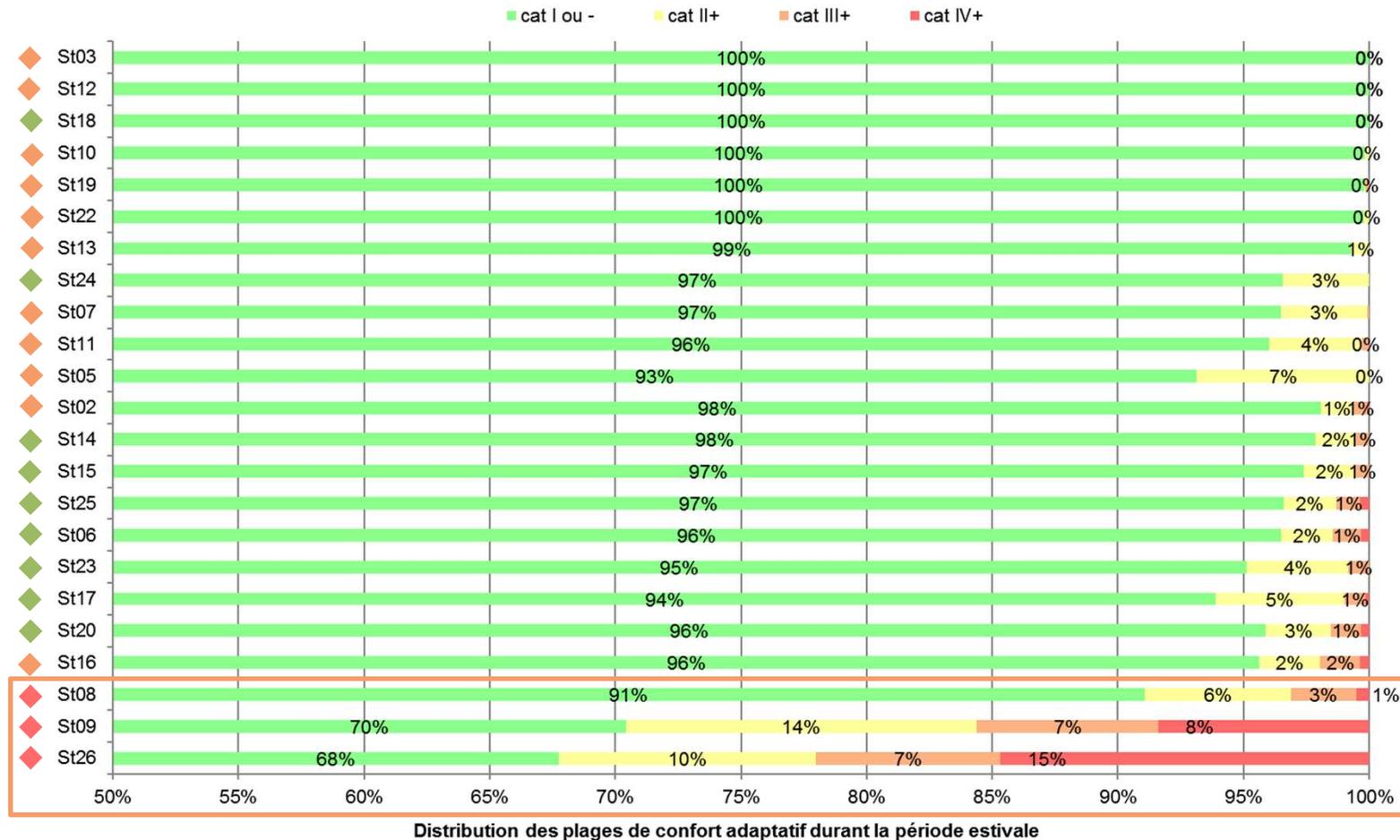
# Confort thermique



## Température intérieure en période estivale Dans les séjours

Mesures de jour

➤ 3 maisons sont – **de 97%** de la période estivale en cat I ou cat II



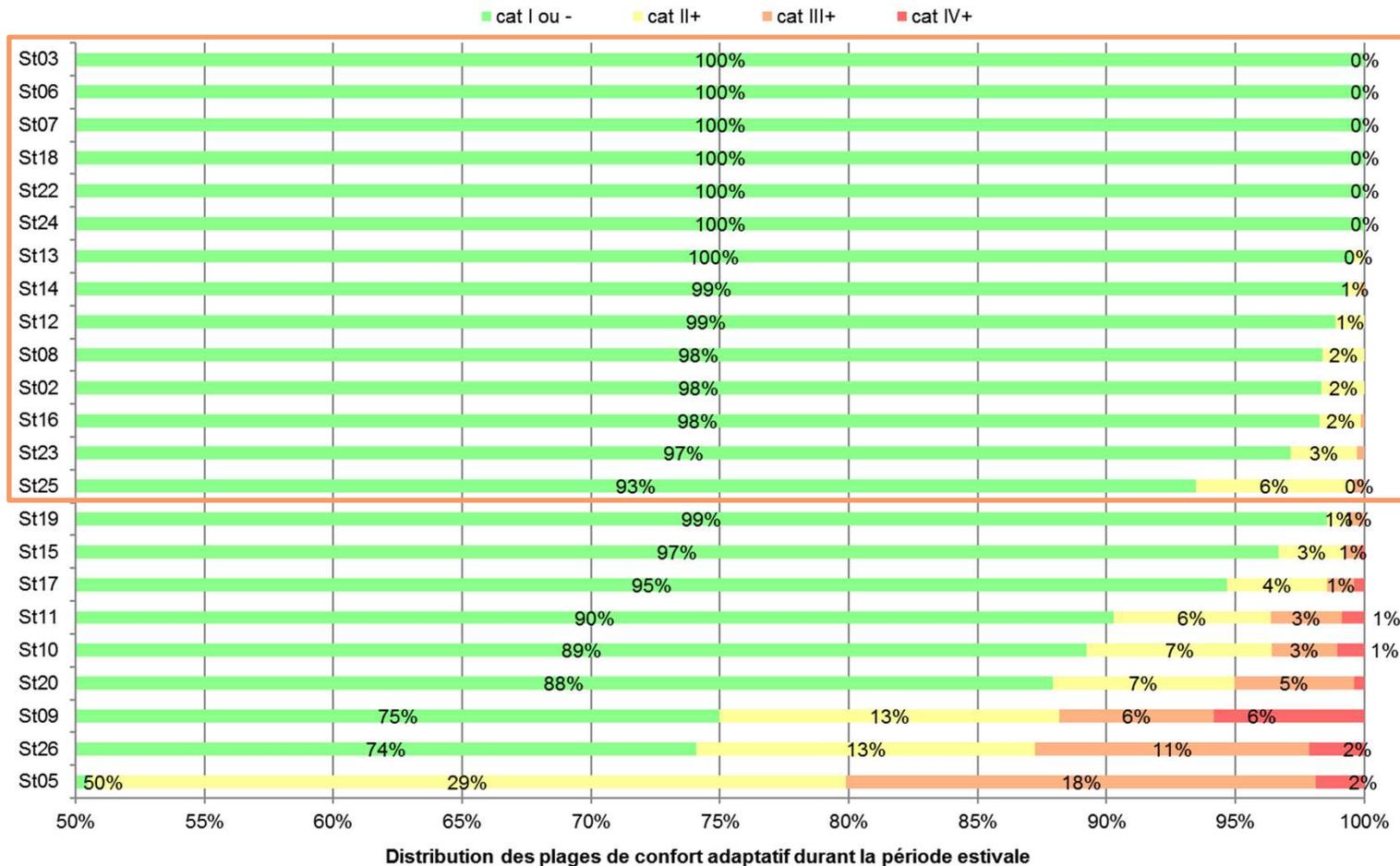
# Confort thermique



## Température intérieure en période estivale Dans les chambres à coucher parentales

Mesures de nuit

➤ 14 maisons sur 23 toujours en zone de confort cat I ou cat II



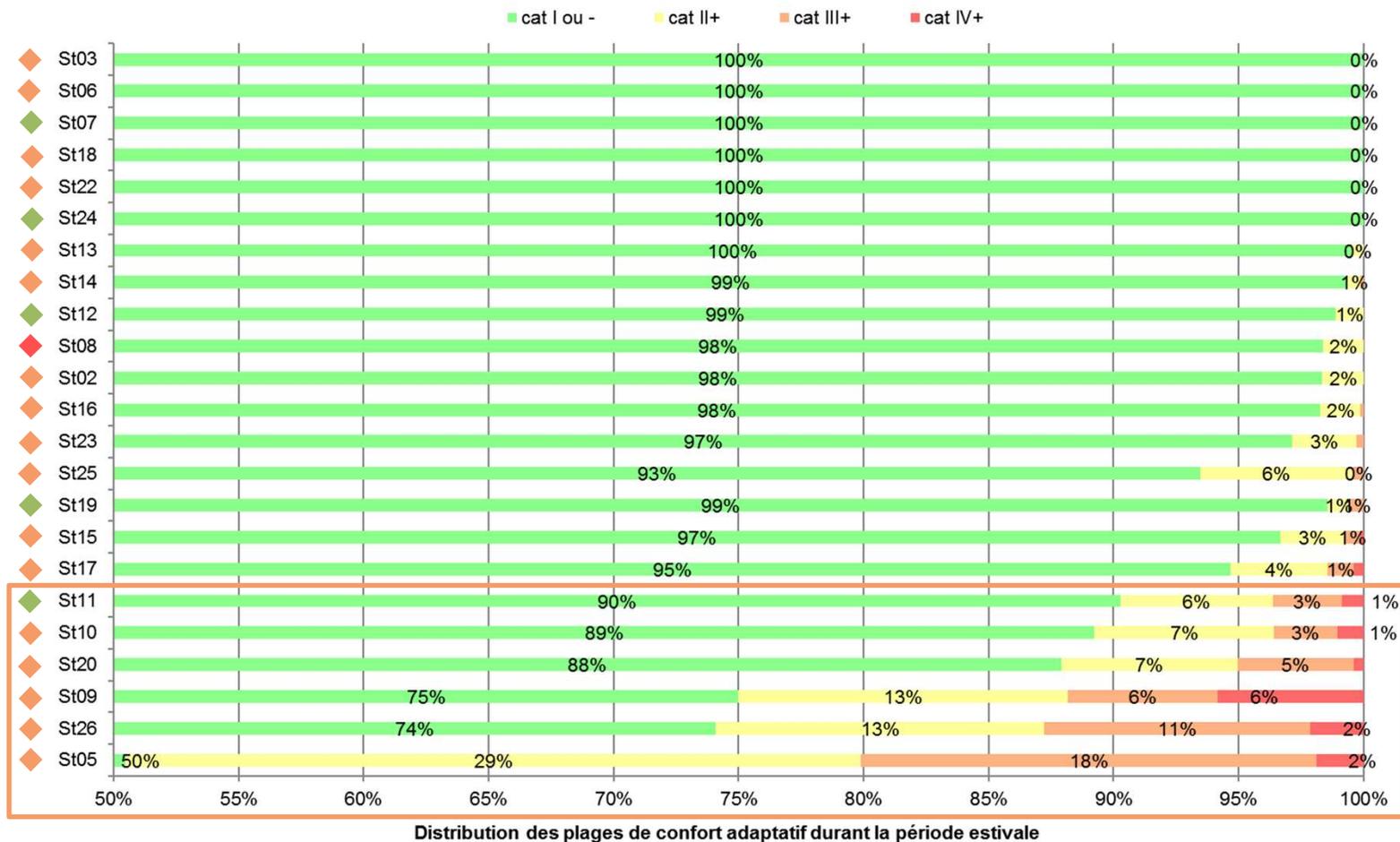
# Confort thermique



## Température intérieure en période estivale Dans les chambres à coucher parentales

Mesures de nuit

➤ 6 maisons sont – **de 97%** de la période estivale en cat I ou cat II



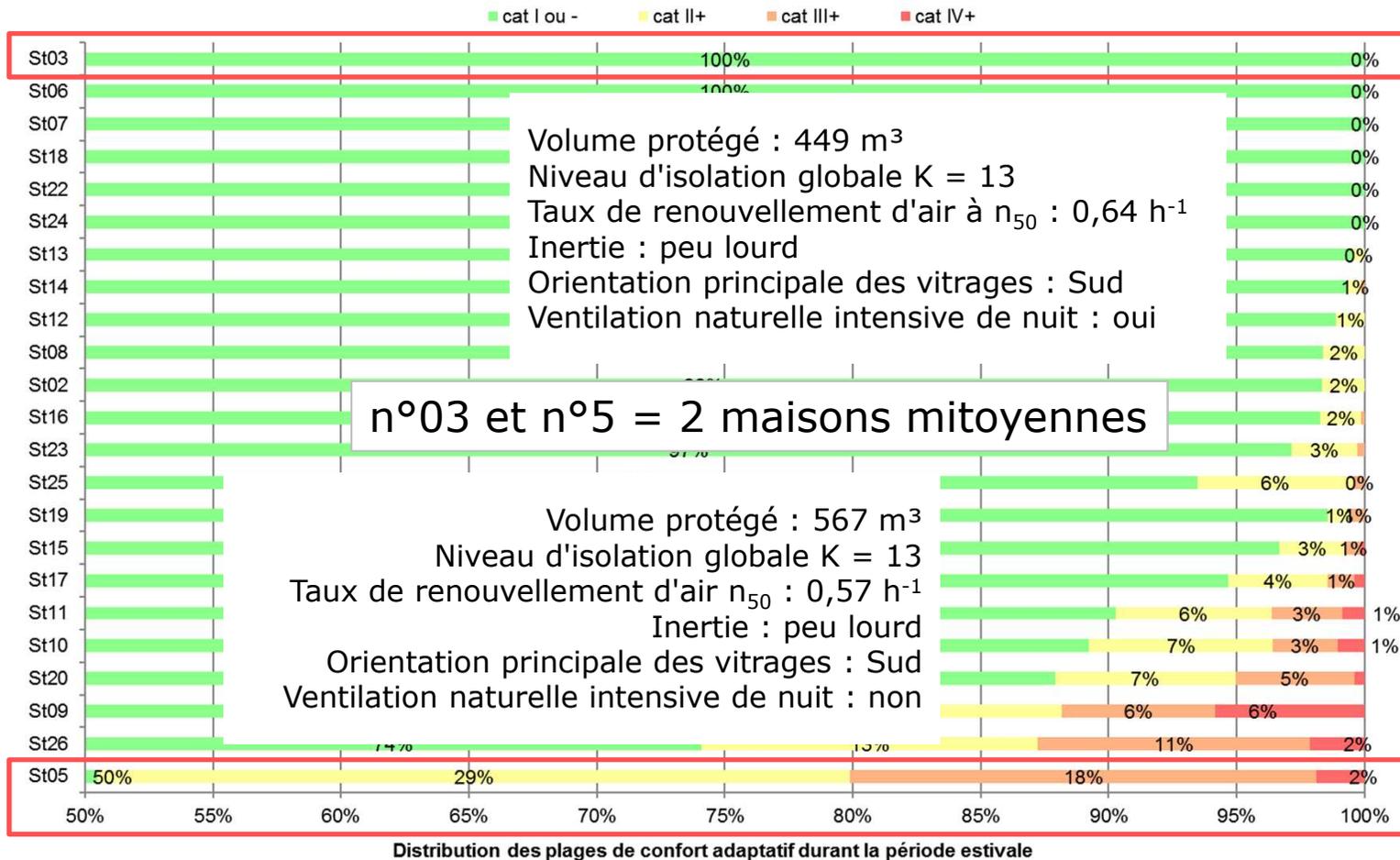
# Confort thermique



## Température intérieure en période hivernale Dans les chambres à coucher parentales

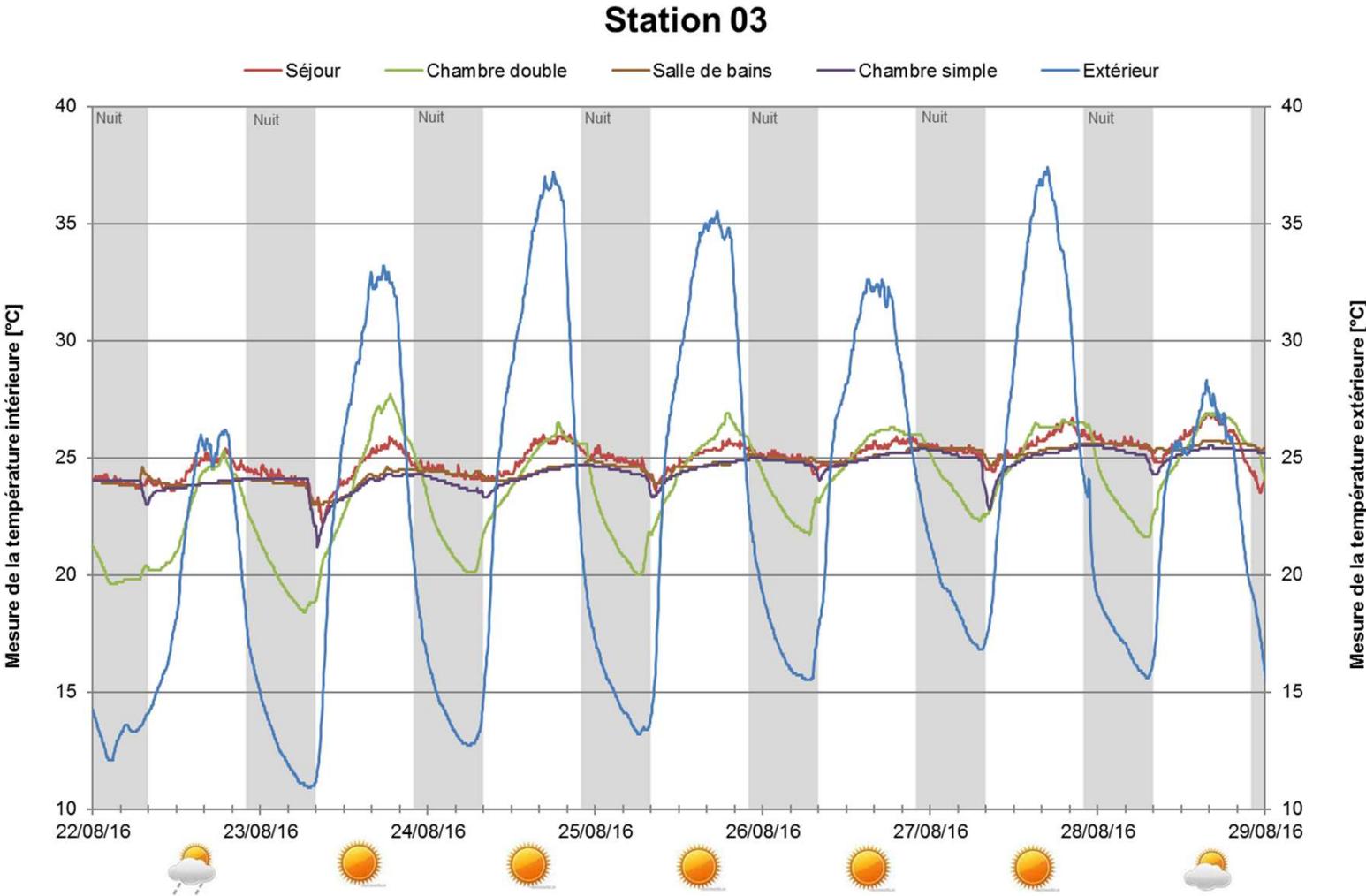
Mesures de nuit

➤ 6 maisons sont – **de 97%** de la période estivale en cat I ou cat II



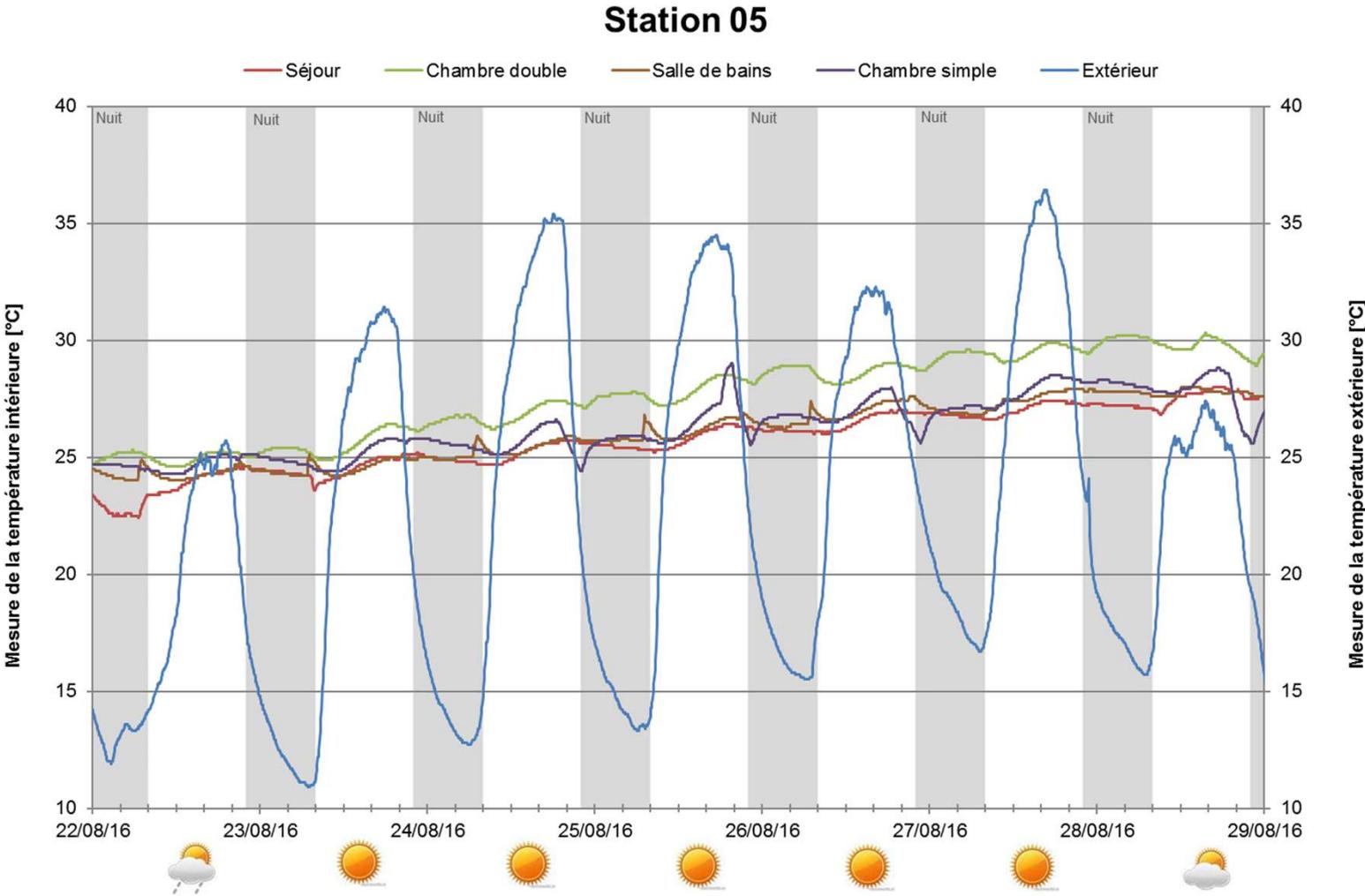
# Confort thermique

## Température intérieure en période estivale



# Confort thermique

## Température intérieure en période estivale



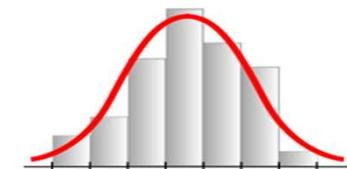
# Confort thermique



## Mesures de la température en période estivale Caractéristiques des bâtiments qui présentent le plus de surchauffe dans le SEJOUR

*(CAT III >3% du tps théorique d'occupation comparés aux bâtiments restants en Cat I et II).*

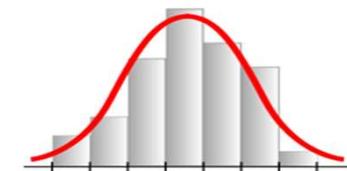
- Bâtiments plus petits (volume) (4 façades)
  - Surface de vitrage plus grande (bâtiment)
  - Grand séjour orienté Sud/Sud-Ouest
  - Pas de protection solaire ou protection intérieure
  - Inertie plus légère
  - Enveloppe moins performante
  - Occupant absent en journée
  - Ouverture des fenêtres et ventilation nocturne plus fréquentes
- 
- Risques de surchauffe calculés CALE + élevés.
  - Plaintes relatives à la surchauffe plus fréquentes



# Confort thermique

**Mesures de la température en période estivale**  
**Caractéristiques des bâtiments qui présentent le plus de surchauffe dans la CHAMBRE principale**  
*(CAT III >3% du tps théorique d'occupation comparés aux bâtiments restants en Cat I et II).*

- Bâtiments plus petits (volume) (4-3 façades)
  - Surface de vitrage plus grande (bâtiment)
  - Orientation Sud/Nord-Ouest
  - Chambre sous toiture
  - Sans protection solaire moitié des cas (Ext: 1 sur 6)
  - Occupant absent en journée
