



RAPPORT D'ANALYSE

Conditions climatiques du logement d'un client privé

Logement individuel dans le canton de Fribourg

Période étudiée : 19 novembre 2025 au 17 décembre 2025

Établi le 08.07.2026 par Alexandre Wahl

Consultant en Business Intelligence et analyse de données

Wahl BI Consulting

TABLE DES MATIERES

Rapport d'analyse.....	- 3 -
1. Introduction.....	- 3 -
1.1. Contexte	- 3 -
1.2. Objectifs.....	- 3 -
1.3. Nature du document.....	- 3 -
2. Données utilisées	- 4 -
2.1. Données issues des capteurs	- 4 -
2.2. Registre des aérations	- 4 -
2.3. Données météorologiques	- 5 -
2.4. Indicateurs calculés.....	- 5 -
3. Méthodologie	- 6 -
3.1. Analyse des conditions climatiques générales	- 6 -
3.2. Analyse des niveaux d'humidité	- 6 -
3.3. Analyse des aérations.....	- 6 -
3.4. Analyse du risque de condensation.....	- 6 -
3.5. Analyse des habitudes d'aération.....	- 6 -
4. Analyse des résultats.....	- 7 -
4.1. Analyse des conditions climatiques générales	- 7 -
4.2. Analyse des niveaux d'humidité	- 10 -
4.3. Influence des aérations sur le taux d'humidité	- 13 -
4.4. Influence des aérations sur la température.....	- 16 -
4.5. Analyse du risque de condensation.....	- 18 -
4.6. Analyse des habitudes d'aération.....	- 20 -
5. Discussion	- 22 -
6. Conclusion.....	- 24 -
6.1. Limites de l'étude	- 24 -
7. Références	- 25 -
7.1. Organismes officiels.....	- 25 -
7.2. Données météorologiques	- 25 -
7.3. Logiciels utilisés	- 25 -
7.4. Documents analysés.....	- 25 -
7.5. Littérature scientifique	- 25 -
Annexes	- 25 -
Annexe A – Figures	- 25 -
Figure 1 – Évolution des températures par zone (intérieure et extérieure).....	26
Figure 2 – Évolution du taux d'humidité par zone (intérieure et extérieure).....	27
Figure 3 – Évolution de la température par pièce	28
Figure 4 – Évolution du taux d'humidité par pièce	29

Figure 5 – Temps passé dans les différentes catégories d'humidité par pièce.....	30
Figure 6 – Distribution des relevés d'humidité – Chambre	31
Figure 7 – Distribution des relevés d'humidité – Séjour et cuisine	32
Figure 8 – Variation du taux d'humidité après aération – Chambre.....	33
Figure 9 – Variation du taux d'humidité après aération – Séjour	34
Figure 10 – Variation du taux d'humidité après aération – Cuisine	35
Figure 11 – Variation de la température après aération – Chambre	36
Figure 12 – Variation de la température après aération – Séjour.....	37
Figure 13 – Variation de la température après aération – Cuisine	38
Figure 14 – Écart entre la température ambiante et le point de rosée.....	39
Figure 15 – Temps quotidien consacré à l'aération par zone du logement	40
Annexe B – Registre des aérations.....	41
Annexe C – Relevés des capteurs de température et d'humidité	41
Annexe D – Rapport d'intervention de la société tiers	41

RAPPORT D'ANALYSE

I. INTRODUCTION

I.1. CONTEXTE

À la suite de l'apparition de moisissures dans plusieurs pièces du logement occupé par un client privé, une société mandatée par la gérance est intervenue afin d'évaluer l'origine des désordres constatés.

Lors de cette intervention, une inspection visuelle du logement a été réalisée ainsi qu'une campagne de mesures au moyen d'hygromètres-enregistreurs installés dans plusieurs pièces. Le rapport établi à l'issue de cette intervention mentionne notamment que plusieurs ponts de froid ont été observés à l'aide d'une caméra thermique. Malgré cette observation, la société conclut que les problèmes d'humidité résultent principalement d'une ventilation insuffisante du logement et écarte l'hypothèse d'une infiltration d'eau.

À la demande du client privé, une nouvelle analyse indépendante a été réalisée à partir des données brutes enregistrées par les capteurs installés dans le logement. Cette analyse s'appuie également sur un registre détaillé des périodes d'aération renseigné par les occupants ainsi que sur les données météorologiques historiques correspondant à la période étudiée et à l'emplacement géographique exact du logement.

Le présent rapport a pour objectif de présenter une analyse objective des données disponibles, d'évaluer l'influence des aérations sur les conditions climatiques intérieures, de comparer les mesures aux conditions météorologiques extérieures et d'apprécier si les observations sont compatibles avec l'hypothèse d'un défaut d'aération.

I.2. OBJECTIFS

- analyser les conditions climatiques intérieures
- comparer les conditions intérieures avec les conditions météorologiques extérieures
- évaluer l'influence des aérations réalisées
- analyser les niveaux d'humidité
- étudier le risque de condensation au moyen du point de rosée
- confronter les observations aux recommandations habituellement admises

I.3. NATURE DU DOCUMENT

Le présent document constitue un rapport d'analyse technique réalisé à partir des données transmises par le mandant. Les analyses et conclusions reposent exclusivement sur les informations disponibles au moment de sa rédaction. Ce rapport n'a pas le statut d'une expertise judiciaire.

2. DONNÉES UTILISÉES

L'analyse présentée dans ce rapport repose sur plusieurs sources de données indépendantes, couvrant l'ensemble de la période de mesure. Les différentes données ont été centralisées, contrôlées puis intégrées dans un modèle d'analyse développé sous Microsoft Power BI afin de permettre leur exploitation et leur mise en relation.

2.1. DONNÉES ISSUES DES CAPTEURS

Les données principales proviennent des hygromètres-enregistreurs installés dans le logement par la société mandatée par la gérance. Les relevés concernent les pièces suivantes :

- Chambre
- Séjour
- Cuisine

Les capteurs ont enregistré automatiquement les paramètres suivants :

- Date et heure du relevé
- Température de l'air (°C)
- Humidité relative (%)
- Point de rosée (°C)

Les mesures ont été effectuées toutes les 5 minutes durant la période d'observation, soit du 19.11.2025 au 17.12.2025 pour la chambre et du 26.11.2025 au 17.12.2025 pour le séjour et la cuisine.

2.2. REGISTRE DES AÉRATIONS

Afin de compléter l'analyse, un registre chronologique des aérations a été établi par les occupants du logement. Pour chaque aération, les informations suivantes ont été relevées :

- Date
- Heure de début
- Heure de fin
- Pièce concernée

Le séjour et la cuisine constituant un même espace de vie ouvert, les aérations réalisées dans cette zone ont été considérées comme communes aux deux pièces. Les mêmes périodes d'aération ont donc été utilisées pour l'analyse des relevés du séjour et de la cuisine. Les aérations de la chambre ont, quant à elles, été traitées indépendamment.

Ces informations ont permis de mesurer l'influence des aérations sur l'évolution de la température et de l'humidité intérieure, immédiatement à la fin de l'aération ainsi que 30 minutes après celle-ci.

2.3. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques extérieures ont été obtenues à partir de la plateforme Open-Meteo, en utilisant les coordonnées géographiques exactes du logement.

Les paramètres suivants ont été exploités :

- Température extérieure (°C)
- Humidité relative extérieure (%)

Les données ont été extraites avec la même résolution temporelle (5 minutes) afin de permettre leur comparaison avec les relevés réalisés à l'intérieur du logement.

2.4. INDICATEURS CALCULÉS

En complément des données brutes, plusieurs indicateurs ont été calculés afin de faciliter l'analyse :

- Variation de la température après chaque aération
- Variation de l'humidité après chaque aération
- Variation de la température 30 minutes après une aération
- Variation de l'humidité 30 minutes après une aération
- Répartition du temps passé dans différentes classes d'humidité relative
- Écart entre la température ambiante et le point de rosée
- Temps quotidien consacré à l'aération du logement

L'ensemble de ces indicateurs constitue la base des analyses présentées dans les chapitres suivants.

3. MÉTHODOLOGIE

L'ensemble des données a été intégré dans un modèle d'analyse développé sous Microsoft Power BI, permettant de centraliser les différentes sources de données, de les synchroniser temporellement et de réaliser les traitements nécessaires à leur exploitation.

Les données issues des capteurs, du registre des aérations et des relevés météorologiques ont été harmonisées sur une base temporelle commune afin de permettre leur comparaison. Les analyses réalisées dans le cadre du présent rapport sont les suivantes :

3.1. ANALYSE DES CONDITIONS CLIMATIQUES GÉNÉRALES

Les relevés de température et d'humidité intérieure ont été comparés aux conditions météorologiques extérieures afin d'observer l'évolution du climat intérieur durant la période étudiée.

3.2. ANALYSE DES NIVEAUX D'HUMIDITÉ

Les relevés d'humidité ont été répartis selon quatre classes représentatives :

- inférieure à 50 % ;
- comprise entre 50 % et 55 % ;
- comprise entre 55 % et 60 % ;
- supérieure ou égale à 60 %.

Cette classification permet d'évaluer la proportion du temps pendant laquelle le logement est resté dans chacune des plages d'humidité généralement admises dans la littérature technique.

3.3. ANALYSE DES AÉRATIONS

Pour chaque aération renseignée dans le registre, les indicateurs suivants ont été calculés :

- température immédiatement avant l'aération ;
- température à la fin de l'aération ;
- température 30 minutes après l'aération ;
- humidité relative immédiatement avant l'aération ;
- humidité relative à la fin de l'aération ;
- humidité relative 30 minutes après l'aération.

Les variations observées ont ensuite été calculées afin d'évaluer l'influence réelle des aérations sur les paramètres climatiques du logement.

3.4. ANALYSE DU RISQUE DE CONDENSATION

Pour chaque relevé, l'écart entre la température ambiante et le point de rosée a été calculé. Cet indicateur permet d'évaluer dans quelle mesure les conditions intérieures étaient susceptibles d'entraîner une condensation de l'humidité contenue dans l'air.

3.5. ANALYSE DES HABITUDES D'AÉRATION

Le temps quotidien consacré à l'aération a été calculé à partir du registre fourni par les occupants.

Les résultats ont ensuite été comparés aux recommandations généralement admises concernant l'aération d'un logement occupé durant la période hivernale.

4. ANALYSE DES RÉSULTATS

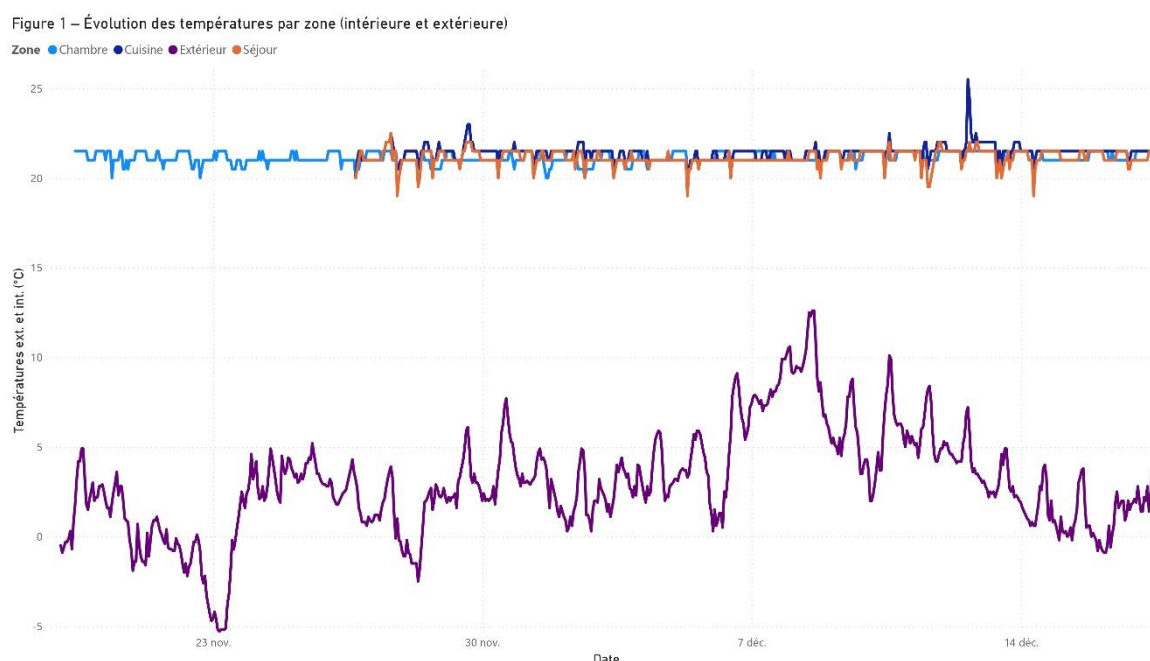
4.1. ANALYSE DES CONDITIONS CLIMATIQUES GÉNÉRALES

INTRODUCTION

Avant d'analyser plus spécifiquement les niveaux d'humidité, l'influence des aérations et le risque de condensation, il est nécessaire d'examiner les conditions climatiques générales observées au sein du logement durant la période étudiée.