  - Ouverture des fenêtres en journée
  - Pas de ventilation nocturne
- 
- Risques de surchauffe calculés CALE + élevés.
  - Plaintes relatives à la surchauffe et à la chaleur amenée par les rayons du soleil plus fréquentes



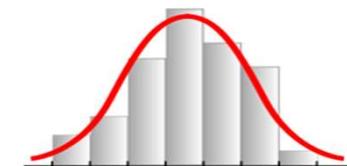
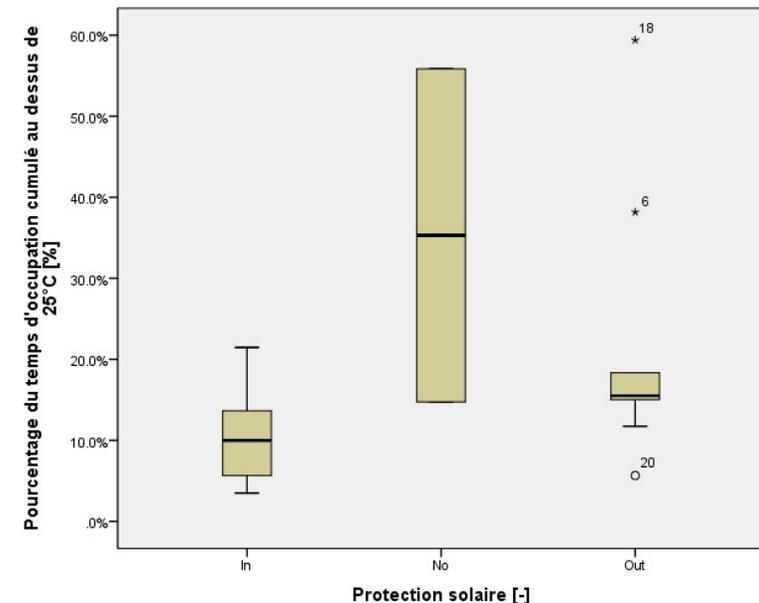
# Confort thermique



## Mesures de la température en période estivale Caractéristiques discriminantes

(qui procure un comportement significativement différent (statistiquement) en rapport avec la surchauffe(EN15251)) sur l'ensemble de l'échantillon, indépendamment des autres caractéristiques)

- Taille du séjour (volume et superficie)  
(lien avec les superficies vitrées (?))
- Présence de protections solaires
- Moment de présence
- Risque de Surchauffe calculé [K.h]
  
- Pour la chambre: sous toiture
- Pour le séjour: ombrage extérieur
  
- ~~Caractéristiques constructives~~  
-> *aspect multifactoriel*
- ~~Plaintes relatives à la surchauffe~~  
-> *sensibilité individuelle*



# Recommandations générales

## Améliorer le confort thermique en hiver

### Prendre en compte les besoins spécifiques de chauffage en fonction de l'usage du local

- Température de confort plus élevée dans les salles de bain
- Chambre (parfois utilisée comme bureau)
- Peu importe le niveau de performance de l'enveloppe

### Changer l'affectation d'un local

- Combles aménageables



# Recommandations générales

## Se prémunir contre la surchauffe estivale

### Limiter les gains solaires

- Prévoir des protections solaires extérieures  
/Installer celles prévues
- A défaut utiliser des protections solaires intérieures de teinte claire

### Réaliser une ventilation estivale efficace

- Via l'ouverture des fenêtres et non via l'installation de ventilation hygiénique (débits insuffisants).
- Prévoir moustiquaires et protections en cas de risque de pluie
- Prévoir un dispositif anti-intrusion

### Gérer correctement les moments d'ouverture des fenêtres et de déploiement des protections solaires.

- Gestion palliative VS préventive (automatisation?)



Objectifs de l'étude

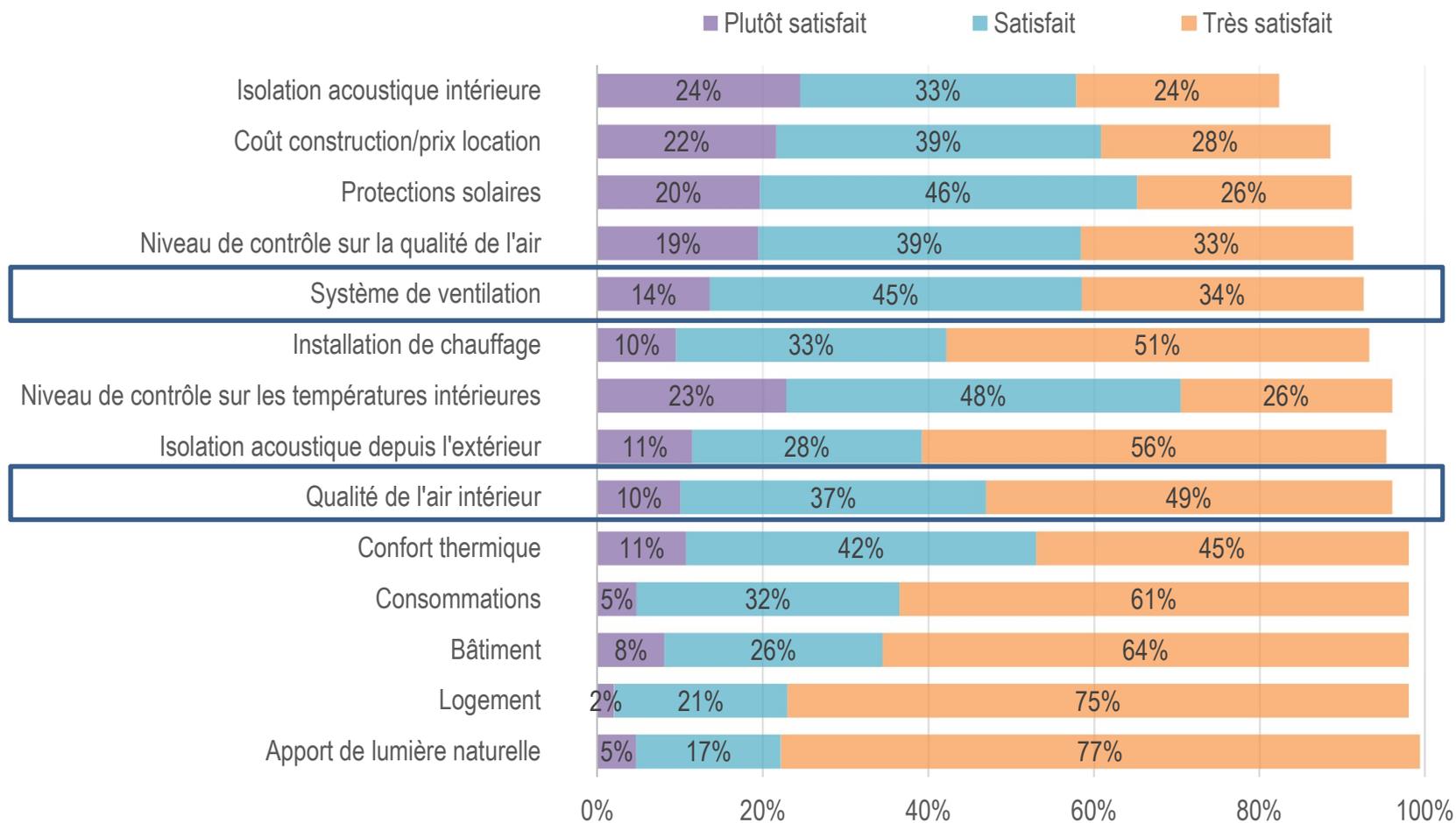
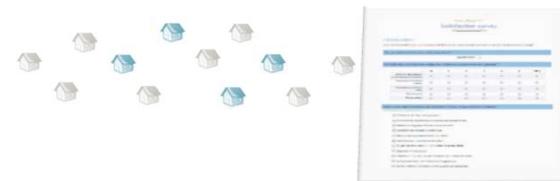
Méthodes employées

**Résultats - CONFORT RESPIRATOIRE**

Conclusion

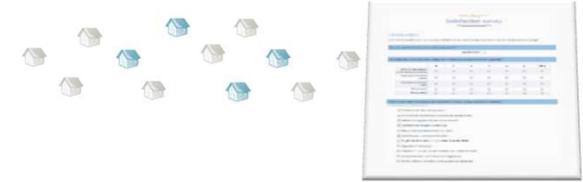
# Confort respiratoire

## Une qualité d'air bien perçue...

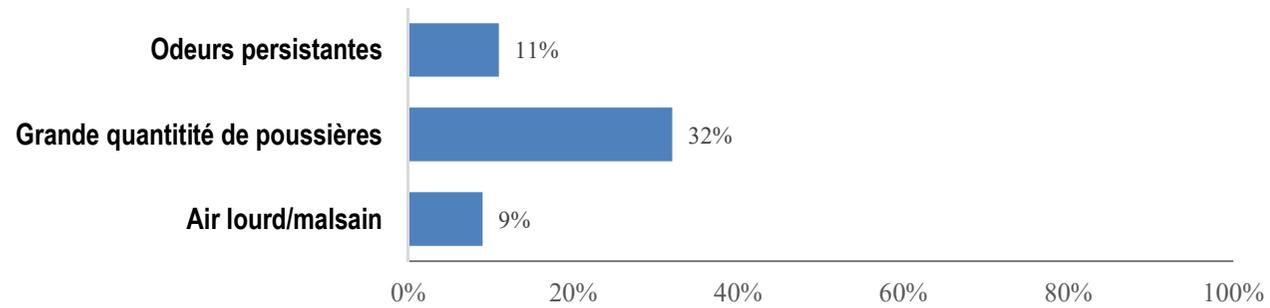


# Confort respiratoire

Une qualité d'air bien perçue...



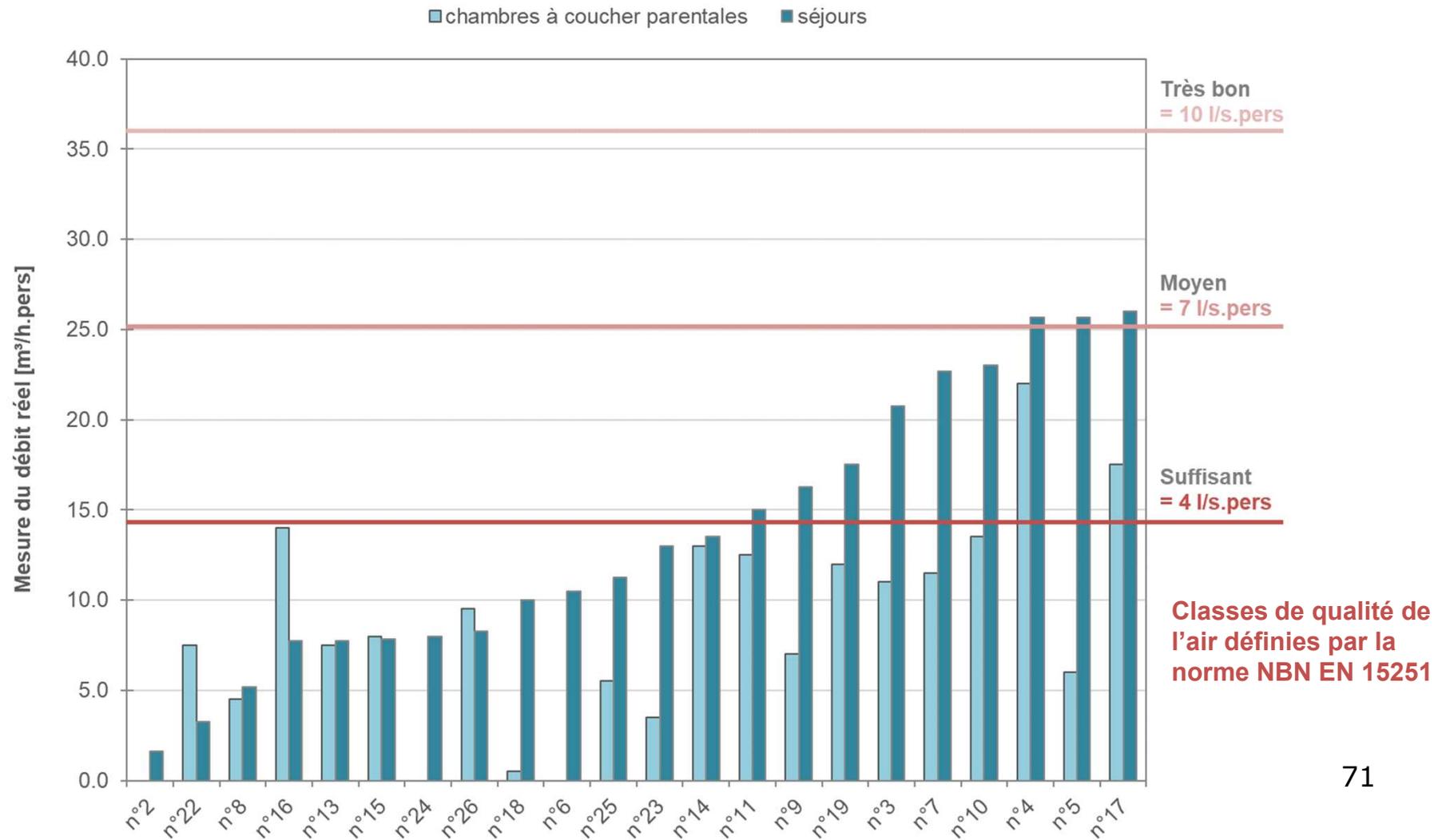
*Inconforts dus à la qualité de l'air  
(% d'insatisfaits)*



# Confort respiratoire

... mais parfois insatisfaisante

## Mesure des débits en position normale d'utilisation



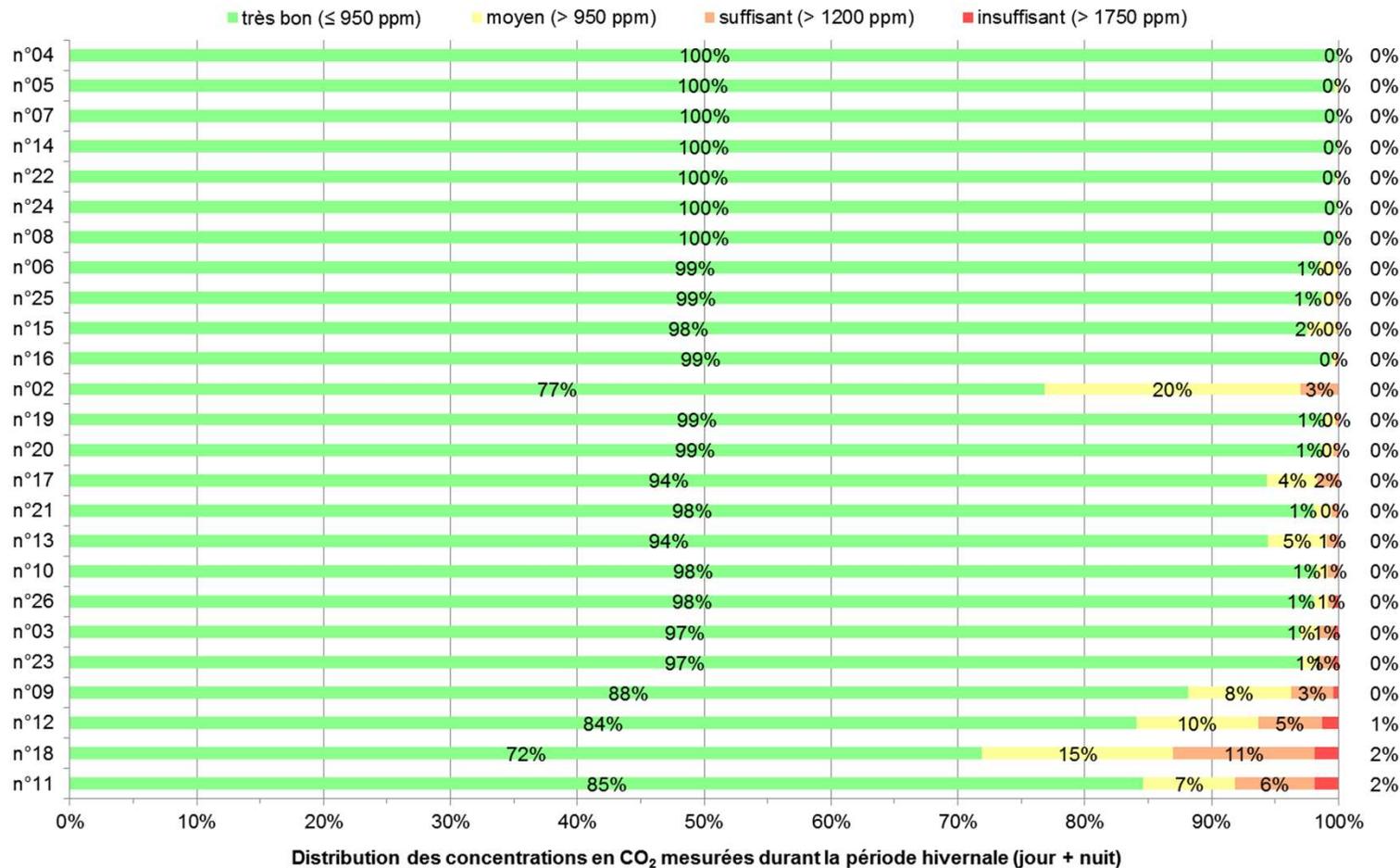
# Confort respiratoire

## Concentration en CO<sub>2</sub> en période hivernale Dans les séjours



Mesures de jour  
et de nuit

➤ Qualité de l'air suffisante + **de 97%** du temps dans les 25 maisons



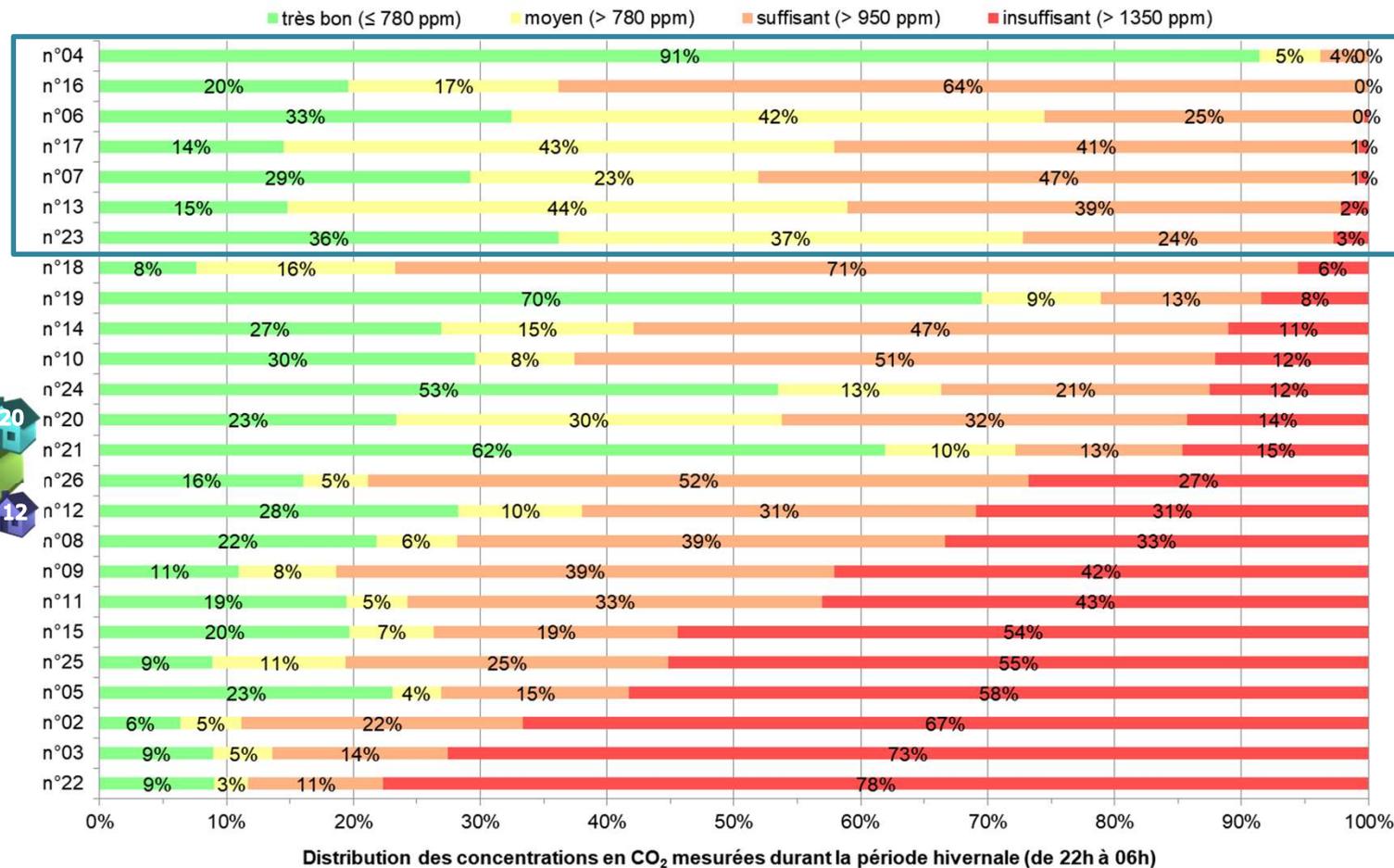
# Confort respiratoire



## Température intérieure en période hivernale Dans les chambres à coucher parentales

Mesures de nuit

➤ Qualité de l'air suffisante + **de 97%** du temps dans 7 maisons sur 25



Objectifs de l'étude

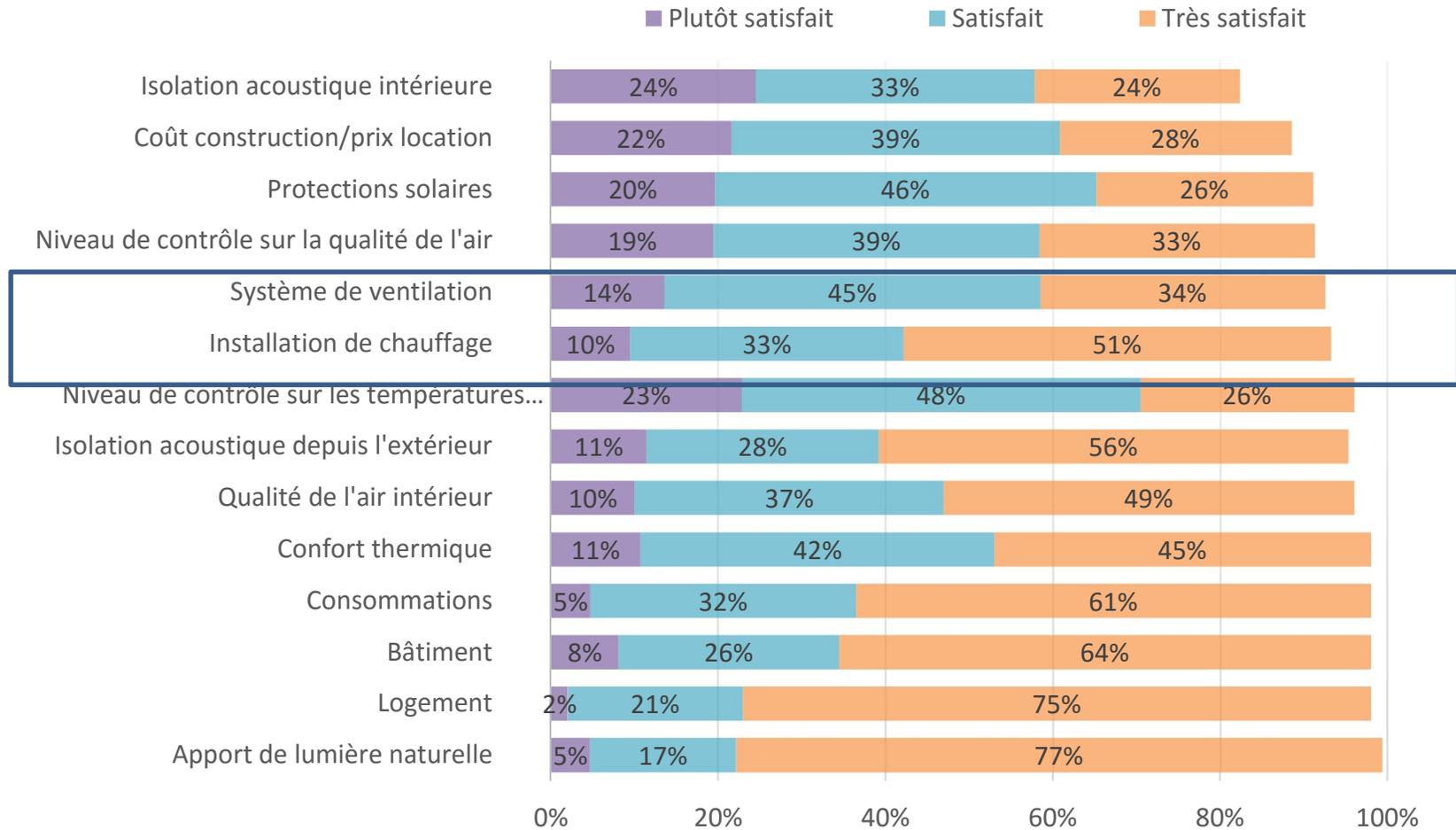
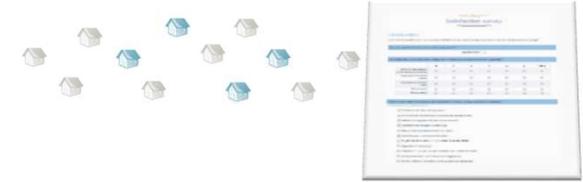
Méthodes employées

**Résultats – PERFORMANCES SYSTEMES**

Conclusion

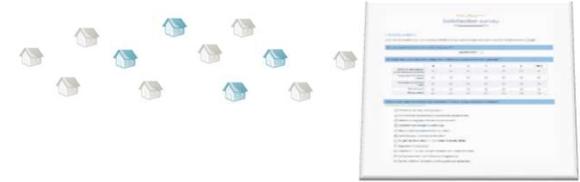
# Performances des systèmes

Des systèmes bien acceptés ...