Cette première analyse a pour objectif de caractériser l'évolution de la température et de l'humidité relative dans les différentes pièces du logement, tout en les comparant aux conditions météorologiques extérieures. Elle permet d'établir le contexte climatique dans lequel les analyses suivantes seront réalisées.

FIGURE 1 – ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES PAR ZONE (INTÉRIEURE ET EXTÉRIEURE)



DESCRIPTION

La Figure 1 présente l'évolution des températures mesurées dans les trois pièces instrumentées (chambre, séjour et cuisine), ainsi que la température extérieure relevée sur la même période.

Les données, enregistrées toutes les cinq minutes, permettent d'observer simultanément le comportement thermique du logement et les variations des conditions météorologiques extérieures.

OBSERVATIONS

Les relevés mettent en évidence une évolution quotidienne marquée de la température extérieure, caractéristique de la période hivernale. Malgré ces fluctuations, les températures intérieures demeurent relativement stables tout au long de la période d'étude.

Les trois pièces présentent des profils thermiques similaires, avec des écarts de température limités entre elles. Aucune variation brutale ou anomalie particulière n'est observée.

Par ailleurs, les variations importantes de la température extérieure ne se traduisent pas par des fluctuations de même amplitude à l'intérieur du logement.

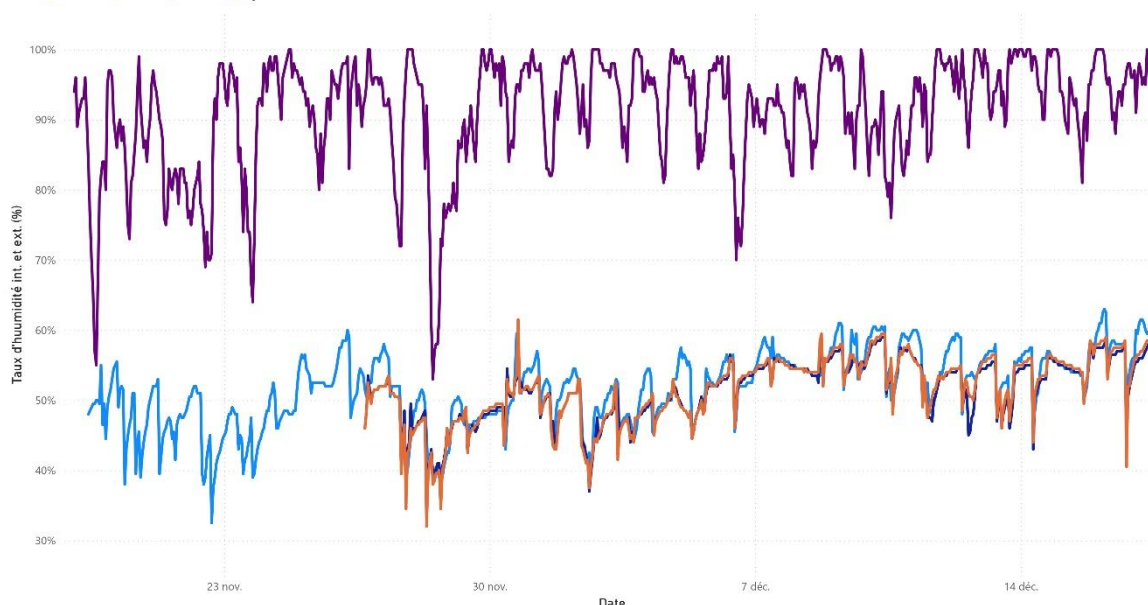
CONSTAT

Les températures intérieures sont restées globalement stables durant toute la période d'observation, malgré des variations quotidiennes importantes de la température extérieure.

FIGURE 2 – ÉVOLUTION DU TAUX D'HUMIDITÉ PAR ZONE (INTÉRIEURE ET EXTÉRIEURE)

Figure 2 – Évolution du taux d'humidité par zone (intérieure et extérieure)

Zone ● Chambre ● Cuisine ● Extérieur ● Séjour



DESCRIPTION

La Figure 2 présente l'évolution du taux d'humidité relative mesuré dans les différentes pièces du logement ainsi que l'humidité relative extérieure sur la même période.

Cette comparaison permet d'observer le comportement hygrométrique du logement au regard des conditions météorologiques extérieures.

OBSERVATIONS

Contrairement à l'humidité extérieure, qui présente des variations importantes au cours de la période étudiée, les taux d'humidité relevés à l'intérieur du logement demeurent relativement homogènes dans les différentes pièces.

Les profils d'humidité du séjour, de la cuisine et de la chambre évoluent de manière similaire, tout en conservant des niveaux distincts selon les pièces. Les variations observées restent progressives et ne mettent pas en évidence d'augmentation brutale ou durable de l'humidité intérieure.

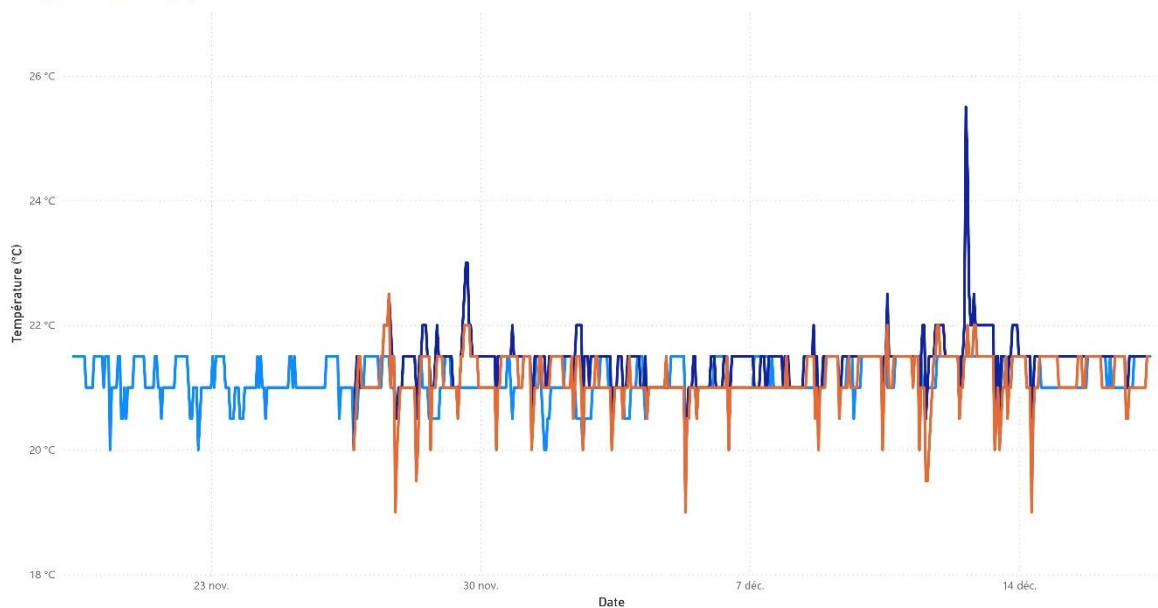
CONSTAT

Les relevés montrent une humidité intérieure globalement stable, dont l'évolution apparaît peu influencée par les fluctuations importantes de l'humidité extérieure.

FIGURE 3 – ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE PAR PIÈCE

Figure 3 – Évolution de la température par pièce

Pièce ● Chambre ● Cuisine ● Séjour



DESCRIPTION

La Figure 3 détaille l'évolution de la température dans chacune des pièces instrumentées du logement au cours de la période étudiée.

Cette représentation permet de comparer le comportement thermique propre à chaque pièce.

OBSERVATIONS

Les températures mesurées dans la chambre, le séjour et la cuisine présentent des évolutions très proches. Les écarts observés entre les pièces demeurent faibles et relativement constants sur l'ensemble de la période.

Aucune pièce ne présente de comportement thermique atypique susceptible de traduire une anomalie particulière.

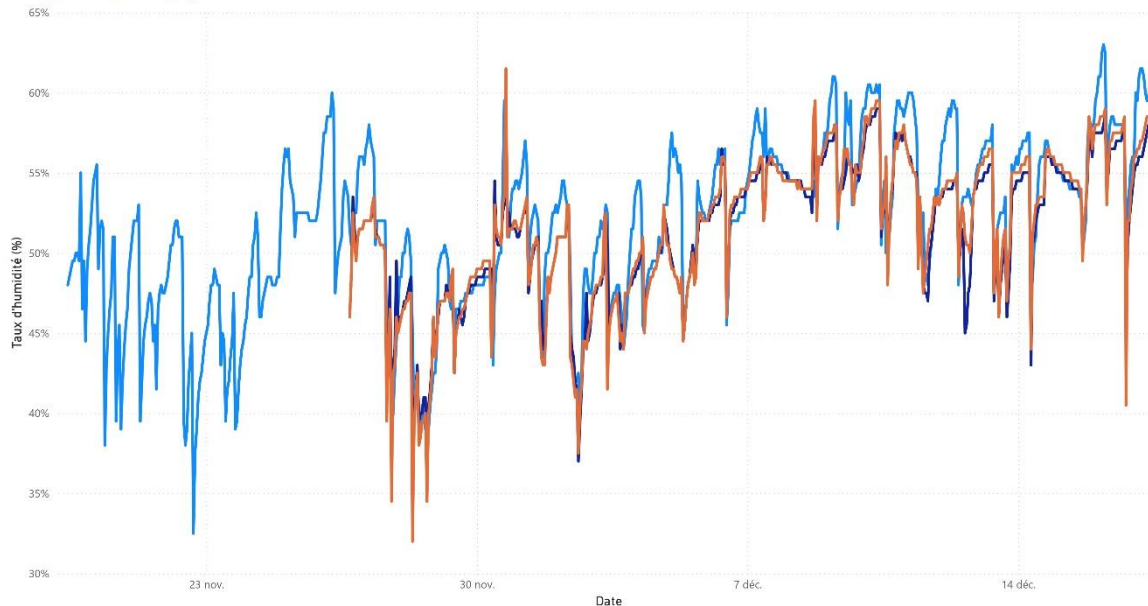
CONSTAT

Les différentes pièces présentent un comportement thermique homogène, caractérisé par des températures relativement constantes et des écarts limités entre elles.

FIGURE 4 – ÉVOLUTION DU TAUX D'HUMIDITÉ PAR PIÈCE

Figure 4 – Évolution du taux d'humidité par pièce

Pièce ● Chambre ● Cuisine ● Séjour



DESCRIPTION

La Figure 4 présente l'évolution du taux d'humidité relative mesuré dans chacune des pièces instrumentées du logement.

Elle permet d'identifier les éventuelles différences de comportement hygrométrique entre les différentes zones du logement.

OBSERVATIONS

Les profils d'humidité des différentes pièces suivent une évolution comparable tout au long de la période étudiée. La chambre présente généralement des valeurs légèrement supérieures à celles observées dans le séjour et la cuisine, tout en restant dans une dynamique similaire.

Les variations observées demeurent progressives et aucune augmentation brutale ou persistante de l'humidité n'est mise en évidence.

CONSTAT

Les mesures mettent en évidence un comportement hygrométrique globalement homogène entre les différentes pièces du logement, la chambre présentant toutefois des niveaux d'humidité légèrement supérieurs à ceux du séjour et de la cuisine.

4.2. ANALYSE DES NIVEAUX D'HUMIDITÉ

INTRODUCTION

L'humidité relative constitue l'un des principaux paramètres permettant d'évaluer le climat intérieur d'un logement et d'apprécier le risque potentiel de développement de moisissures. Toutefois, l'interprétation d'une simple évolution temporelle peut s'avérer limitée. Il est donc pertinent d'analyser également le temps passé dans les différentes plages d'humidité ainsi que la distribution des mesures relevées au cours de la période d'étude.

Les analyses présentées ci-dessous permettent d'identifier les niveaux d'humidité les plus fréquemment observés dans le logement et d'évaluer la durée pendant laquelle les différentes pièces sont restées dans chaque catégorie d'humidité relative.

FIGURE 5 – TEMPS PASSÉ DANS LES DIFFÉRENTES CATÉGORIES D'HUMIDITÉ PAR PIÈCE

Figure 5 – Temps passé dans les différentes catégories d'humidité par pièce

Catégorie humidité ● 1. < 50 % ● 2. 50 - 55 % ● 3. 55 - 60 % ● 4. ≥ 60 %



DESCRIPTION

La Figure 5 présente le temps cumulé passé par chaque pièce dans quatre catégories d'humidité relative (< 50 %, 50–55 %, 55–60 % et ≥ 60 %) durant la période d'observation. Cette représentation permet d'évaluer la durée pendant laquelle les différentes pièces du logement sont restées dans chaque plage d'humidité.

OBSERVATIONS

Les mesures montrent que, pour les trois pièces instrumentées, la majeure partie de la période d'observation s'est déroulée avec un taux d'humidité compris entre 50 % et 60 %.

Dans la chambre, 238,1 heures ont été enregistrées entre 50 % et 55 %, auxquelles s'ajoutent 177,3 heures entre 55 % et 60 %, soit plus de 415 heures dans cette plage. La chambre est également la seule pièce ayant enregistré une durée significative au-dessus de 60 %, avec 29,2 heures sur l'ensemble de la période.

Le séjour et la cuisine présentent un comportement très similaire. La catégorie 50–55 % est également la plus représentée (187,7 heures pour le séjour et 198,2 heures pour la cuisine), suivie de la catégorie 55–60 % (141,3 heures et 125,2 heures respectivement). Aucune durée notable n'est observée au-delà de 60 % dans ces deux pièces.

Enfin, les périodes où l'humidité est restée inférieure à 50 % représentent également une part importante des mesures, avec 228,0 heures dans la chambre, 172,5 heures dans la cuisine et 166,4 heures dans le séjour.

CONSTAT

Les mesures mettent en évidence que l'humidité relative est restée majoritairement comprise entre 50 % et 60 % dans les trois pièces du logement. La chambre est la seule pièce ayant enregistré des épisodes d'humidité supérieurs ou égaux à 60 %, pour une durée cumulée de 29,2 heures, soit 4,3 % de la période d'observation. À l'inverse, 95,7 % des mesures réalisées dans la chambre ont été relevées avec une humidité inférieure à 60 %, tandis que le séjour et la cuisine sont restés presque exclusivement sous ce seuil.

FIGURES 6 ET 7 – DISTRIBUTION DES RELEVÉS D'HUMIDITÉ

Figure 6 – Distribution des relevés d'humidité – Chambre

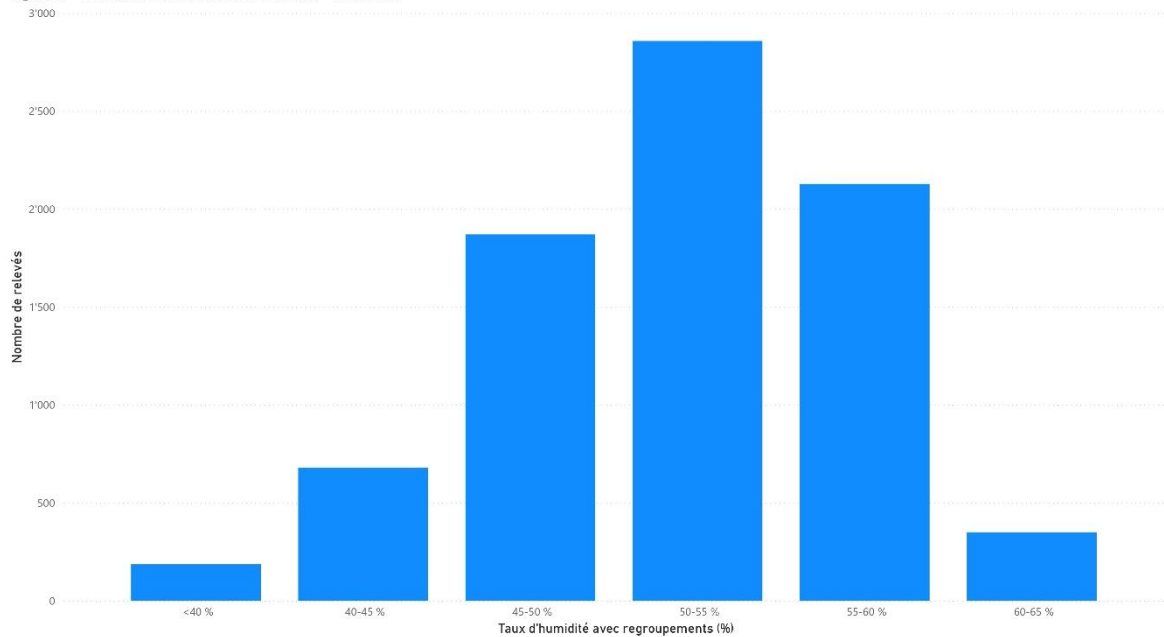
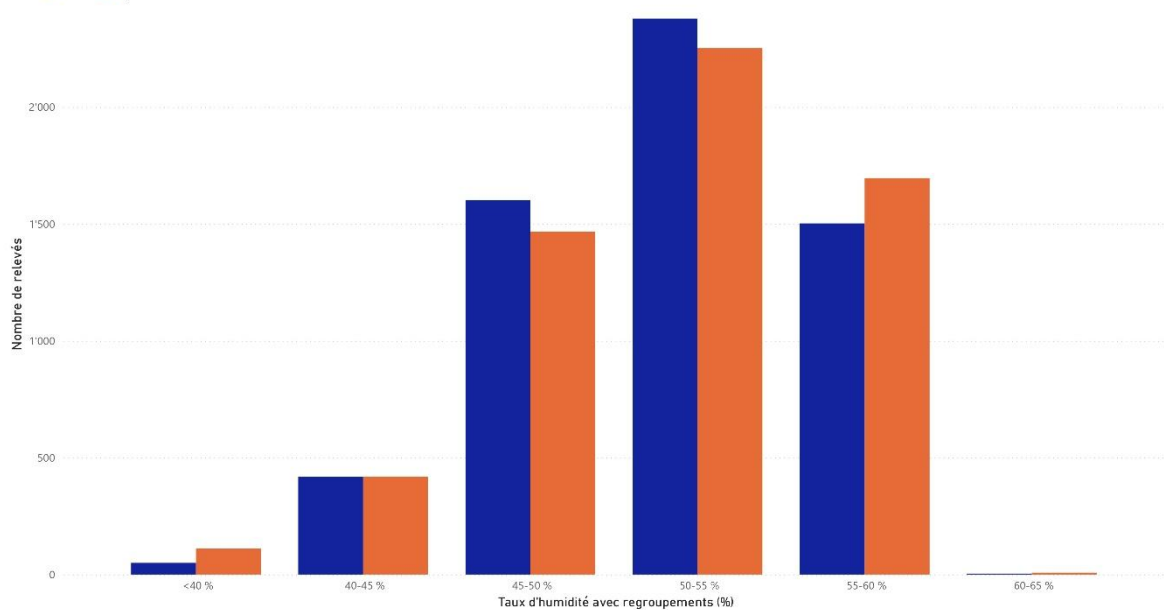


Figure 7 – Distribution des relevés d'humidité – Séjour et cuisine

Pièce ● Cuisine ● Séjour



DESCRIPTION

Les Figures 6 et 7 présentent la distribution des relevés d'humidité relative selon différentes classes d'humidité. Contrairement à la Figure 5, qui exprime le temps cumulé passé dans chaque catégorie, ces histogrammes illustrent la fréquence des mesures enregistrées dans chaque plage d'humidité au cours de la période d'observation.

Cette représentation permet d'identifier les niveaux d'humidité les plus fréquemment rencontrés dans les différentes pièces du logement.

OBSERVATIONS

Les distributions observées présentent un profil comparable dans les trois pièces instrumentées.

Pour la chambre, les mesures sont principalement concentrées dans la classe 50–55 %, suivie des classes 55–60 % et 45–50 %. Les relevés inférieurs à 40 % ainsi que ceux compris entre 60 % et 65 % restent nettement minoritaires.

Le séjour et la cuisine présentent une distribution très similaire. La classe 50–55 % demeure la plus représentée, tandis que les classes 45–50 % et 55–60 % regroupent également une part importante des mesures. Les valeurs extrêmes (< 40 % et 60–65 %) sont peu fréquentes et représentent une faible proportion de l'ensemble des relevés.

La chambre se distingue néanmoins par une fréquence légèrement plus élevée de mesures comprises entre 60 % et 65 %, ce qui rejoint les observations réalisées à la Figure 5.

CONSTAT

Les distributions des relevés montrent que, dans les trois pièces du logement, les mesures d'humidité relative sont principalement concentrées entre 45 % et 60 %, avec un pic de fréquence situé dans la classe 50–55 %. Les valeurs extrêmes, inférieures à 40 % ou comprises entre 60 % et 65 %, demeurent peu représentées, la chambre présentant toutefois une proportion légèrement plus importante de relevés dans cette dernière catégorie.

4.3. INFLUENCE DES AÉRATIONS SUR LE TAUX D'HUMIDITÉ

INTRODUCTION

Afin d'évaluer l'efficacité des aérations réalisées par les occupants, un registre recensant les périodes d'ouverture des fenêtres a été confronté aux données enregistrées par les capteurs d'humidité. Pour chaque événement d'aération, la variation du taux d'humidité a été calculée entre la mesure précédant le début de l'aération, celle relevée à la fin de l'aération, ainsi que celle enregistrée 30 minutes après la fin de l'aération.

Cette analyse permet d'apprécier l'impact immédiat des aérations sur l'humidité relative des différentes pièces du logement.