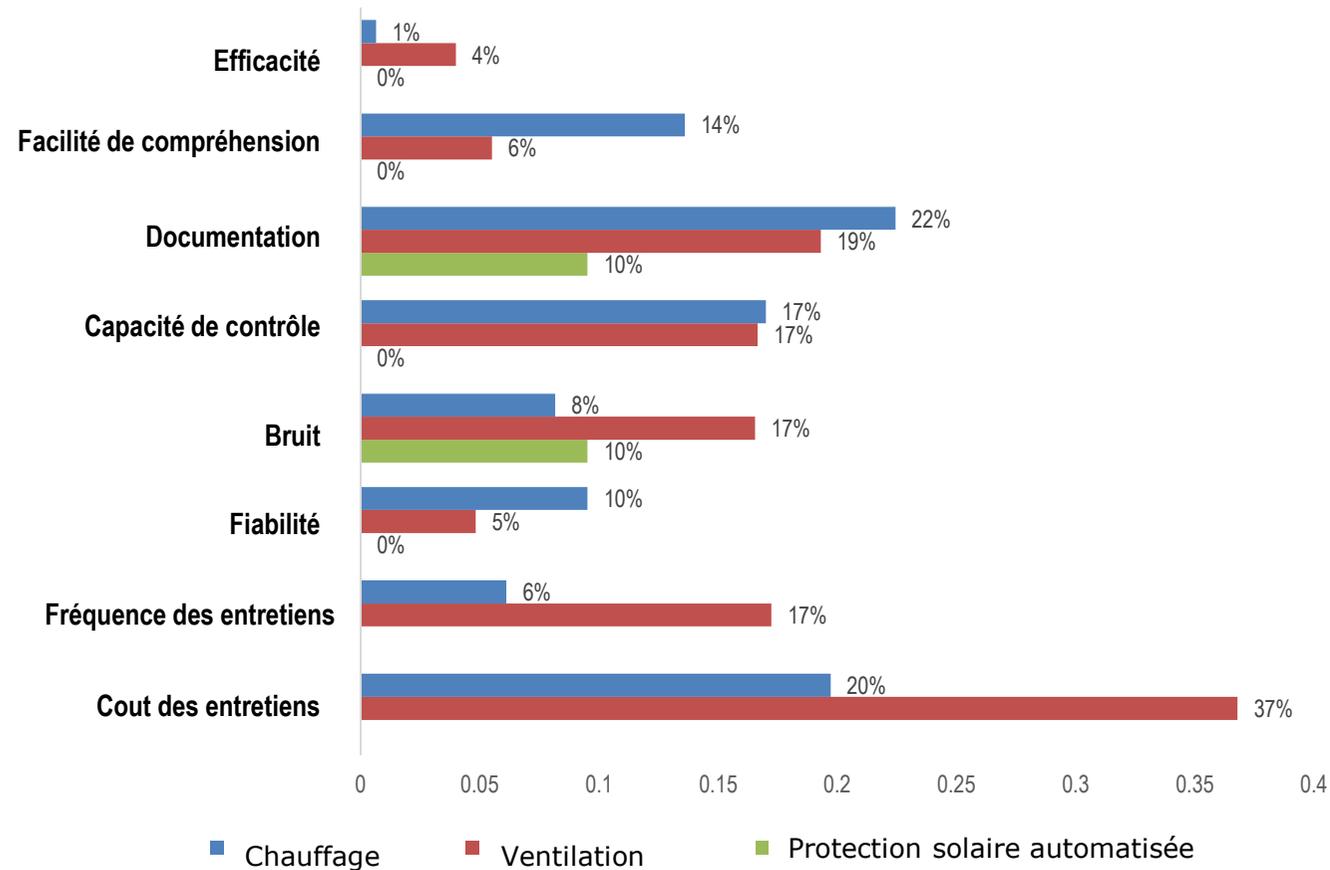


# Performances des systèmes

## Des systèmes bien acceptés ...



*Insatisfaction en rapport avec les systèmes (% d'insatisfaits)*

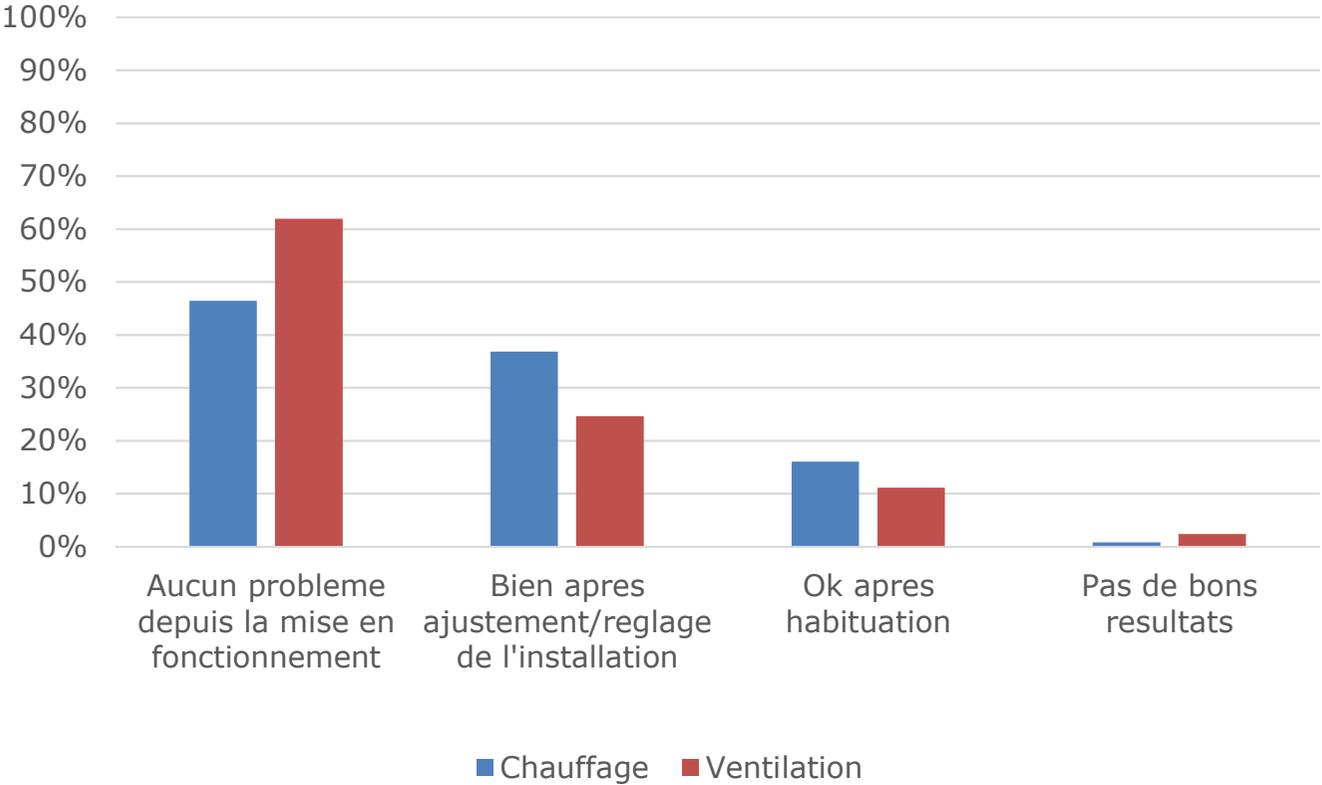


# Performances des systèmes

... mais qui nécessitent souvent un réglage à posteriori



*Appréciation de l'efficacité en fonctionnement des systèmes  
(% des répondants)*

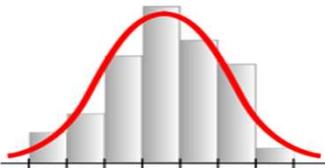
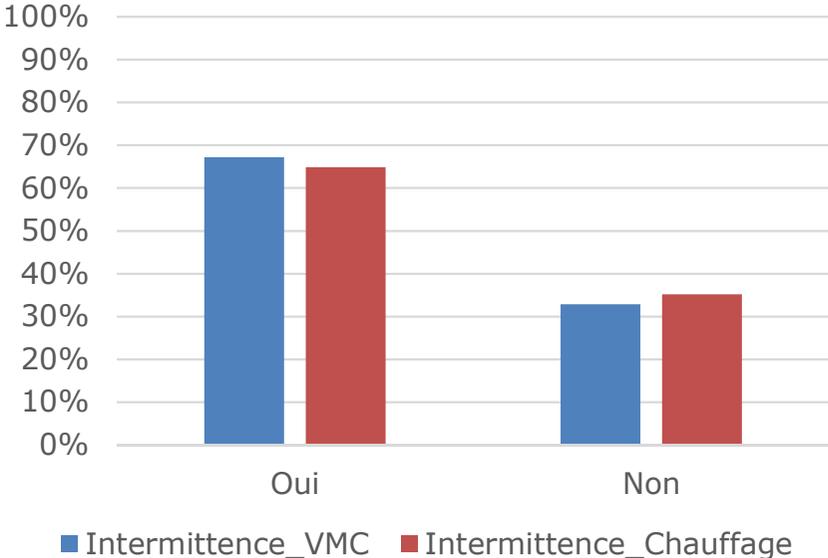


# Performances des systèmes

... une intermittence globalement pratiquée



*% des cas où une intermittence (variation des consignes toutes situations confondues) est pratiquée*



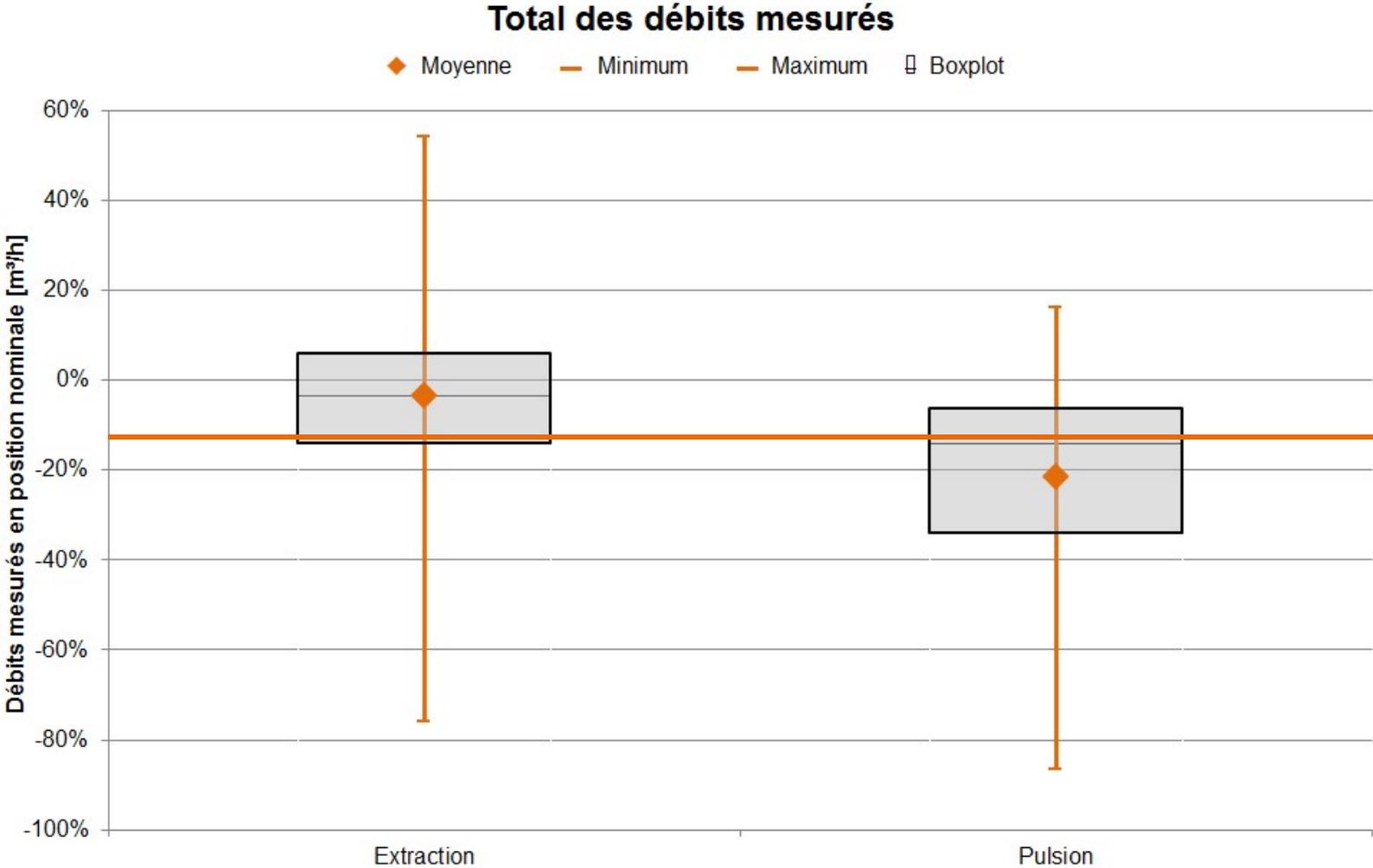
*Peu ou pas pratiquée pour les PAC et systèmes sol*



# Performances des systèmes



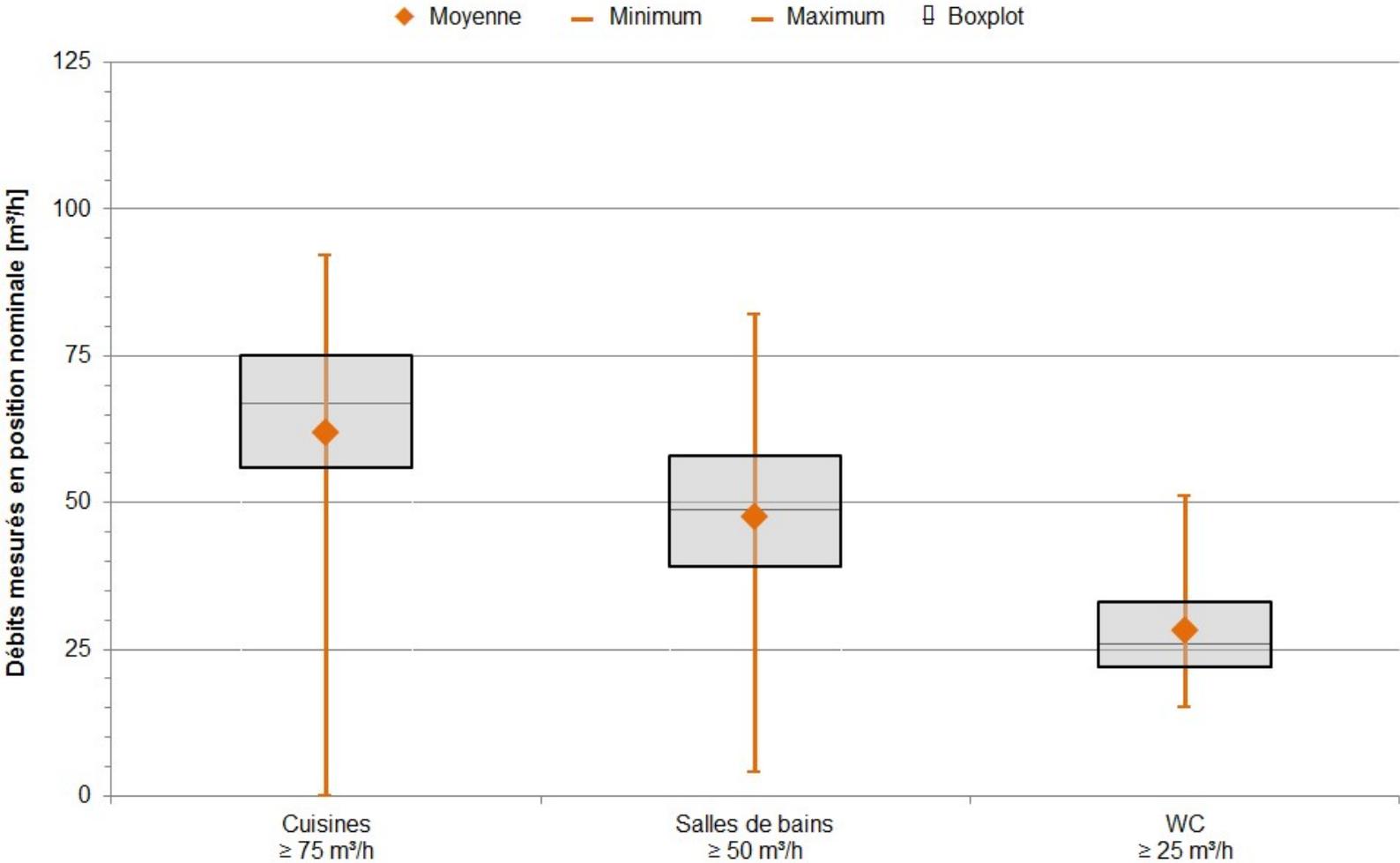
## Mesure des débits de ventilation en position nominale