FIGURES 8 À 10 – VARIATION DU TAUX D'HUMIDITÉ APRÈS AÉRATION

Figure 8 – Variation du taux d'humidité après aération – Chambre

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

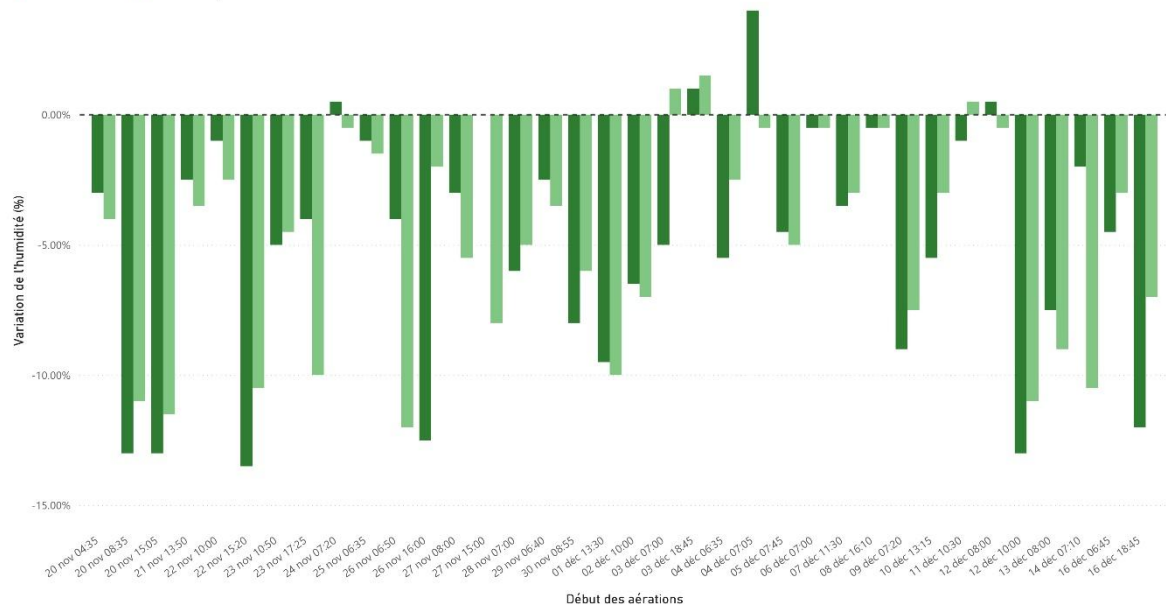


Figure 9 – Variation du taux d'humidité après aération – Séjour

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

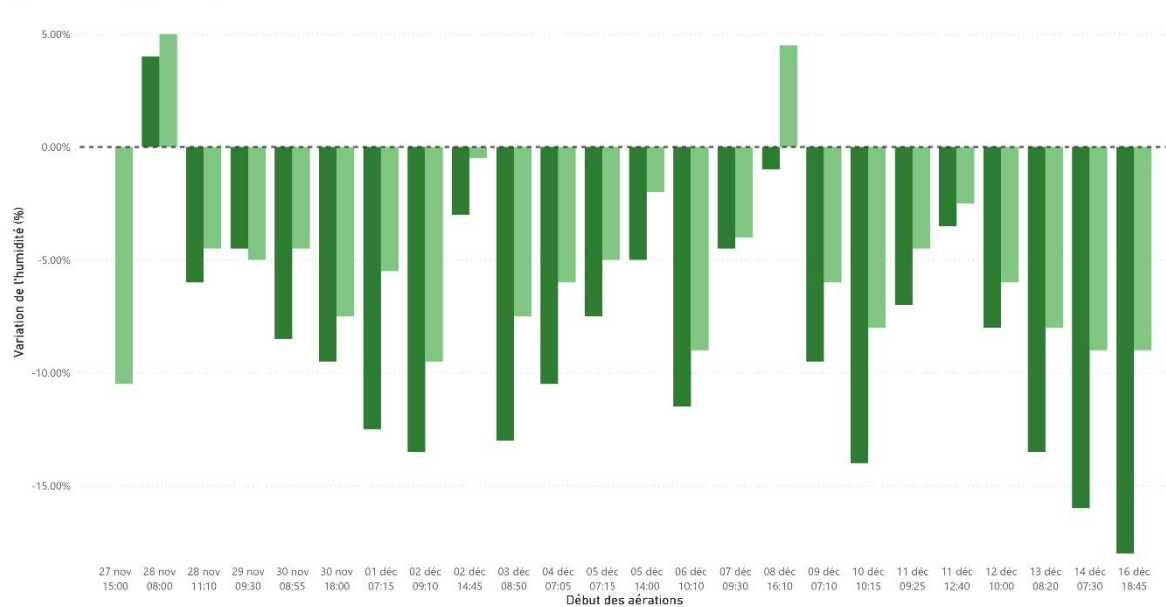
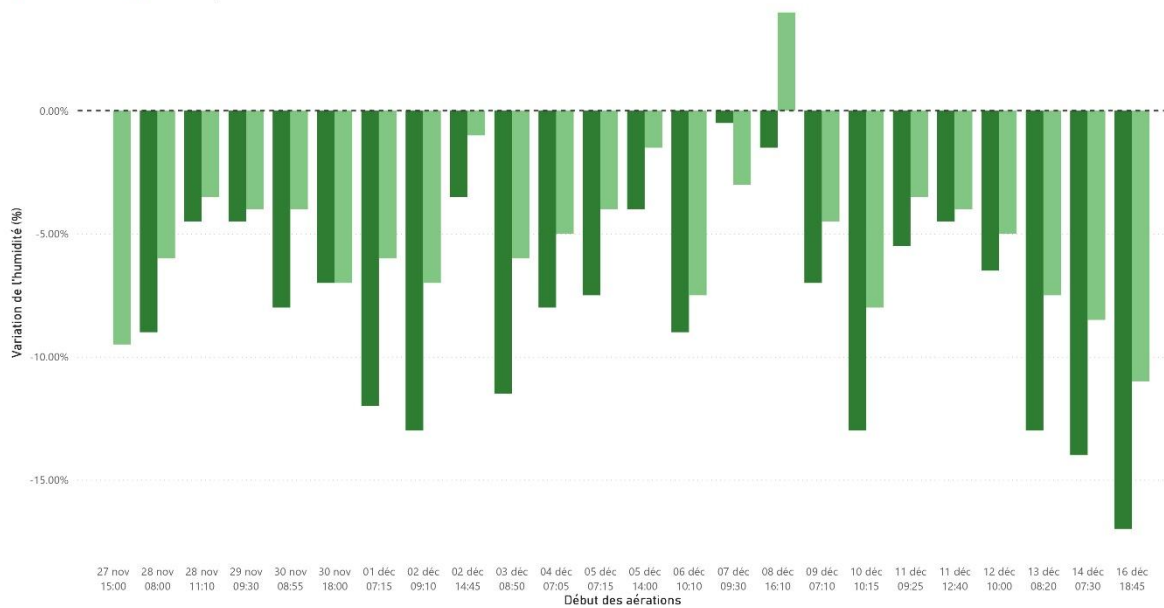


Figure 10 – Variation du taux d'humidité après aération – Cuisine

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération



DESCRIPTION

Les Figures 8 à 10 présentent la variation du taux d'humidité relative observée à l'issue de chaque aération recensée dans le registre, ainsi que la variation mesurée 30 minutes après la fin de celle-ci, respectivement pour la chambre, le séjour et la cuisine.

Les valeurs négatives traduisent une diminution de l'humidité par rapport à la mesure précédant l'ouverture des fenêtres, tandis que les valeurs positives correspondent à une légère augmentation.

OBSERVATIONS

Les résultats mettent en évidence une diminution du taux d'humidité dans la quasi-totalité des aérations réalisées, quelle que soit la pièce concernée.

Les baisses observées à la fin des aérations sont généralement comprises entre 3 et 10 points d'humidité relative, plusieurs épisodes dépassant ponctuellement 10 points. Les diminutions les plus importantes sont observées dans le séjour et la cuisine, où certaines aérations entraînent une réduction de l'humidité de près de 17 points.

Les mesures réalisées 30 minutes après la fin des aérations montrent que cette diminution demeure globalement visible. Bien qu'une légère remontée de l'humidité soit parfois observée, les niveaux restent, dans la majorité des cas, inférieurs à ceux mesurés avant l'ouverture des fenêtres.

Quelques épisodes isolés présentent une légère augmentation de l'humidité à l'issue de l'aération ou 30 minutes plus tard. Ces situations demeurent toutefois peu fréquentes et de faible amplitude par rapport à l'ensemble des mesures.

Le comportement observé est similaire dans les trois pièces instrumentées, traduisant un effet cohérent des aérations sur l'ensemble du logement.

CONSTAT

Les mesures montrent que les aérations entraînent presque systématiquement une diminution immédiate du taux d'humidité relative dans les trois pièces du logement. Cette diminution est généralement maintenue, au moins partiellement, 30 minutes après la fermeture des fenêtres. Les rares augmentations observées restent ponctuelles et ne remettent pas en cause la tendance générale, qui met clairement en évidence l'efficacité des aérations pour réduire rapidement l'humidité intérieure.

4.4. INFLUENCE DES AÉRATIONS SUR LA TEMPÉRATURE

INTRODUCTION

En complément de l'analyse de l'humidité relative, l'influence des aérations sur la température intérieure a également été étudiée. À partir du registre des aérations et des mesures enregistrées par les capteurs, la variation de température a été calculée entre la mesure précédant le début de l'aération, celle relevée à la fin de l'aération ainsi que celle enregistrée 30 minutes après la fermeture des fenêtres.

Cette analyse permet d'évaluer l'impact des aérations sur le confort thermique des différentes pièces du logement.

FIGURES 11 À 13 – VARIATION DE LA TEMPÉRATURE APRÈS AÉRATION

Figure 11 – Variation de la température après aération – Chambre

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

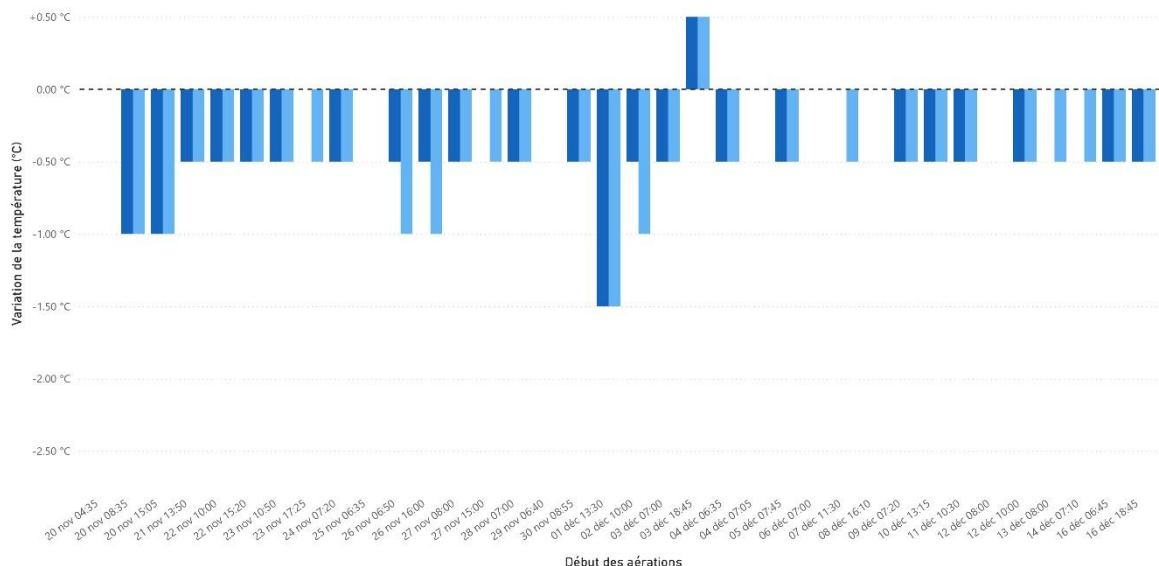


Figure 12 – Variation de la température après aération – Séjour

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

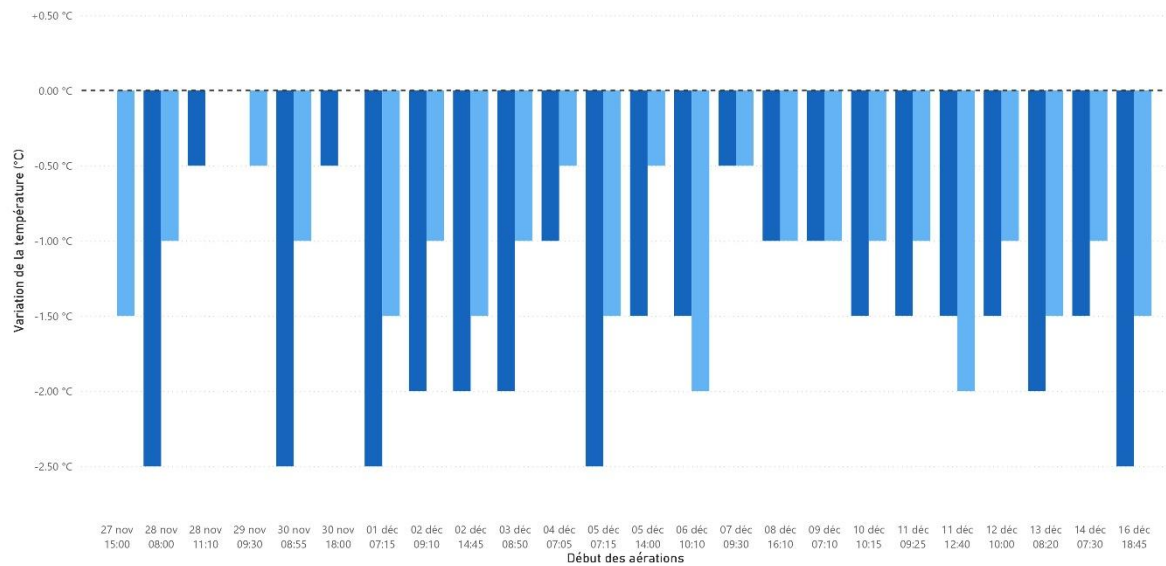
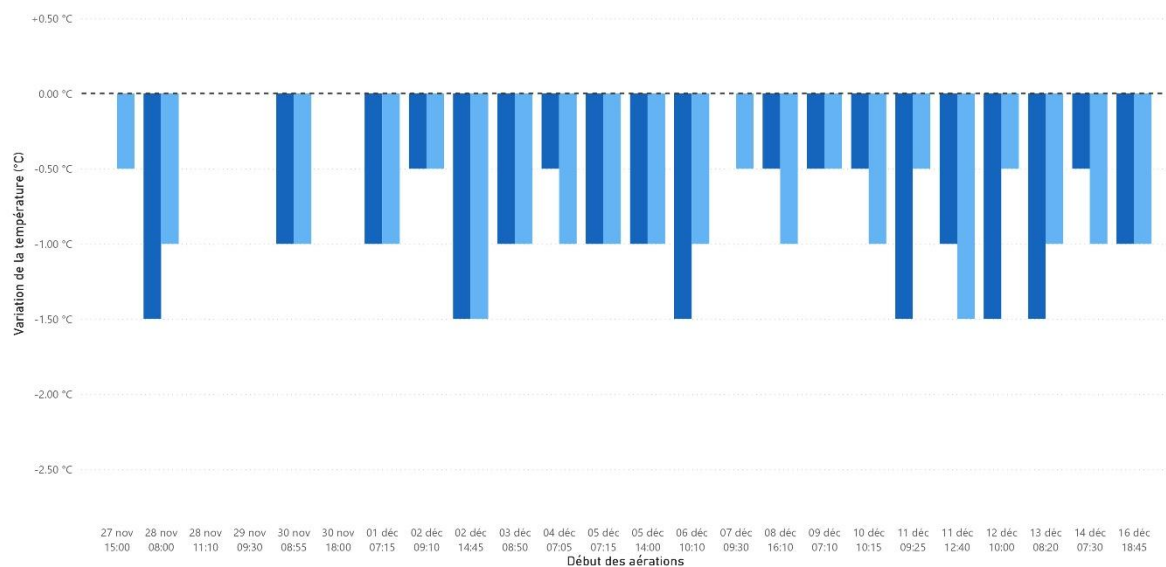


Figure 13 – Variation de la température après aération – Cuisine

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération



DESCRIPTION

Les Figures 11 à 13 présentent la variation de température observée à la fin de chaque aération ainsi que celle mesurée 30 minutes après la fermeture des fenêtres, respectivement pour la chambre, le séjour et la cuisine.

Les valeurs négatives traduisent une diminution de la température par rapport à la mesure précédant l'aération, tandis que les valeurs positives correspondent à une légère augmentation.

OBSERVATIONS

Les mesures montrent qu'une légère diminution de la température est observée à l'issue de la majorité des aérations réalisées.

Dans la chambre, cette diminution est généralement limitée à 0,5 °C, avec quelques épisodes atteignant ponctuellement 1,0 à 1,5 °C. Le séjour présente des diminutions un peu plus marquées, comprises le plus souvent entre 1,0 et 2,0 °C, tandis que la cuisine affiche des variations intermédiaires, généralement comprises entre 0,5 et 1,5 °C.

Les mesures réalisées 30 minutes après la fin des aérations montrent que ces diminutions restent globalement du même ordre de grandeur. Quelques écarts ponctuels sont observés, mais aucune baisse importante ou durable de la température intérieure n'est mise en évidence au cours de la période étudiée.

Les rares augmentations de température observées demeurent isolées et de faible amplitude.

CONSTAT

Les mesures montrent que les aérations entraînent une diminution modérée de la température intérieure, généralement comprise entre 0,5 °C et 2,0 °C selon les pièces et les épisodes d'aération. Les variations observées restent limitées au regard de l'effet obtenu sur la réduction de l'humidité relative et ne mettent pas en évidence de refroidissement important ou durable du logement.

4.5. ANALYSE DU RISQUE DE CONDENSATION

INTRODUCTION

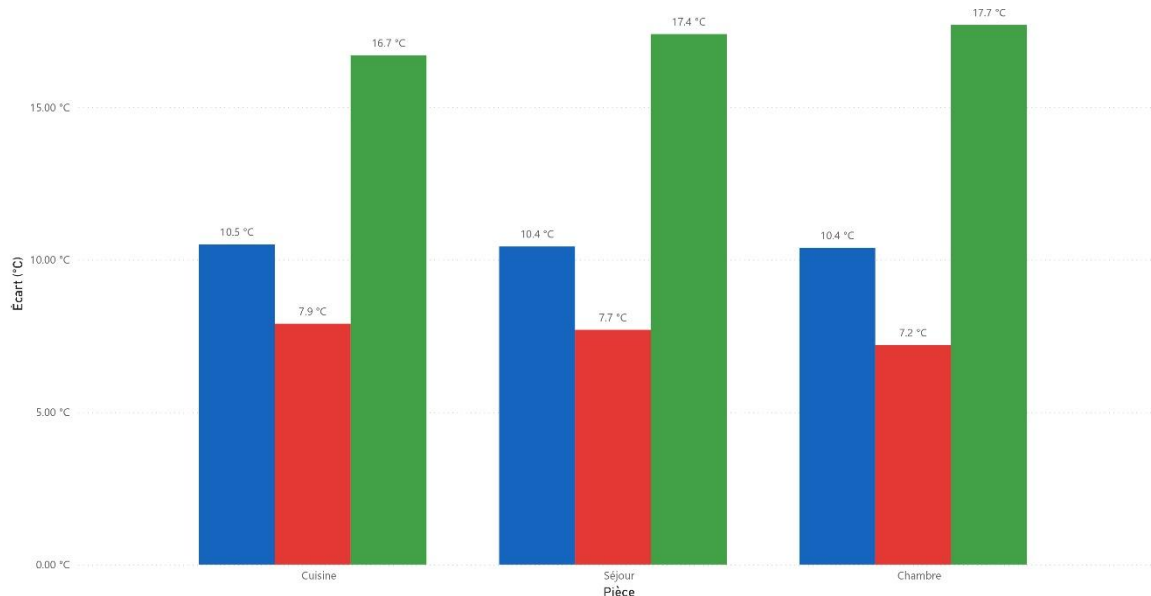
Au-delà du taux d'humidité relative, le risque de condensation dépend également de l'écart entre la température de l'air et son point de rosée. Plus cet écart est faible, plus le risque que de la vapeur d'eau se condense sur une surface froide est élevé.

L'analyse suivante vise à déterminer si les conditions climatiques relevées durant la période étudiée étaient susceptibles d'entraîner l'apparition de condensation dans les différentes pièces du logement.

FIGURE 14 – ÉCART ENTRE LA TEMPÉRATURE ET LE POINT DE ROSÉE

Figure 14 – Écart entre la température ambiante et le point de rosée

● Delta moyen point de rosée ● Delta minimum point de rosée ● Delta maximum point de rosée



DESCRIPTION

La Figure 14 présente, pour chaque pièce instrumentée, l'écart moyen, minimal et maximal observé entre la température intérieure et le point de rosée durant la période d'observation.

Cet indicateur permet d'apprécier la proximité des conditions de condensation. Plus l'écart est important, plus la température de l'air demeure éloignée de son point de saturation et plus le risque de condensation est faible.

OBSERVATIONS

Les résultats montrent des écarts moyens très similaires dans les trois pièces du logement, compris entre 10,4 °C et 10,5 °C.

Même les écarts minimaux relevés restent relativement élevés, avec 7,2 °C dans la chambre, 7,7 °C dans le séjour et 7,9 °C dans la cuisine.

Les écarts maximaux atteignent quant à eux 16,7 °C, 17,4 °C et 17,7 °C, traduisant des périodes durant lesquelles les conditions étaient très éloignées de toute possibilité de condensation.

Aucune différence significative n'est observée entre les trois pièces, dont le comportement apparaît particulièrement homogène sur l'ensemble de la période.

CONSTAT

Les mesures mettent en évidence un écart constamment important entre la température intérieure et le point de rosée, compris entre 7,2 °C et 17,7 °C selon les pièces. Les conditions relevées durant la période étudiée sont ainsi restées durablement éloignées des conditions favorables à l'apparition de condensation sur les surfaces intérieures.

4.6. ANALYSE DES HABITUDES D'AÉRATION

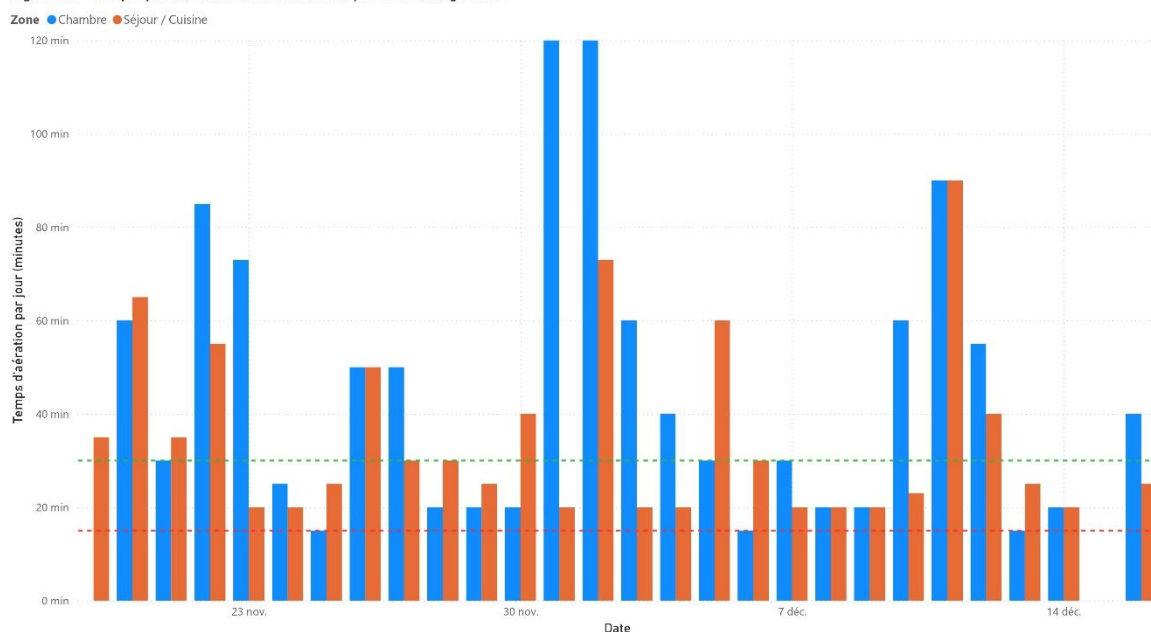
INTRODUCTION

En complément de l'analyse de l'effet des aérations sur les conditions climatiques intérieures, il est également pertinent d'examiner leur fréquence et leur durée au cours de la période étudiée.

Les données issues du registre d'aération permettent d'évaluer les habitudes des occupants et de les comparer aux recommandations généralement admises en matière de renouvellement de l'air dans un logement.

FIGURE 15 – TEMPS QUOTIDIEN CONSACRÉ À L'AÉRATION PAR ZONE DU LOGEMENT

Figure 15 – Temps quotidien consacré à l'aération par zone du logement



DESCRIPTION

La Figure 15 présente la durée quotidienne cumulée des aérations réalisées dans la chambre et dans la pièce de vie (séjour / cuisine). La cuisine n'est pas représentée séparément, les deux capteurs étant installés dans un même espace ouvert et partageant les mêmes événements d'aération. Afin d'éviter un double comptage, seule la série représentative du séjour est présentée.

Deux lignes horizontales de référence sont également représentées afin de faciliter l'interprétation des résultats. Elles correspondent à une durée quotidienne d'aération de 15 minutes (ligne rouge) et de 30 minutes (ligne verte), en cohérence avec les recommandations de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), qui préconise d'aérer les logements trois fois par jour pendant 5 à 10 minutes, fenêtres entièrement ouvertes, durant la période de chauffage.

OBSERVATIONS

Les résultats montrent que des aérations ont été réalisées tout au long de la période d'observation, à l'exception d'une seule journée pour laquelle aucune aération n'a été consignée.

La durée quotidienne des aérations varie d'un jour à l'autre, mais se situe, dans la majorité des cas, à l'intérieur ou au-dessus de la plage de référence comprise entre 15 et 30 minutes par jour. Plusieurs journées présentent des durées d'aération supérieures à une heure, tandis que deux journées dépassent une durée cumulée de deux heures.

Les habitudes observées apparaissent globalement similaires entre la chambre et la pièce de vie, traduisant un renouvellement de l'air réalisé de manière régulière dans l'ensemble du logement.

CONSTAT

Les données du registre d'aération mettent en évidence des aérations régulières durant toute la période étudiée, une seule journée ne comportant aucune aération enregistrée. La majorité des journées présentent des durées d'ouverture conformes ou supérieures à la plage de référence de 15 à 30 minutes par jour issue des recommandations de l'OFSP. Plusieurs journées dépassent largement cette durée, dont deux journées avec plus de deux heures d'aération cumulée, témoignant d'un renouvellement de l'air soutenu dans le logement.

5. DISCUSSION

Les analyses réalisées à partir des données enregistrées par les capteurs, du registre des aérations et des données météorologiques permettent de dresser un état objectif des conditions climatiques observées dans le logement durant la période étudiée.

Les résultats mettent tout d'abord en évidence un comportement thermique stable du logement. Malgré les variations importantes de la température extérieure, caractéristiques de la période hivernale, les températures mesurées dans les différentes pièces demeurent relativement constantes, sans variation brutale ni anomalie particulière.

Concernant l'humidité relative, les mesures montrent que celle-ci est restée majoritairement comprise entre 45 % et 60 % dans les trois pièces instrumentées. La chambre présente ponctuellement des valeurs supérieures à 60 %, représentant environ 29 heures, soit 4,3 % de la période d'observation, tandis que le séjour et la cuisine sont restés presque exclusivement sous ce seuil.

L'analyse de la distribution des relevés confirme ces observations. Les mesures se concentrent principalement dans la classe 50–55 %, suivie des classes 45–50 % et 55–60 %, les valeurs extrêmes demeurant peu représentées durant l'ensemble de la période étudiée.

L'étude spécifique des événements d'aération met en évidence un résultat particulièrement homogène. Dans la quasi-totalité des cas, les aérations entraînent une diminution immédiate du taux d'humidité relative, généralement comprise entre 3 et 10 points d'humidité relative, avec plusieurs épisodes dépassant ponctuellement 10 points. Les mesures réalisées 30 minutes après la fermeture des fenêtres montrent que cet effet demeure généralement visible, malgré une légère remontée progressive de l'humidité dans certains cas.

En parallèle, l'impact des aérations sur la température intérieure apparaît relativement limité. Les diminutions observées restent généralement comprises entre 0,5 °C et 2,0 °C, selon les pièces et les épisodes d'aération, sans mise en évidence d'un refroidissement important ou durable du logement.

L'analyse du point de rosée montre par ailleurs que l'écart entre la température intérieure et le point de rosée est resté compris entre 7,2 °C et 17,7 °C durant l'ensemble de la période étudiée. Les conditions climatiques observées sont ainsi demeurées durablement éloignées des conditions généralement favorables à la condensation de l'humidité contenue dans l'air.