# Performances des systèmes



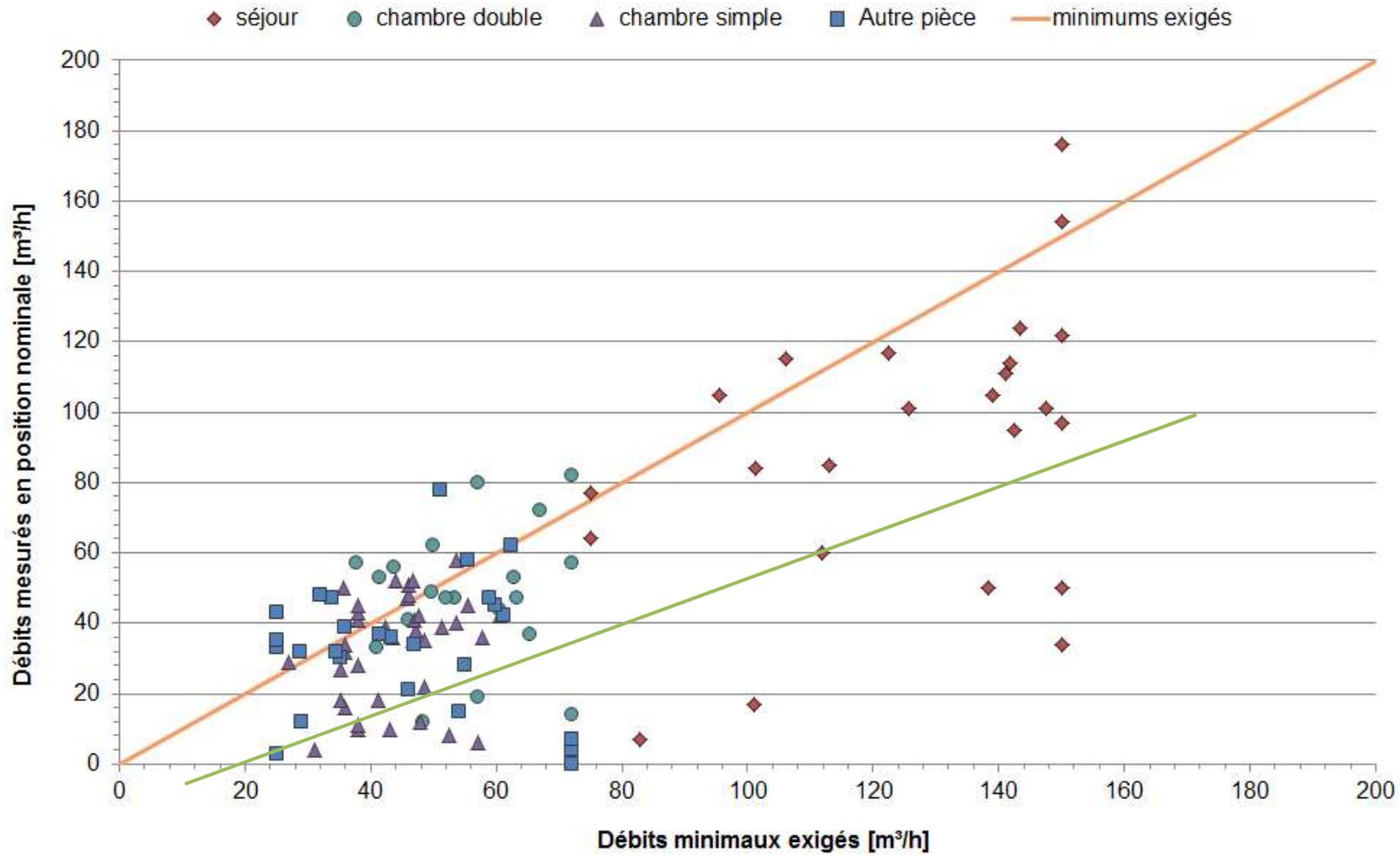
## Mesure des débits en position nominale : extraction



# Performances des systèmes



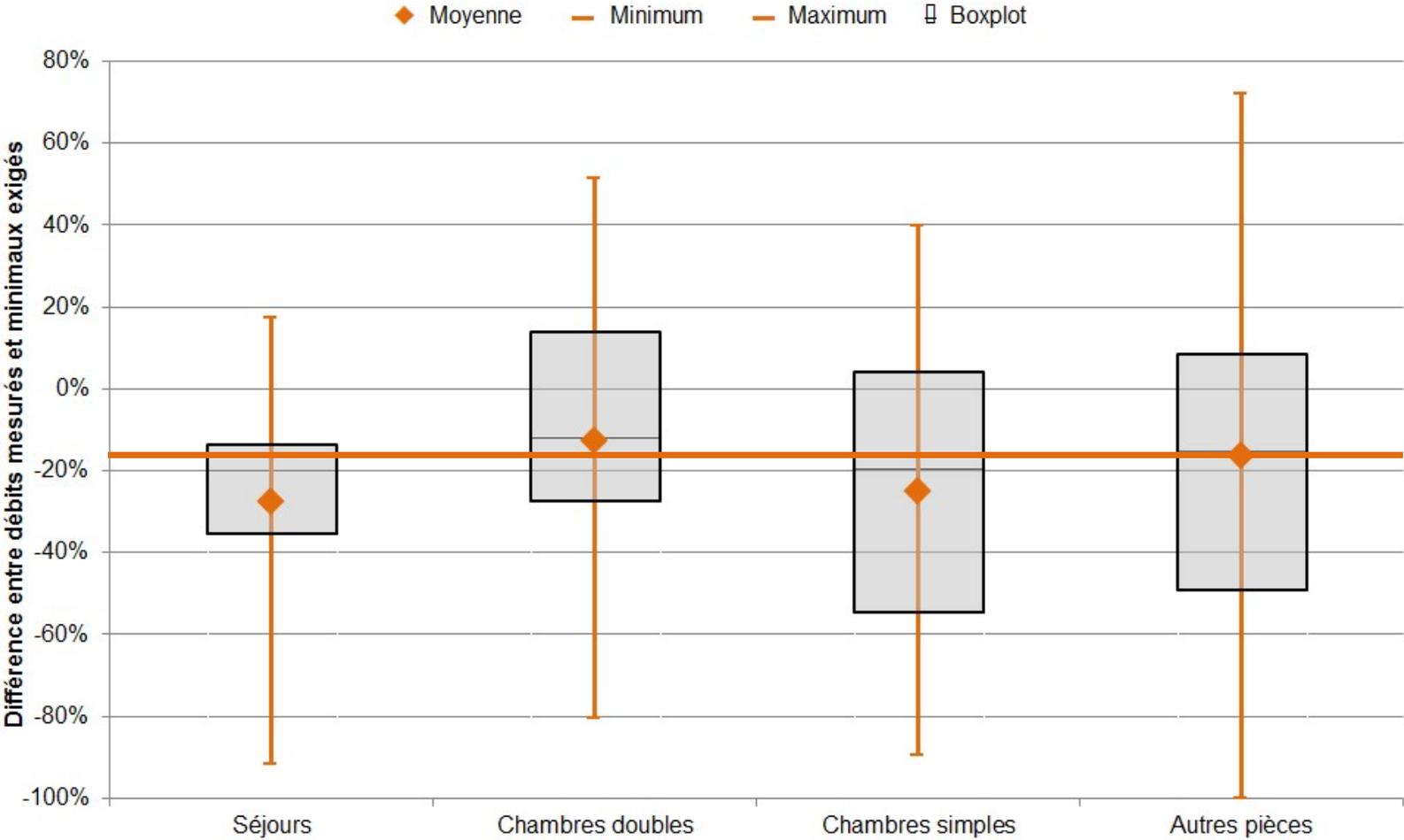
## Mesure des débits en position nominale : pulsion



# Performances des systèmes



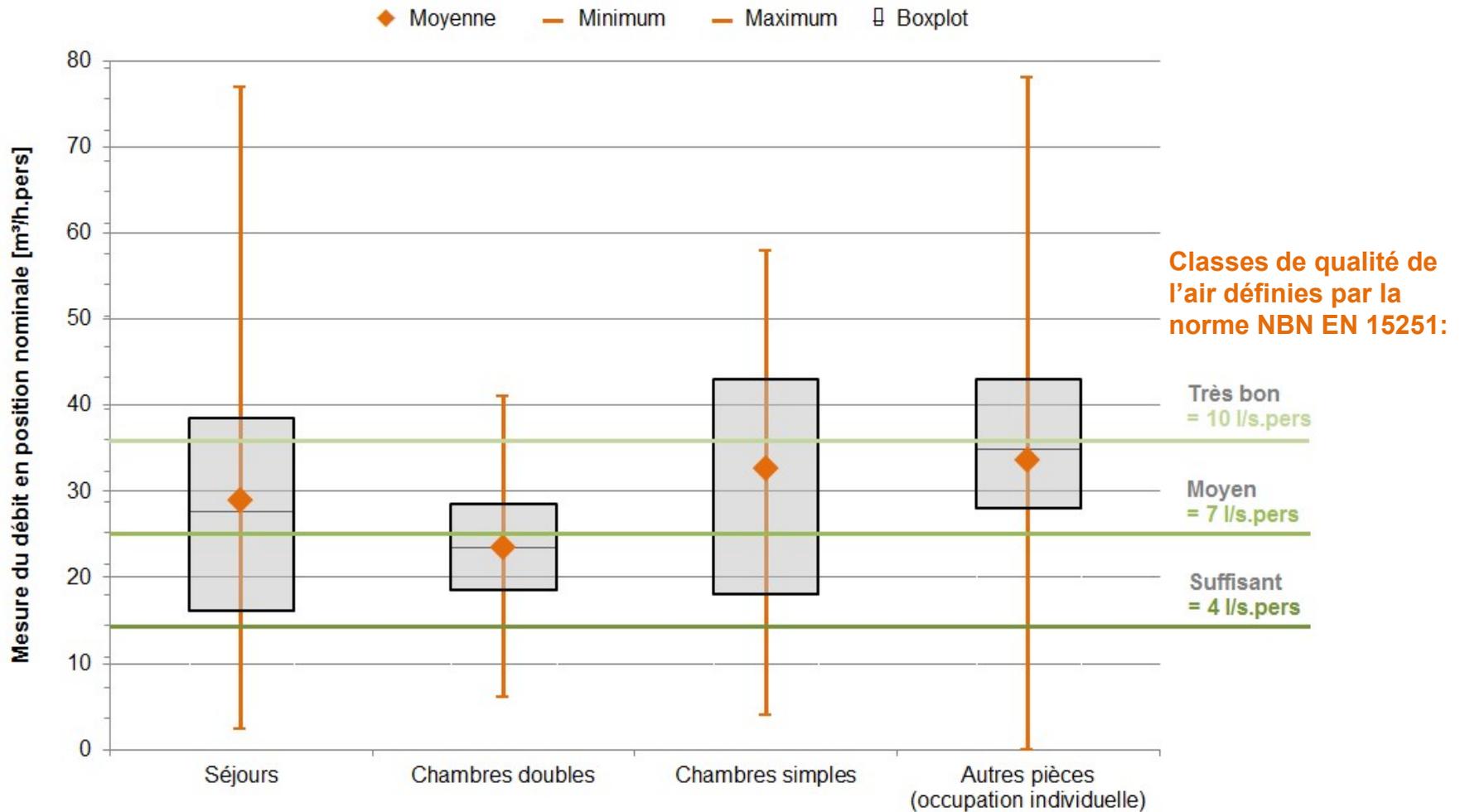
## Mesure des débits en position nominale : pulsion



# Performances des systèmes



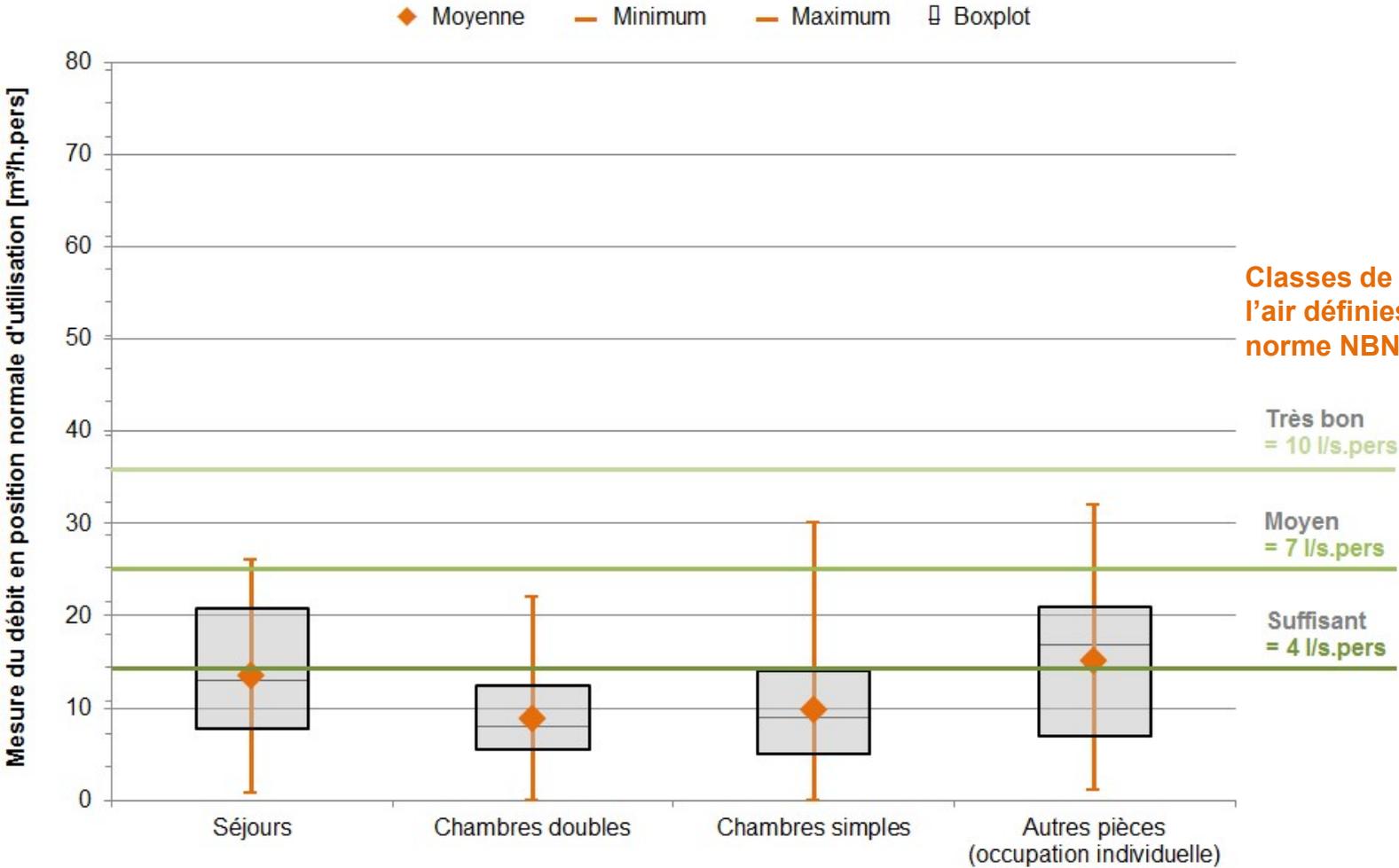
## Mesure des débits en position nominale : pulsion



# Performances des systèmes



## Mesure des débits réels : pulsion



Classes de qualité de l'air définies par la norme NBN EN 15251:

Très bon = 10 l/s.pers

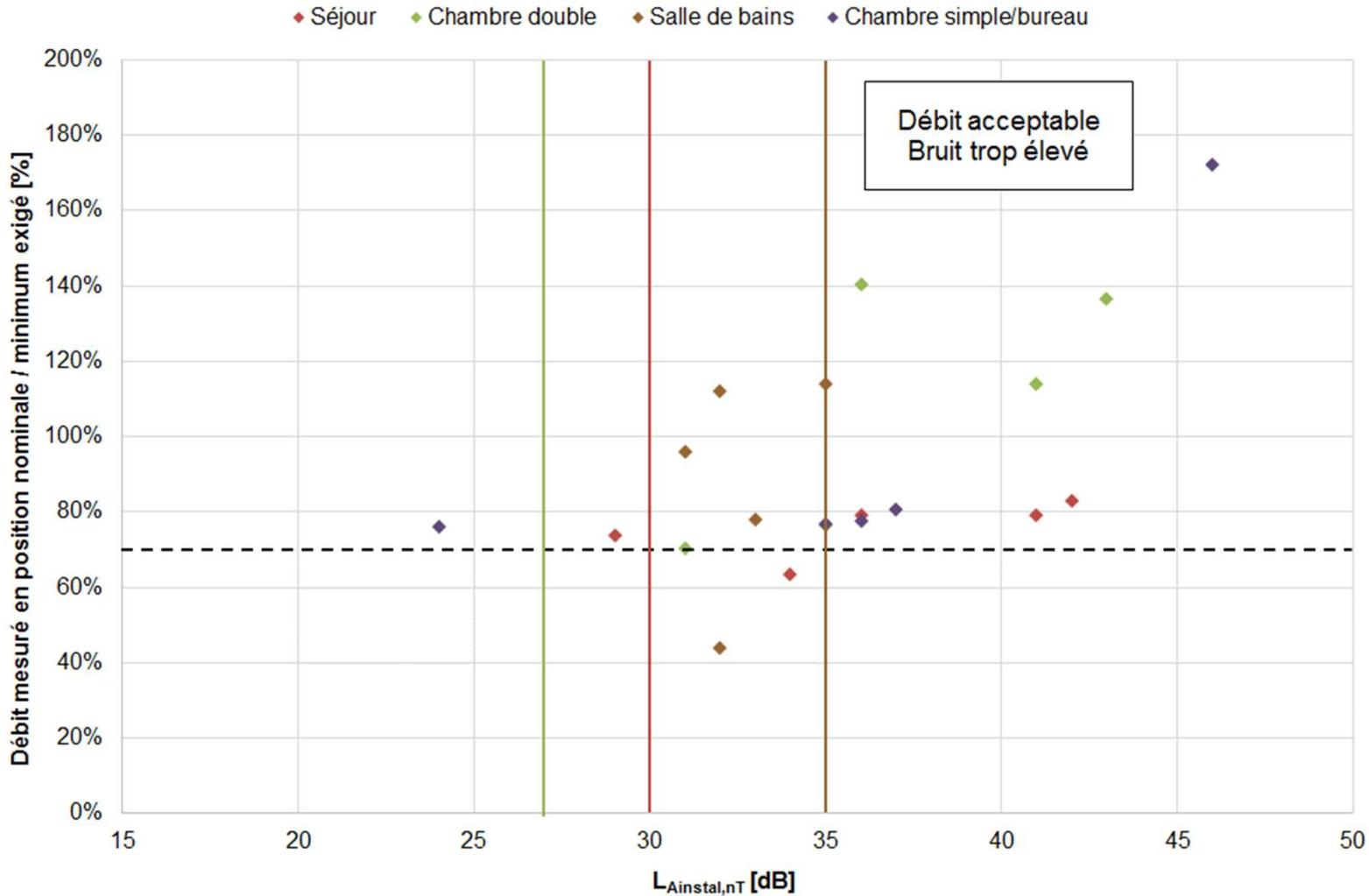
Moyen = 7 l/s.pers

Suffisant = 4 l/s.pers

# Performances des systèmes



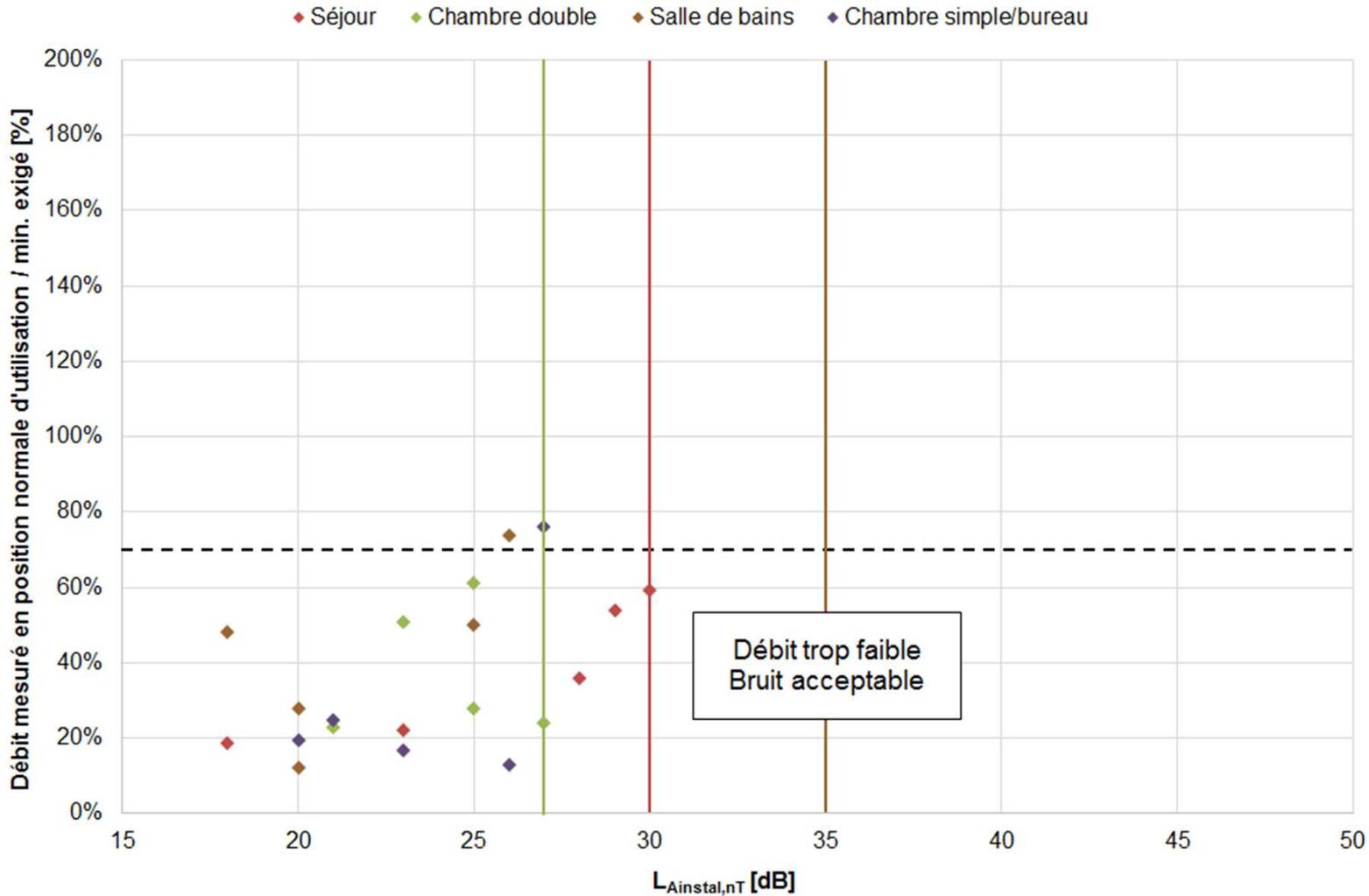
## Mesures acoustiques de l'installation de ventilation En position nominale



# Performances des systèmes



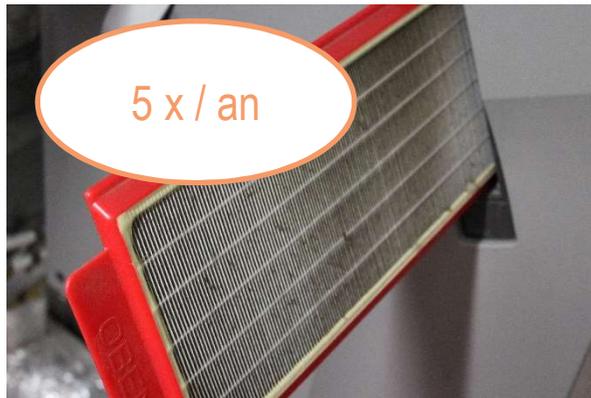
## Mesures acoustiques de l'installation de ventilation En position normale d'utilisation



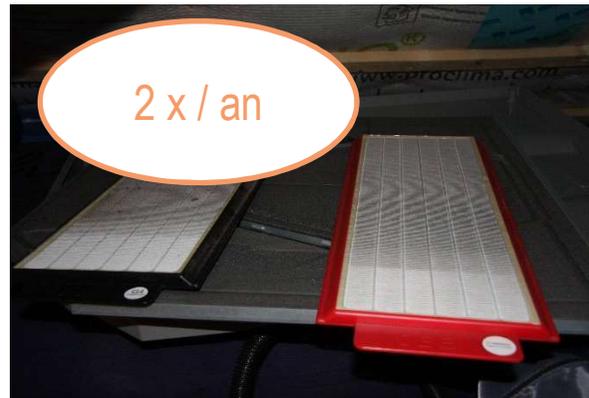
# Performances des systèmes



## Inspection des conduits de ventilation Fréquence d'entretien des filtres



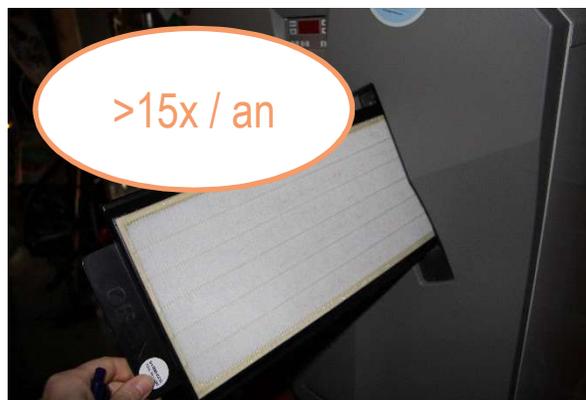
Maison 09



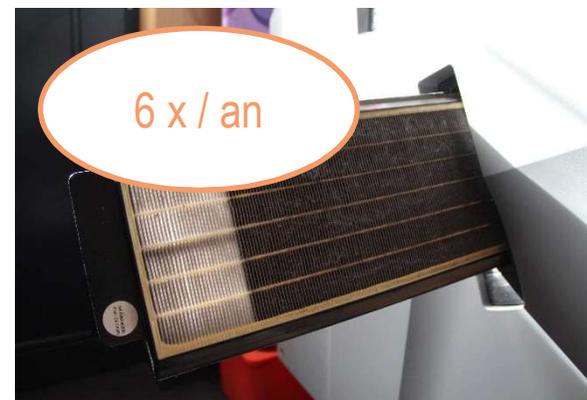
Maison 11



Maison 17



Maison 18



Maison 26

# Performances des systèmes



## Inspection des conduits de ventilation Dans les séjours (pulsion)



BP - Maison 09 – côté salon – 39 m<sup>3</sup>/h



BM - Maison 11 – 60 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 17 – 28 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 18 – 15 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 26 – 33 m<sup>3</sup>/h

# Performances des systèmes



## Inspection des conduits de ventilation Dans les séjours (pulsion)



BP - Maison 09 – côté salon – 39 m<sup>3</sup>/h



BM - Maison 11 – 60 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 17 – 28 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 18 – 15 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 26 – 33 m<sup>3</sup>/h

# Performances des systèmes



## Inspection des conduits de ventilation Dans les salles de bains (extraction)



BM - Maison 09 – 37 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 11 – 25 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 17 – 24 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 18 – 6 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 26 – 14 m<sup>3</sup>/h

# Performances des systèmes



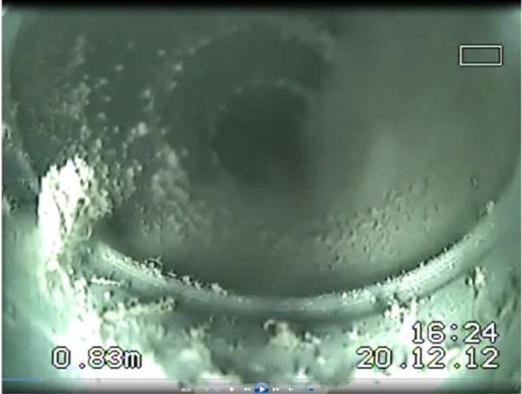
## Inspection des conduits de ventilation Dans les salles de bains (extraction)



BM - Maison 09 – 37 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 11 – 25 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 17 – 24 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 18 – 6 m<sup>3</sup>/h



BP - Maison 26 – 14 m<sup>3</sup>/h

# Recommandations générales

## Améliorer la ventilation hygiénique

### Réguler correctement les débits de ventilation

- Important lors des moments d'utilisation/d'occupation exceptionnels

### Entretien le système de ventilation

- Qualité d'air
- Impact acoustique
- Consommations électriques



### Améliorer les prestations acoustiques

- Acoustique limite l'utilisation en vitesse plus élevée

### Changer l'affectation d'un local

- Principes de base et système de ventilation
- Ventilateurs et groupe de ventilation
- Confort acoustique