Enfin, le registre d'aération met en évidence des habitudes d'aération régulières durant la période analysée. Une seule journée ne comporte aucune aération enregistrée, tandis que la majorité des journées présentent des durées d'ouverture comprises dans ou supérieures à la plage de référence de 15 à 30 minutes par jour, correspondant aux recommandations de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), qui préconise d'aérer les logements trois fois par jour pendant 5 à 10 minutes durant la période de chauffage. Plusieurs journées présentent des durées d'aération supérieures à une heure et deux journées dépassent même une durée cumulée de deux heures.

Pris dans leur ensemble, ces résultats montrent que les occupants ont procédé à un renouvellement régulier de l'air intérieur et que ces aérations produisent un effet mesurable et reproductible sur la diminution de l'humidité relative du logement.

Le rapport établi par la société mandatée par la gérance fait également état de différents constats réalisés lors de la visite technique du logement, notamment au moyen d'une caméra thermique. Ces éléments doivent être pris en considération dans l'analyse globale des causes

potentielles des désordres observés, les caractéristiques thermiques du bâtiment pouvant influencer localement les conditions de surface, indépendamment des conditions climatiques générales mesurées dans l'air ambiant.

Au regard des données analysées, les résultats obtenus ne permettent pas d'établir, sur la seule base des mesures climatiques disponibles, qu'un défaut d'aération constitue l'unique explication des désordres observés. Les mesures mettent au contraire en évidence des aérations régulières, conformes aux recommandations générales de l'OFSP durant la période de mesure, ainsi qu'un effet systématique et quantifiable de ces aérations sur la diminution de l'humidité intérieure.

Les résultats présentés dans ce rapport invitent ainsi à considérer l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer l'apparition de moisissures. Les données climatiques analysées ne mettent pas en évidence un niveau d'humidité durablement élevé ni des habitudes d'aération insuffisantes. Elles soulignent en revanche l'importance d'appréhender conjointement les conditions d'occupation, les caractéristiques thermiques du bâtiment et les constats techniques réalisés lors de l'inspection du logement.

6. CONCLUSION

Le présent rapport avait pour objectif d'analyser les conditions climatiques observées dans le logement à partir des données enregistrées par les capteurs de température et d'humidité, du registre des aérations tenu par les occupants ainsi que des données météorologiques correspondant à la période étudiée.

Les analyses réalisées mettent en évidence un logement présentant des températures intérieures stables, une humidité relative majoritairement comprise entre 45 % et 60 %, ainsi que des habitudes d'aération régulières. Les événements d'aération enregistrés produisent un effet immédiat, mesurable et reproductible sur la diminution de l'humidité relative, tout en entraînant une baisse limitée de la température intérieure.

L'analyse du point de rosée montre par ailleurs que les conditions climatiques observées sont demeurées éloignées des situations généralement favorables à la condensation de l'humidité contenue dans l'air. Les relevés mettent également en évidence des durées d'aération globalement compatibles avec les recommandations de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), qui préconise d'aérer les logements plusieurs fois par jour durant la période de chauffage.

Au regard des données disponibles, les résultats obtenus ne permettent pas d'établir qu'un défaut d'aération des occupants constitue, à lui seul, l'explication des désordres constatés. Les mesures mettent au contraire en évidence un renouvellement régulier de l'air intérieur, ainsi qu'un effet systématique des aérations sur la réduction de l'humidité relative.

Les conclusions présentées dans ce rapport ne remettent pas en cause les constatations réalisées lors de la visite technique du logement. Elles montrent toutefois que les données climatiques recueillies ne permettent pas, à elles seules, de retenir un défaut d'aération comme unique explication des désordres observés. Les éléments techniques relevés lors de cette visite, ainsi que les caractéristiques constructives du bâtiment, doivent également être pris en considération dans l'analyse globale de la situation.

La présente étude constitue ainsi une analyse technique fondée sur les données disponibles durant la période d'observation. Elle a pour vocation d'apporter un éclairage objectif sur les conditions climatiques du logement et de compléter les autres éléments techniques du dossier dans l'appréciation des causes susceptibles d'avoir contribué à l'apparition des moisissures.

6.1. LIMITES DE L'ÉTUDE

La présente analyse repose sur les données des capteurs installés dans le logement, le registre des aérations tenu par les occupants et les données météorologiques historiques correspondant à la période étudiée. Elle ne comprend ni inspection du bâtiment, ni mesures de température de surface, ni investigation destructive. Les conclusions sont donc limitées aux données disponibles et doivent être interprétées dans ce contexte.

7. RÉFÉRENCES

Les références ci-dessous regroupent les principales sources documentaires utilisées pour la réalisation de cette analyse, ainsi que les recommandations techniques et scientifiques ayant servi à l'interprétation des résultats.

7.1. ORGANISMES OFFICIELS

Organisation mondiale de la Santé (OMS) – Lignes directrices relatives à la qualité de l'air intérieur : humidité et moisissures.

Organisation mondiale de la Santé, Bureau régional de l'Europe, 2009.

Office fédéral de la santé publique (OFSP) – Aération et chauffage appropriés.

Office fédéral de la santé publique (OFSP) – Moisissures dans les habitations.

7.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Open-Meteo Historical Weather API. Données météorologiques historiques utilisées pour la période étudiée.

7.3. LOGICIELS UTILISÉS

Microsoft Power BI Desktop. Utilisé pour l'intégration, le traitement et la visualisation des données.

7.4. DOCUMENTS ANALYSÉS

Registre des aérations transmis par le client privé (cf. Annexe B).

Rapport technique établi par la société mandatée par la gérance et données issues des capteurs de température et d'humidité installés dans le logement (cf. Annexe C).

7.5. LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould.
World Health Organization, 2009.

ANNEXES

ANNEXE A – FIGURES

FIGURE 1 – ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES PAR ZONE (INTÉRIEURE ET EXTÉRIEURE)

Figure 1 – Évolution des températures par zone (intérieure et extérieure)

Zone ● Chambre ● Cuisine ● Extérieur ● Séjour

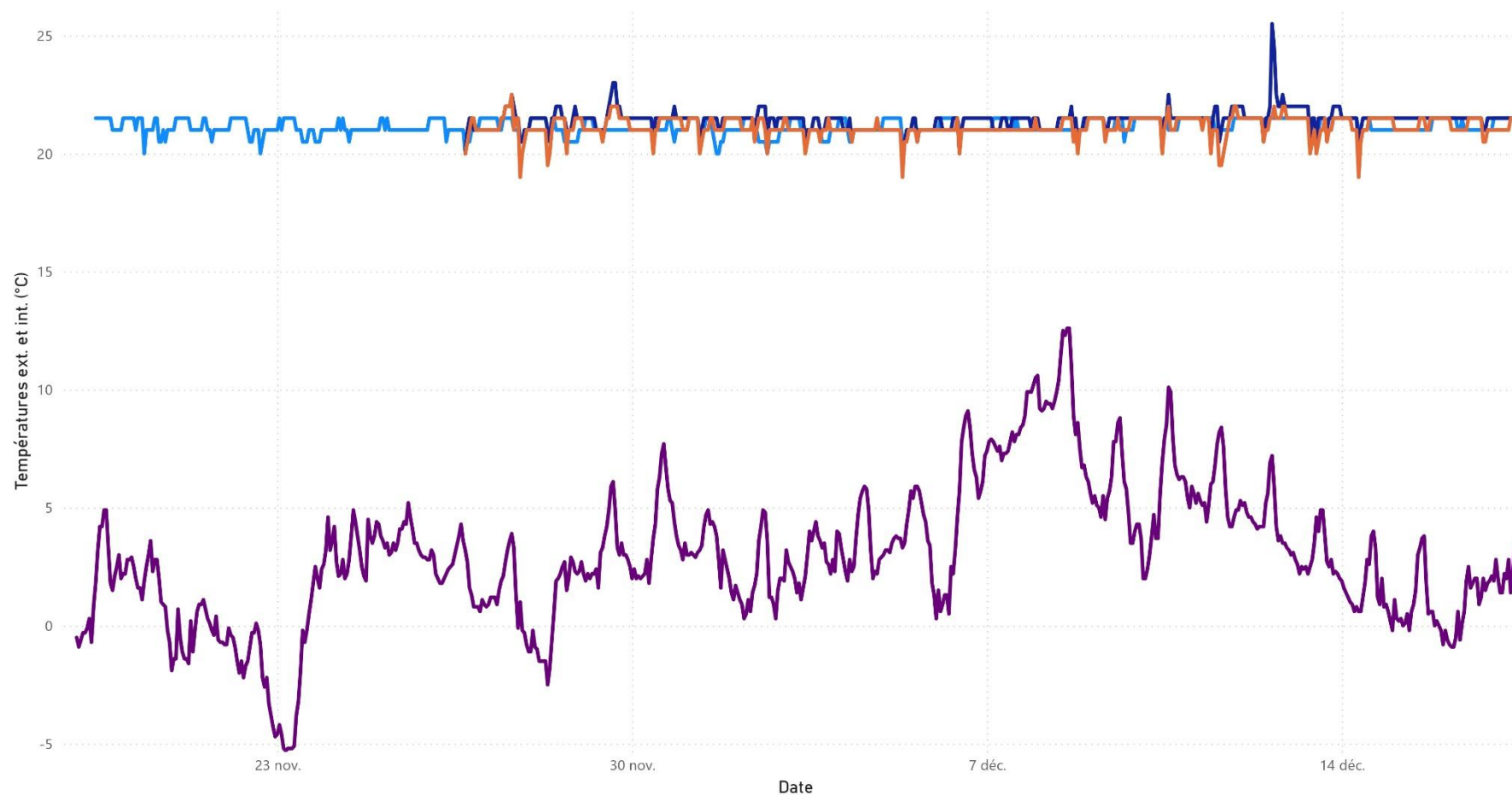


FIGURE 2 – ÉVOLUTION DU TAUX D'HUMIDITÉ PAR ZONE (INTÉRIEURE ET EXTÉRIEURE)

Figure 2 – Évolution du taux d'humidité par zone (intérieure et extérieure)

Zone ● Chambre ● Cuisine ● Extérieur ● Séjour

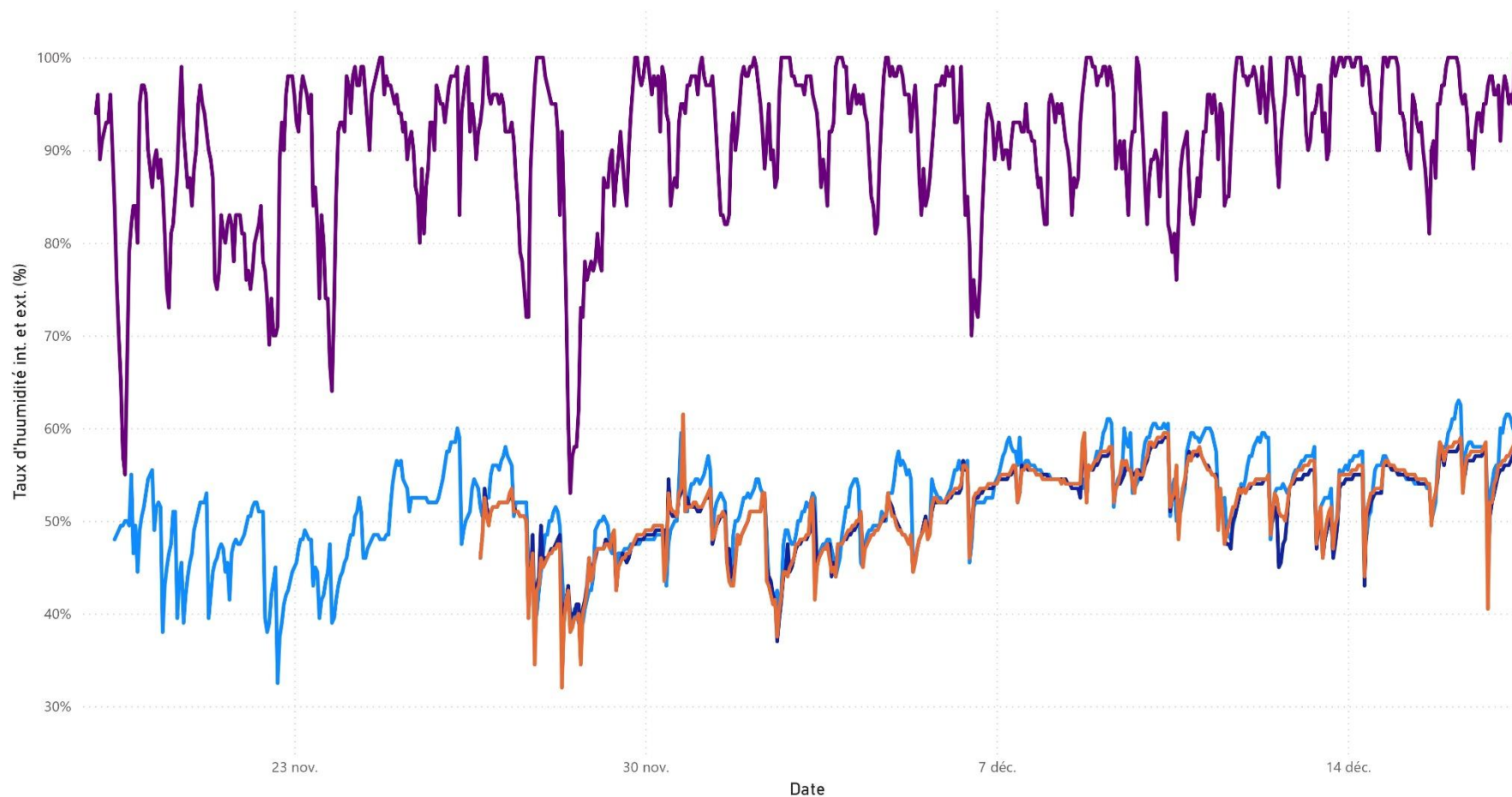


FIGURE 3 – ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE PAR PIÈCE

Figure 3 – Évolution de la température par pièce

Pièce ● Chambre ● Cuisine ● Séjour

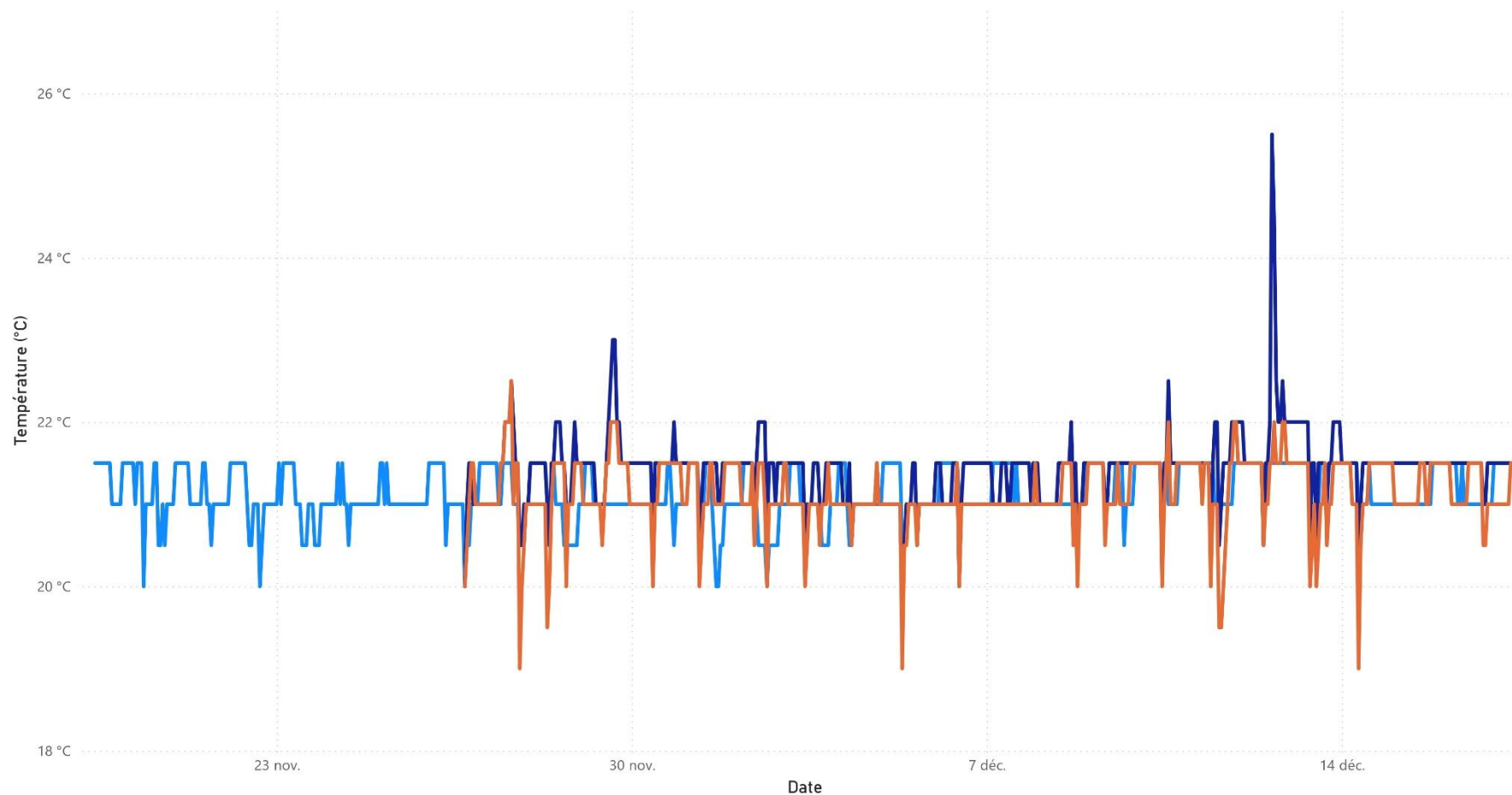


FIGURE 4 – ÉVOLUTION DU TAUX D'HUMIDITÉ PAR PIÈCE

Figure 4 – Évolution du taux d'humidité par pièce

Pièce ● Chambre ● Cuisine ● Séjour

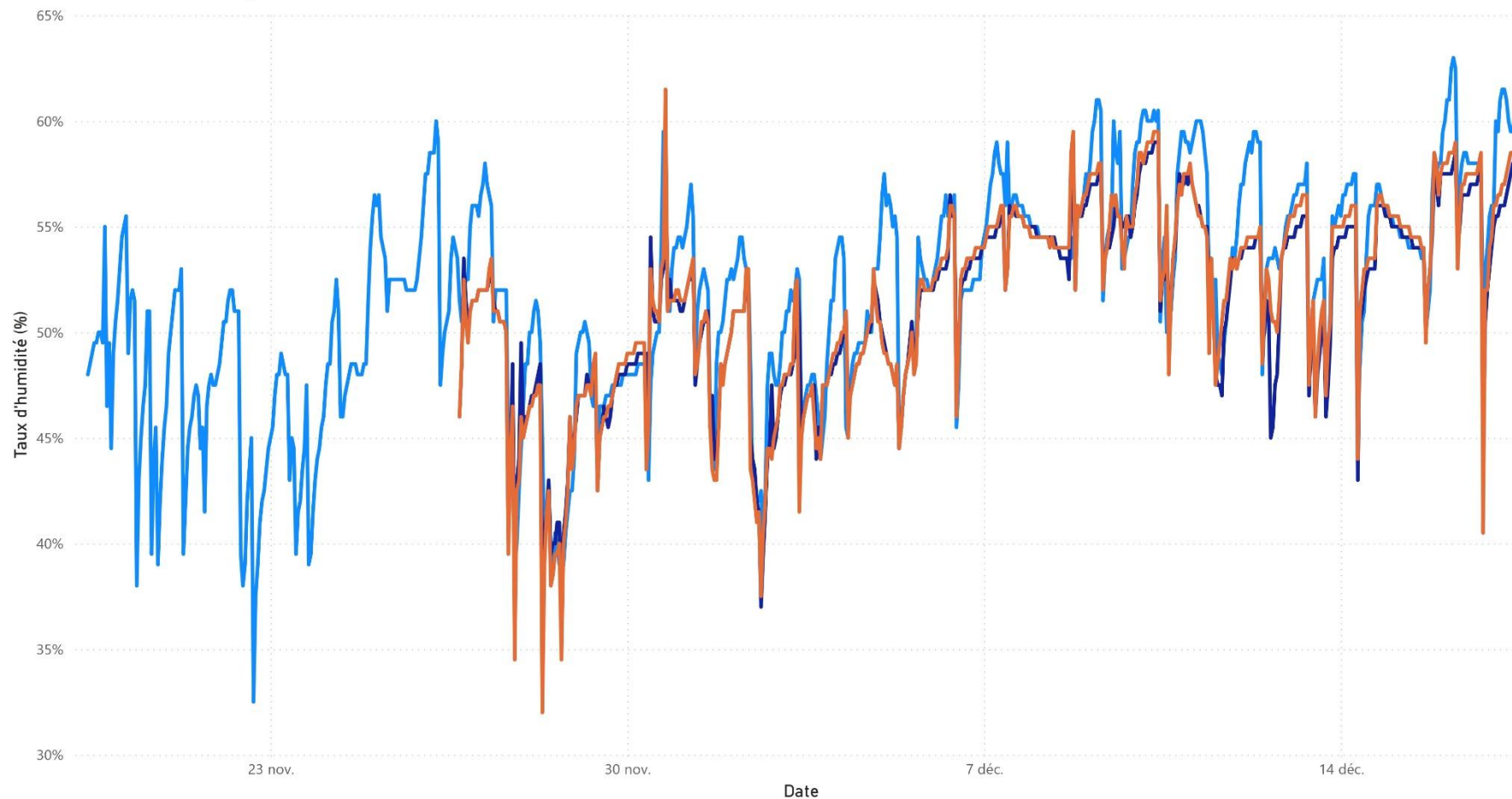


FIGURE 5 – TEMPS PASSÉ DANS LES DIFFÉRENTES CATÉGORIES D'HUMIDITÉ PAR PIÈCE

Figure 5 - Temps passé dans les différentes catégories d'humidité par pièce

Catégorie humidité ● 1. < 50 % ● 2. 50 - 55 % ● 3. 55 - 60 % ● 4. ≥ 60 %



FIGURE 6 – DISTRIBUTION DES RELEVÉS D'HUMIDITÉ – CHAMBRE

Figure 6 – Distribution des relevés d'humidité – Chambre

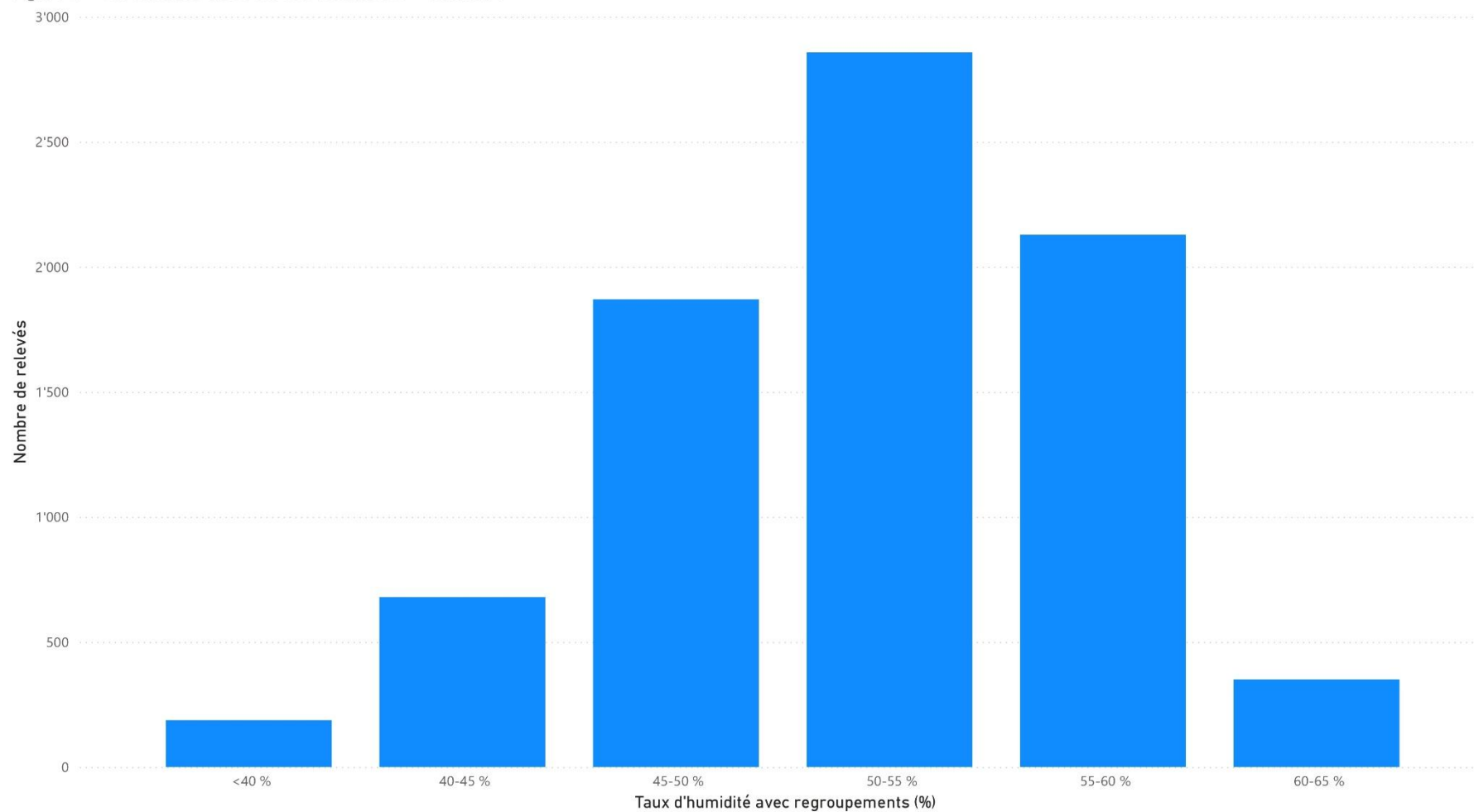