Objectifs de l'étude

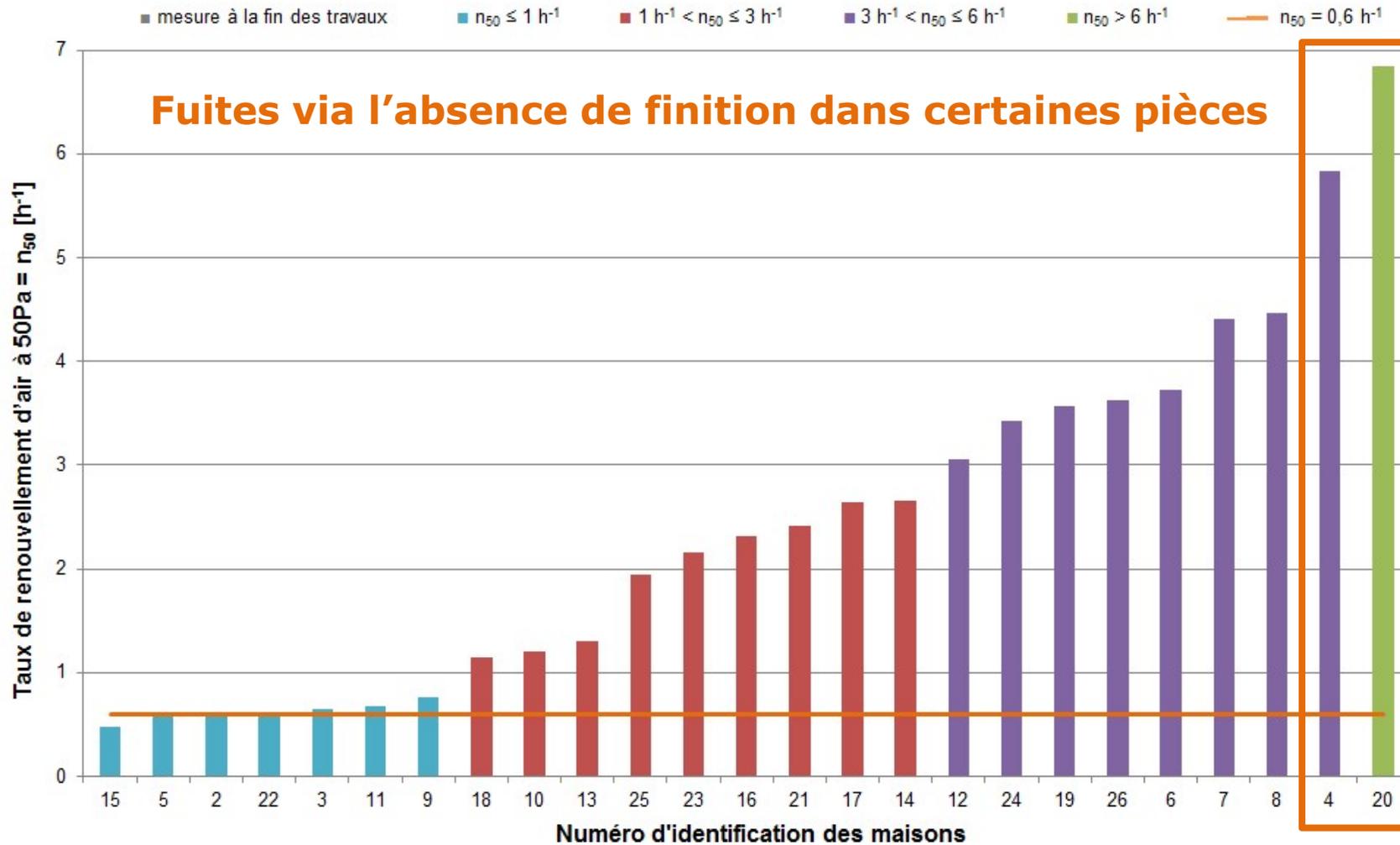
Méthodes employées

**Résultats – PERFORMANCES ENVELOPPE**

Conclusion

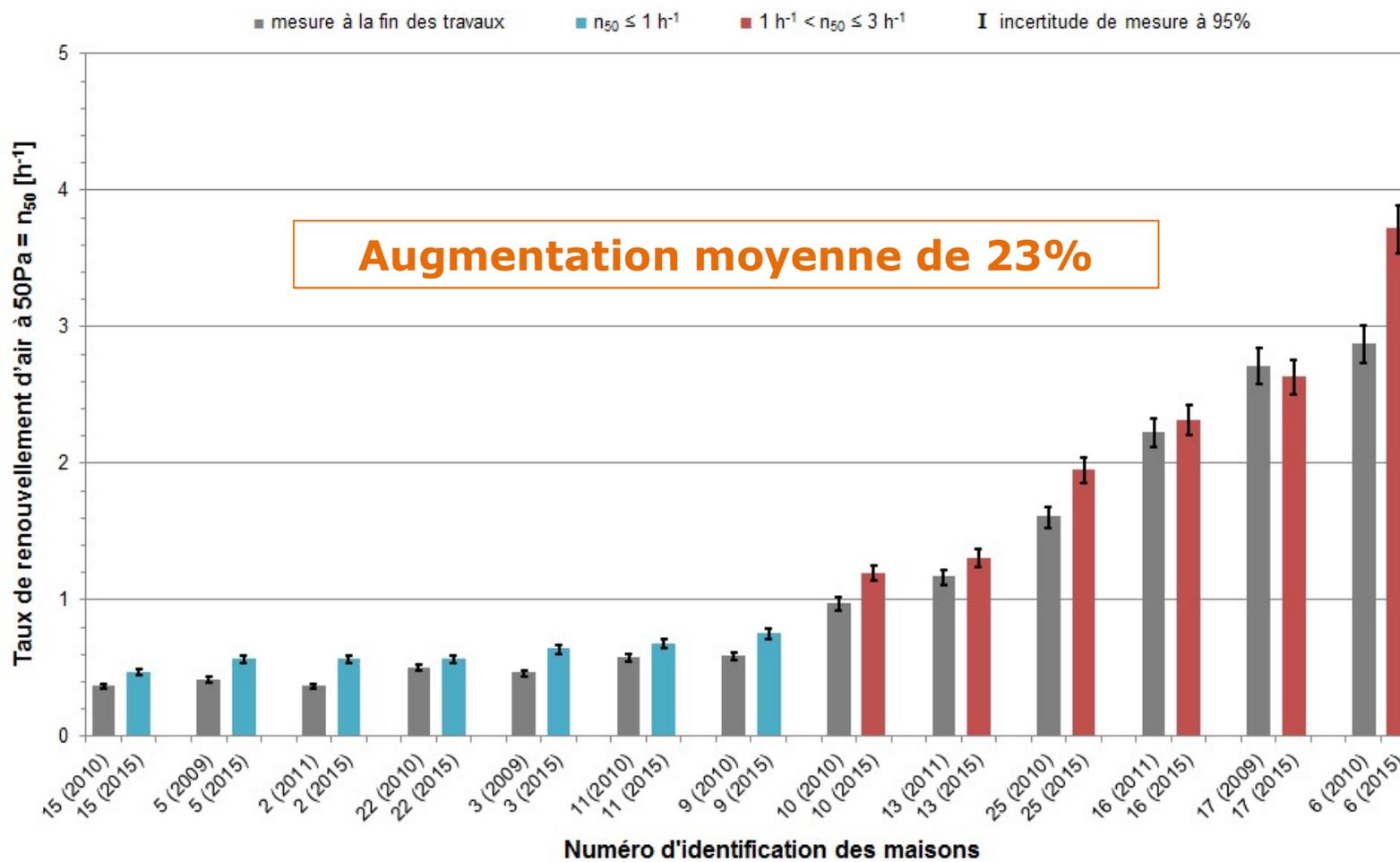
# Performances de l'enveloppe

## Une étanchéité à l'air globalement conservée



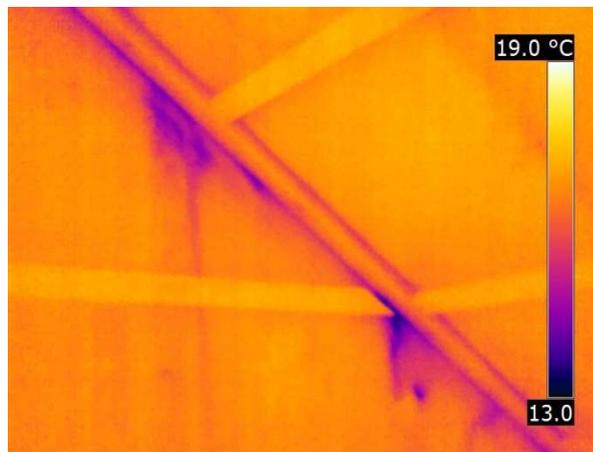
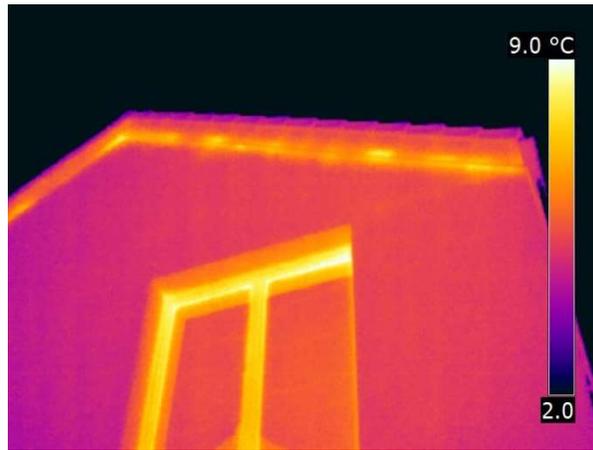
# Performances de l'enveloppe

## Une étanchéité à l'air globalement conservée



# Performances de l'enveloppe

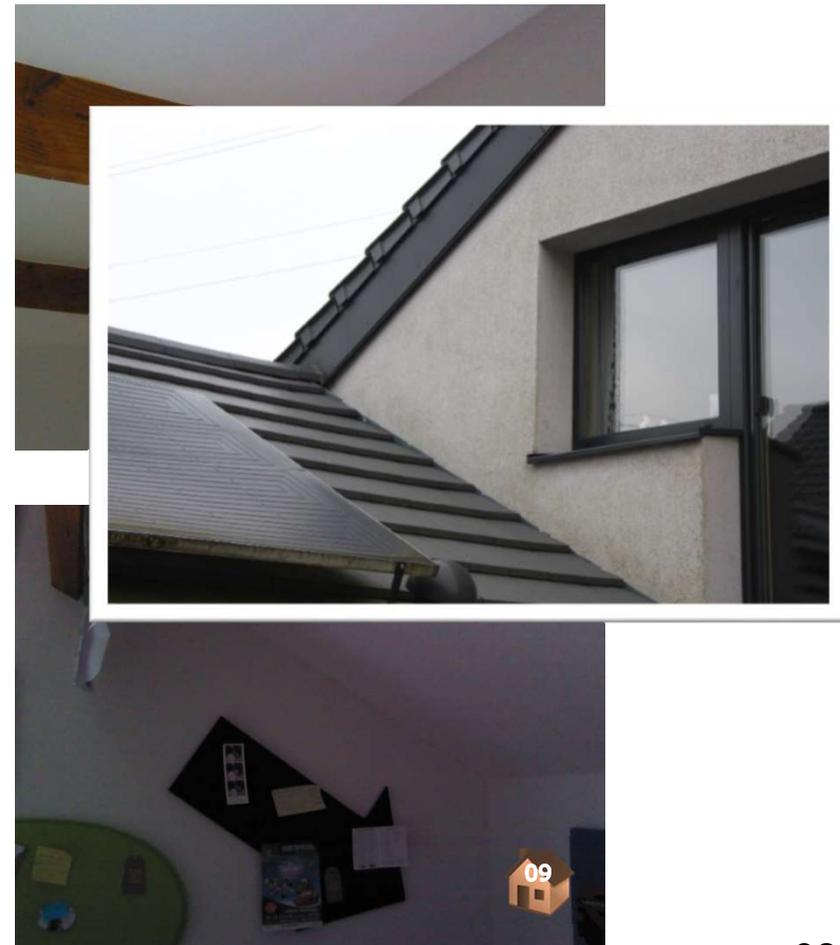
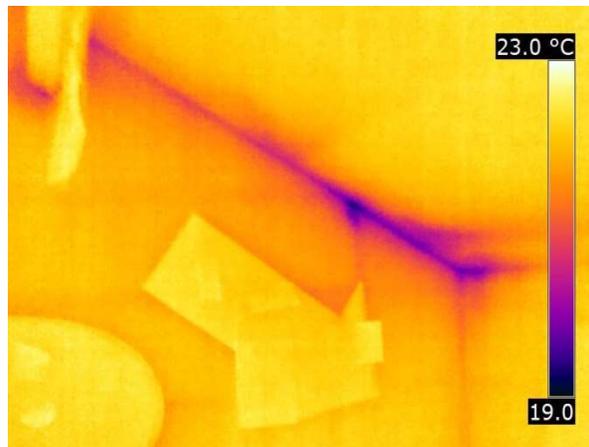
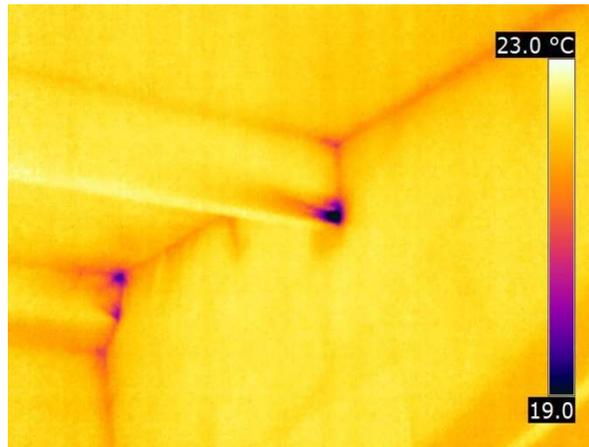
**Aucune irrégularité thermique constatée**  
**Rives de toiture**



# Performances de l'enveloppe

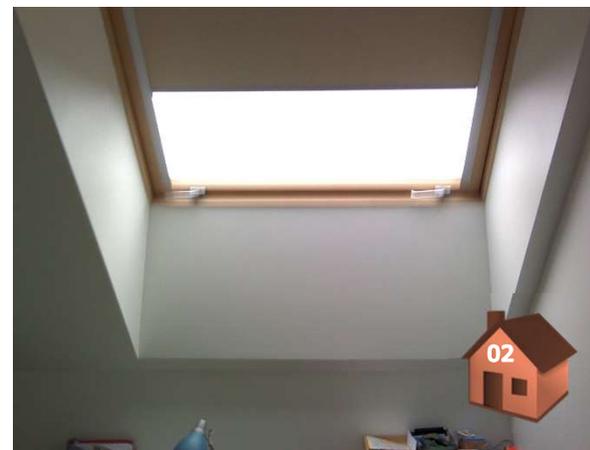
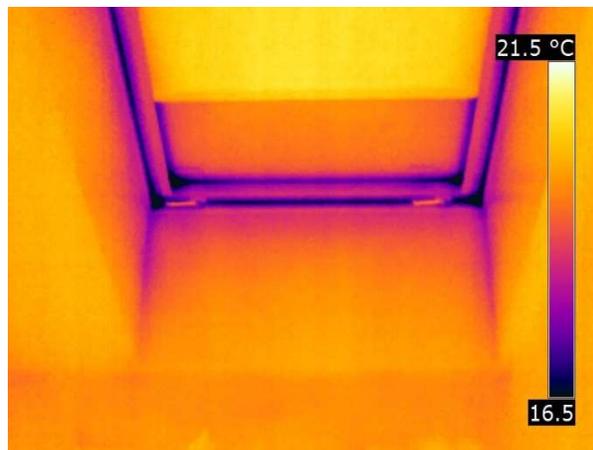
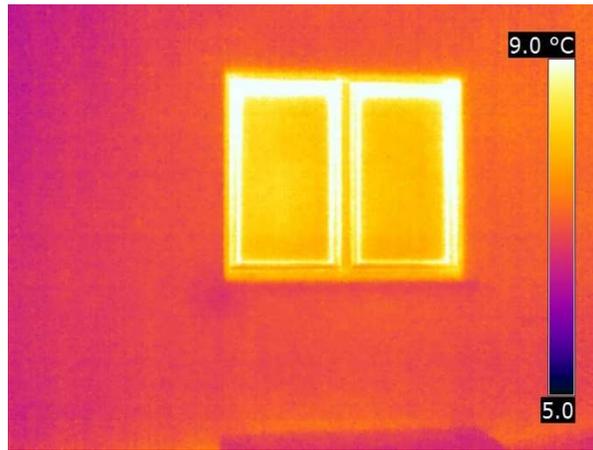
**Aucune irrégularité thermique constatée**

**Noeuds constructifs**



# Performances de l'enveloppe

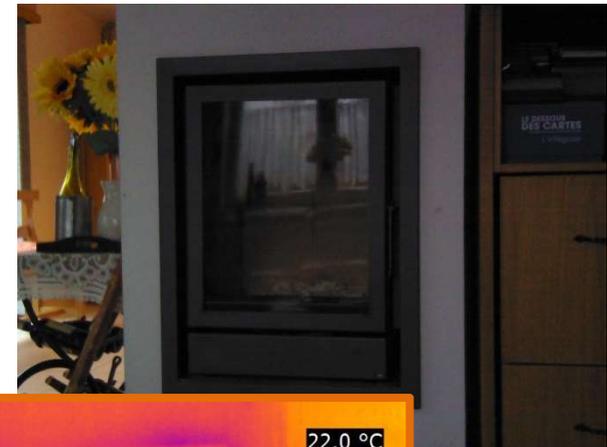
**Aucune irrégularité thermique constatée**  
**Menuiseries extérieures**



# Recommandations générales

## Préserver les performances de l'enveloppe

**Préserver les qualités d'isolation et d'étanchéité à l'air lors de travaux ultérieurs**



Objectifs de l'étude

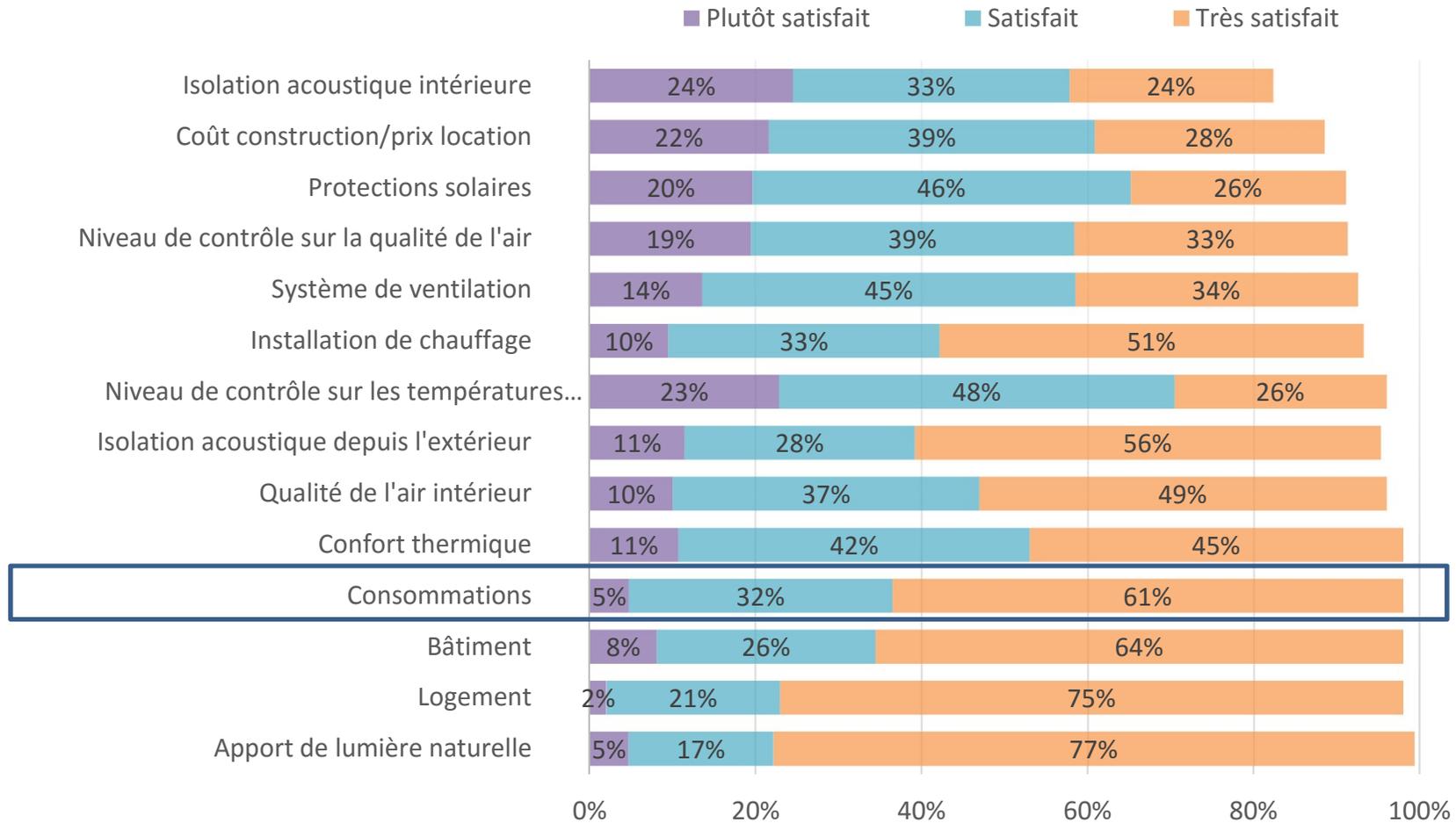
Méthodes employées

**Résultats – PERFORMANCE ENERGETIQUE**

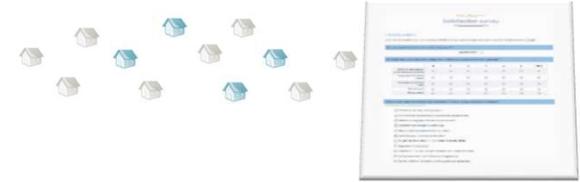
Conclusion

# Performances énergétiques

## Une grande satisfaction par rapport aux consommations



# Performances énergétiques



## Des consommations correspondant en moyenne aux attentes

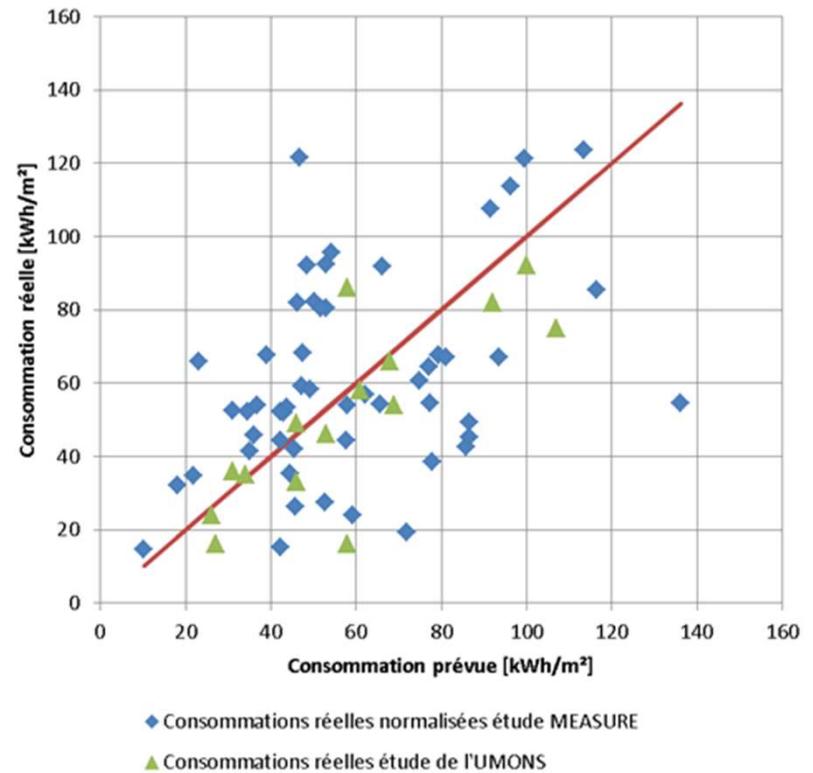
### Consommations en combustible de chauffage

En moyenne 3% en dessous des estimations.  
Grande variance (de -73% à +185%).

### Consommations électriques

Supérieures aux moyennes nationales (environ 10% hors chauffage)

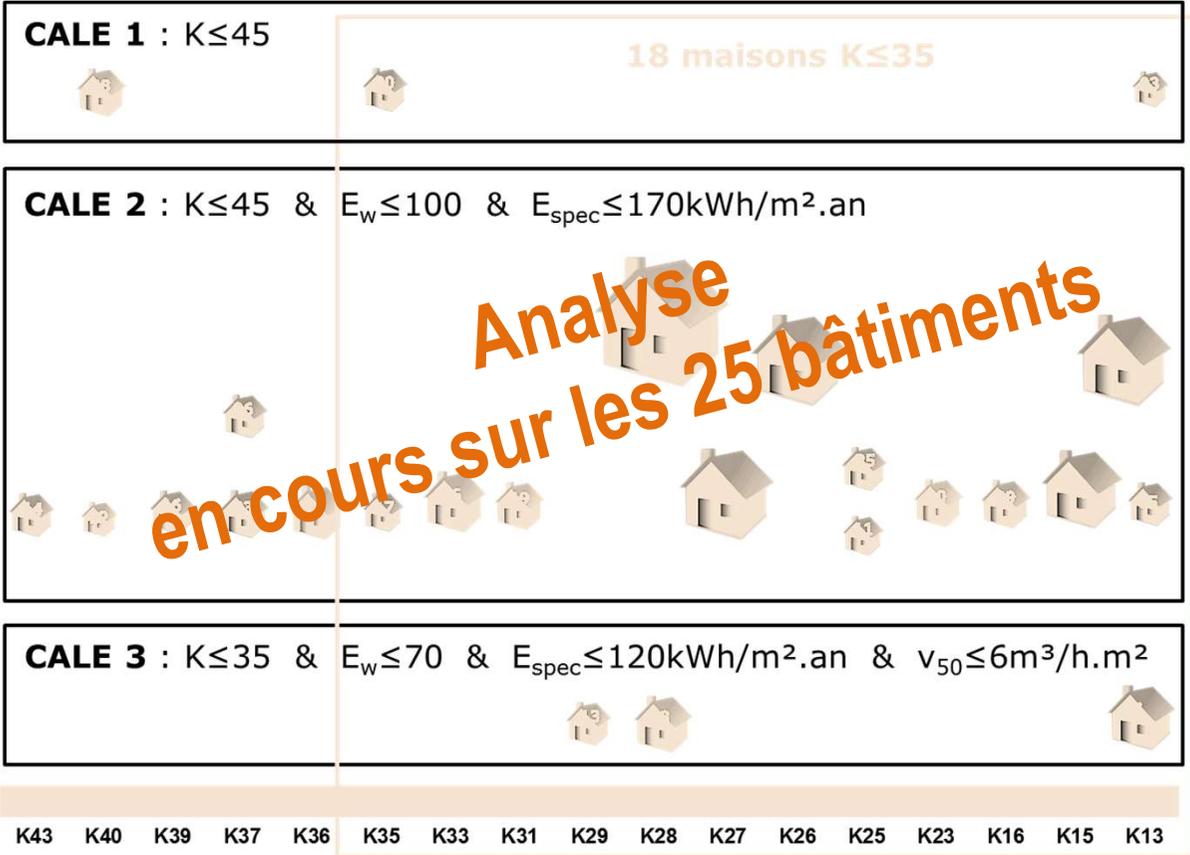
Comparaison des consommations réelles et prévues de combustible de chauffage



# Performances énergétiques



Des consommations correspondant en moyenne aux attentes ?



**Objectifs de l'étude**

**Méthodes employées**

**Résultats**

**Conclusion**

# Des constats

- **Des logements plus confortables en hiver qu'en été**
- **Une qualité d'air bien perçue... mais parfois insuffisante**
- **Des systèmes globalement bien acceptés ... mais qui nécessitent souvent un réglage à posteriori, un entretien plus régulier et une meilleure prise en compte des aspects acoustiques pour la ventilation.**
- **Une étanchéité à l'air globalement conservée**
- **Des consommations correspondant en moyenne aux attentes (à vérifier sur les 25 bâtiments!).**



# Des recommandations sous forme de fiches

## 7.5 Réguler correctement les débits de ventilation

Bien ventiler son logement permet d'évacuer les polluants qui s'y trouvent et d'assurer ainsi un niveau de qualité de l'air suffisant.

Toutefois, l'occupation du logement et les activités qui s'y déroulent peuvent varier en fonction du moment de la journée ou de l'année. Une bonne régulation du système de ventilation (manuelle ou automatique) permet de tenir compte de ce renouvellement de l'air en fonction des circonstances.



### Régulation automatique

La régulation automatique de la ventilation est relative à la concentration de polluants ou de la concentration de CO2 ou directement dans le groupe de ventilation. Elle agit pas sur la régulation de la ventilation mais sur la régulation de la ventilation automatique à la demande car elle peut difficilement



### Régulation manuelle

La plupart des systèmes de ventilation sont équipés d'une régulation manuelle d'ouverture des grilles de ventilation des installations de ventilation à la demande.

En l'absence totale de régulation, il est pas toujours évident d'adapter la ventilation à l'occupation réelle. Dans ce cas, il faut veiller à ce que les débits de ventilation soient adaptés à l'occupation réelle. La régulation manuelle opérée uniquement en cas de situation d'occupation festive. La régulation manuelle automatique par horloge, pour des situations d'occupation régulières.

## 7.6 Entretien du système de ventilation



L'entretien régulier de son installation permet de maintenir les performances de la qualité de l'air et des débits de consommation électrique ou du CO2.

Aucun système n'est épargné. Même la ventilation naturelle, un bon entretien

### Entretien par l'utilisateur ou par un professionnel ?

Les différents composants d'une installation de ventilation nécessitent d'être entretenus de manière régulière. Certains nettoyages sont relativement aisés et peuvent être réalisés par l'utilisateur lui-même. Il s'agit des ouvertures d'alimentation naturelle, des filtres et des bouches de ventilation.



Les ventilateurs, l'échangeur de chaleur, les bouches de ventilation et les grilles de ventilation doivent être nettoyés environ tous les 3 ans pour les ventilateurs et tous les 9 ans pour les échangeurs de chaleur. Ces entretiens pourront être effectués par l'utilisateur ou par un professionnel et éventuellement de régler les débits.

Dans tous les cas, une inspection visuelle de l'ensemble des composants doit être réalisée de manière régulière pour vérifier leur état de propreté (les fréquences sont indicatives) :

- tous les mois pour les filtres
- tous les 3 mois pour les ouvertures de ventilation naturelle, les bouches de ventilation
- tous les ans pour les ventilateurs et l'échangeur de chaleur
- tous les 3 ans pour les conduits

### Les ouvertures d'alimentation naturelle et les prises d'air

La fréquence d'entretien des prises d'air et des ouvertures d'alimentation naturelle (les grilles intégrées aux châssis) est approximativement annuelle. L'entretien pourra se faire avec un aspirateur et/ou un chiffon humide et il conviendra de nettoyer aussi bien l'intérieur que l'extérieur des ouvertures.

### Les filtres

Le nettoyage des filtres de l'aspirateur peut être effectué en suivant les instructions du fabricant. Le nettoyage régulier des filtres avant l'hiver.

## 7.7 Améliorer les performances acoustiques du système de ventilation



Si une ventilation optimale de son habitation est indispensable, celle-ci ne doit pas être à l'origine de désagréments acoustiques. Que les bruits proviennent de l'extérieur par les ouvertures de la ventilation naturelle ou de l'intérieur par les ventilateurs, les conduits ou les bouches, une attention particulière doit être apportée pour minimiser ceux-ci tant que possible tout en maintenant les performances du système de ventilation.

### Les ouvertures d'alimentation naturelle

Pour réduire le bruit éventuel provenant de l'extérieur, les ouvertures d'alimentation naturelle pourvues d'un matelas dans certains environnements très bruyants, il se peut que cela soit suffisant. Dans ce cas, il y aura lieu de recourir à un système de ventilation naturelle.

### La régulation des débits



Les systèmes de ventilation peuvent être réglés manuellement ou automatiquement. Lorsque la vitesse est maximale, le bruit est audible et peut être source d'inconfort. Il est recommandé d'optimiser la régulation du système au bon moment, en fonction de l'occupation.

### Les bouches de ventilation

Une bouche de ventilation trop fermée peut être à l'origine de désagréments acoustiques. Dans ce cas, il faudra l'installateur de procéder à un nouveau réglage de l'installation. De même, une bouche située trop près d'une pièce adjacente peut générer une réflexion du bruit sur les parois.

### Le groupe de ventilation



Le groupe de ventilation doit être installé dans un placard spécifique ou dans un placard pour éviter la propagation du bruit. Ce bruit peut également être traité par une isolation acoustique de la pièce dans laquelle le groupe repose.

La pose de silencieux permet de réduire le bruit des ventilateurs. Ils seront placés sur le conduit principal d'évacuation possible du point de passage de l'air où se situe le groupe de ventilation.

Si nécessaire, il existe des solutions spécifiques à placer aussi afin d'affaiblir les bruits en provenance du réseau (le bruit des conduits).

## 7.8 Changer l'affectation d'un local.

Une naissance, une nouvelle orientation professionnelle, ... Chaque étape de la vie peut nécessiter de revoir l'affectation des locaux de son logement : une buanderie est transformée en salle de bain, un espace de grenier devient un bureau, ...

Ces travaux nécessitent toutefois certaines précautions afin de maintenir les bonnes performances de son logement.



Dans une situation idéale, ces changements d'affectation sont prévus à l'origine du projet : par exemple le groupe de ventilation est dimensionné pour assurer la qualité d'air d'une pièce supplémentaire, ou l'espace sous les combles à aménager est déjà isolé et rendu correctement étanche à l'air. Il n'est toutefois pas toujours possible de prévoir l'ensemble de ces travaux.

### L'enveloppe du bâtiment

L'attention à porter sur l'enveloppe du bâtiment concerne tant le niveau d'isolation globale (niveau K) que l'étanchéité à l'air. Lors de l'aménagement des combles, si la toiture à versant n'est pas encore isolée, le choix du matériau isolant et son épaisseur devront être compatibles avec les performances attendues dans la stratégie wallonne de rénovation de son parc de bâtiments. Les valeurs réglementaires en vigueur (valeurs  $U_{min}$ ) donnent des indications sur les niveaux de performances à atteindre. Les raccords entre les différentes parois (les nœuds constructifs) devront également être étudiés attentivement afin d'éviter tout pont thermique et tout effet de lock-in (bloquant les potentielles améliorations énergétiques dans le futur).

Les travaux effectués ne doivent pas être la source de fuites d'air dans le bâtiment. Pour ce faire, il faudra veiller à ne pas percer la barrière d'étanchéité à l'air (par la pose anticipée de fourreaux en attente par exemple). Lors de la pose de panneaux solaires en toiture ou d'un luminaire au plafond, si la membrane du pare-vapeur est percée, celle-ci devra ensuite être colmatée de manière parfaitement étanche.

### Le chauffage



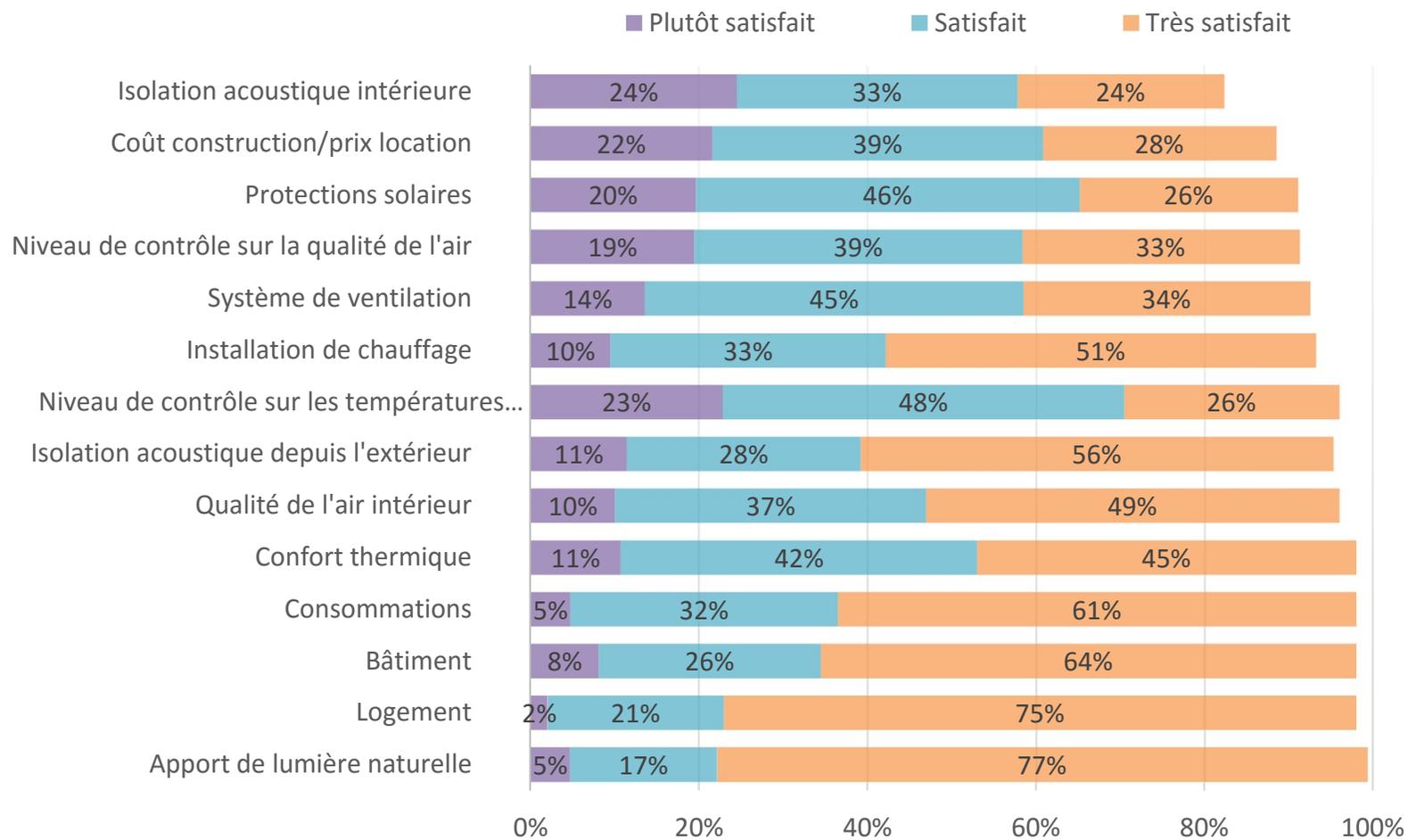
Lors de l'ajout d'un poêle ou d'une cassette à bois, celui-ci devra être muni d'une enveloppe étanche autour du foyer (système à circuit de combustion étanche). Une attention particulière devra être portée à la sécurité incendie lors du serrage des joints, au droit du passage de la barrière d'étanchéité.

En cas de changement d'affectation, le système de ventilation devra être adapté aux attentes et nécessitera dans ce cas un entretien régulier.

Bientôt disponible sur  
[www.satisfaction-cale.be](http://www.satisfaction-cale.be)  
(fiches et rapports de synthèse)

# Mais, rappelons nous!

**La satisfaction générale des occupants est très grande!**



# MEASURE

## MEsures de performAnces réelles et de Satisfaction des occUpants dans les bâtiments Résidentiels à hautes performances Energétiques

Janvier 2018



Architecture et Climat - Université catholique de Louvain

Centre Scientifique et Technique de la Construction

Contact: [veronique.vanwelde@bbri.be](mailto:veronique.vanwelde@bbri.be) ; [olivier.dartevelle@uclouvain.be](mailto:olivier.dartevelle@uclouvain.be)

Projet réalisé avec le soutien de la Wallonie