FIGURE 7 – DISTRIBUTION DES RELEVÉS D'HUMIDITÉ – SÉJOUR ET CUISINE

Figure 7 – Distribution des relevés d'humidité – Séjour et cuisine

Pièce ● Cuisine ● Séjour

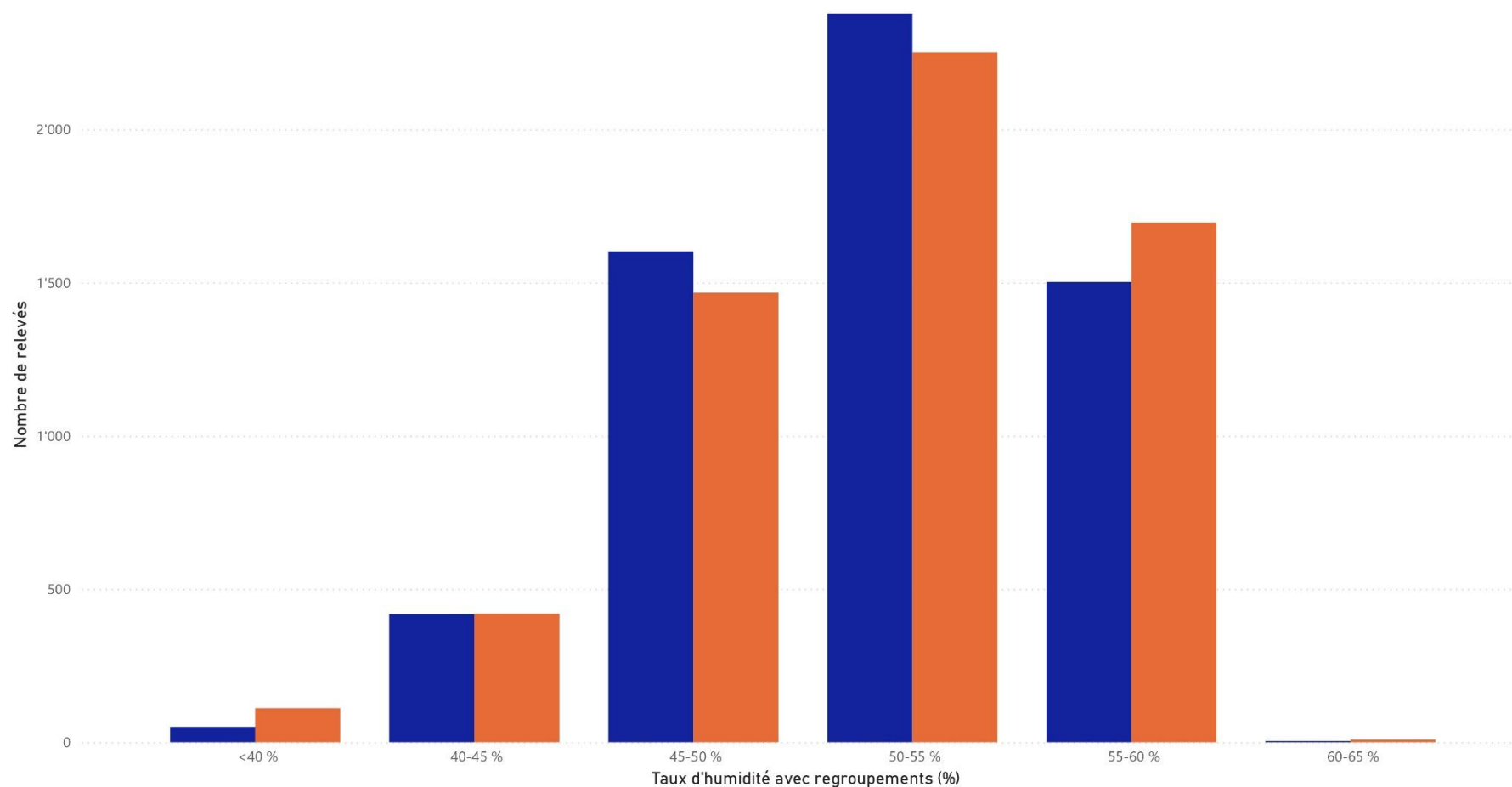


FIGURE 8 – VARIATION DU TAUX D'HUMIDITÉ APRÈS AÉRATION – CHAMBRE

Figure 8 – Variation du taux d'humidité après aération – Chambre

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

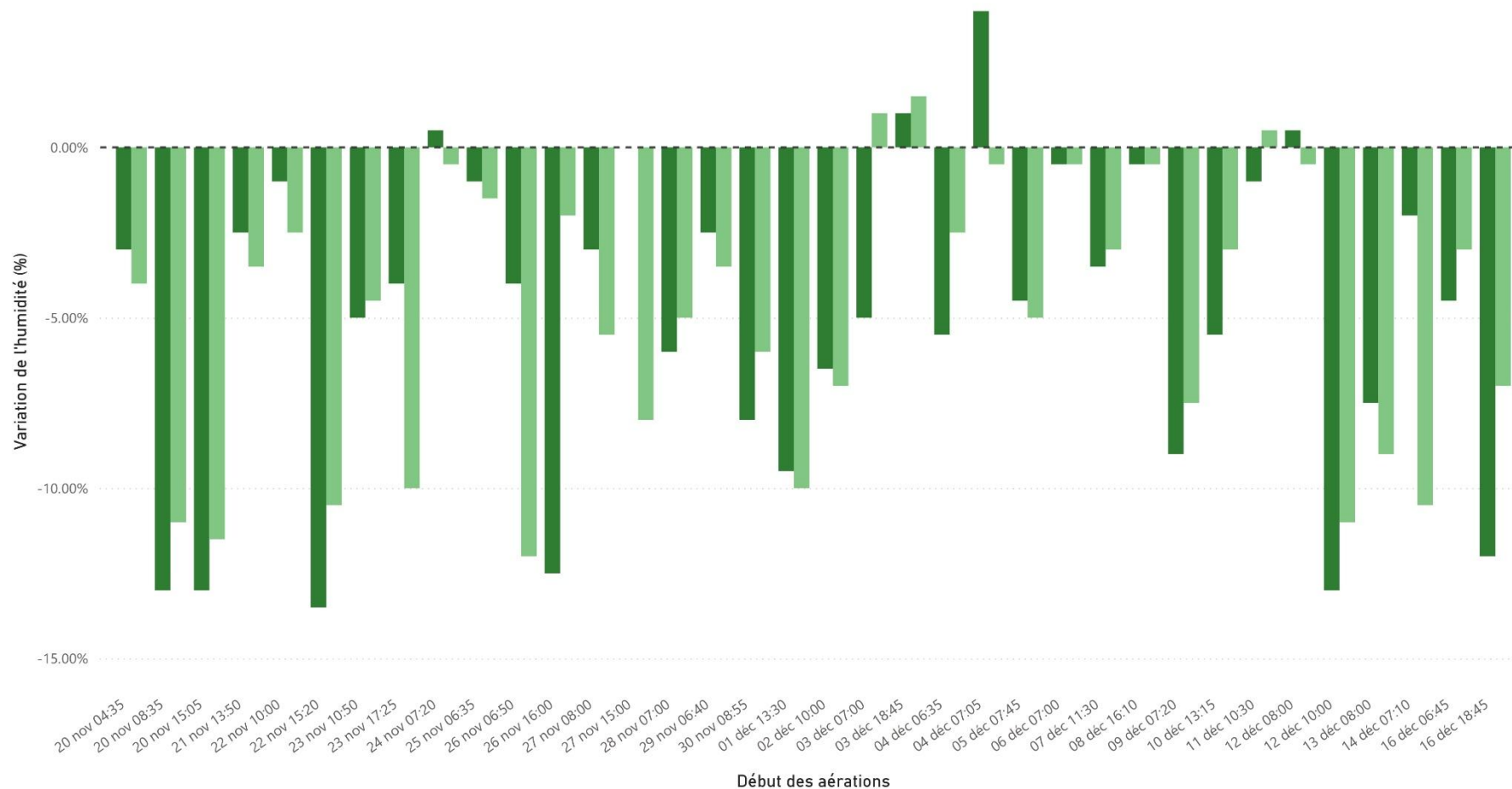


FIGURE 9 – VARIATION DU TAUX D'HUMIDITÉ APRÈS AÉRATION – SÉJOUR

Figure 9 – Variation du taux d'humidité après aération – Séjour

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

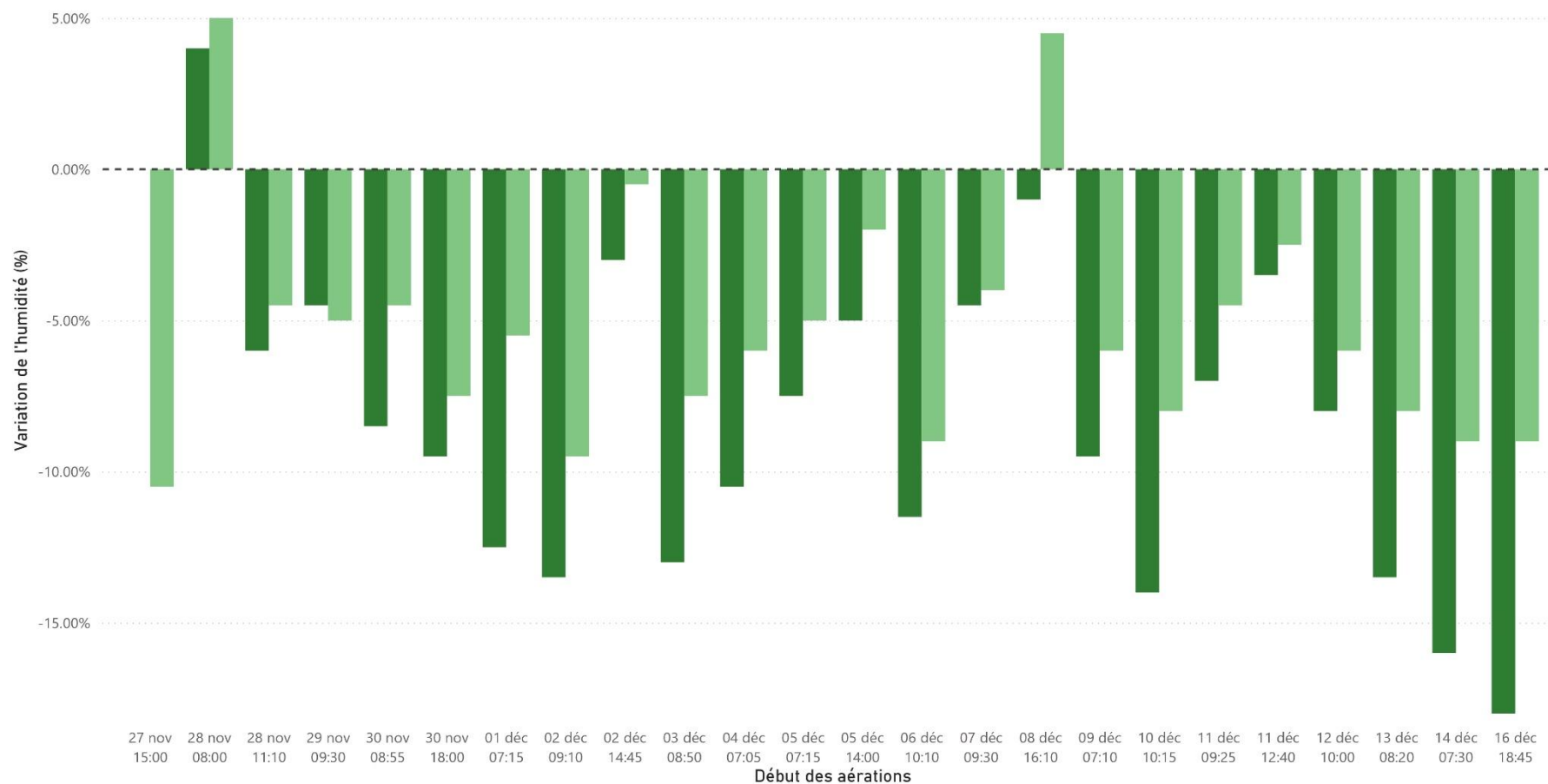


FIGURE 10 – VARIATION DU TAUX D'HUMIDITÉ APRÈS AÉRATION – CUISINE

Figure 10 – Variation du taux d'humidité après aération – Cuisine

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

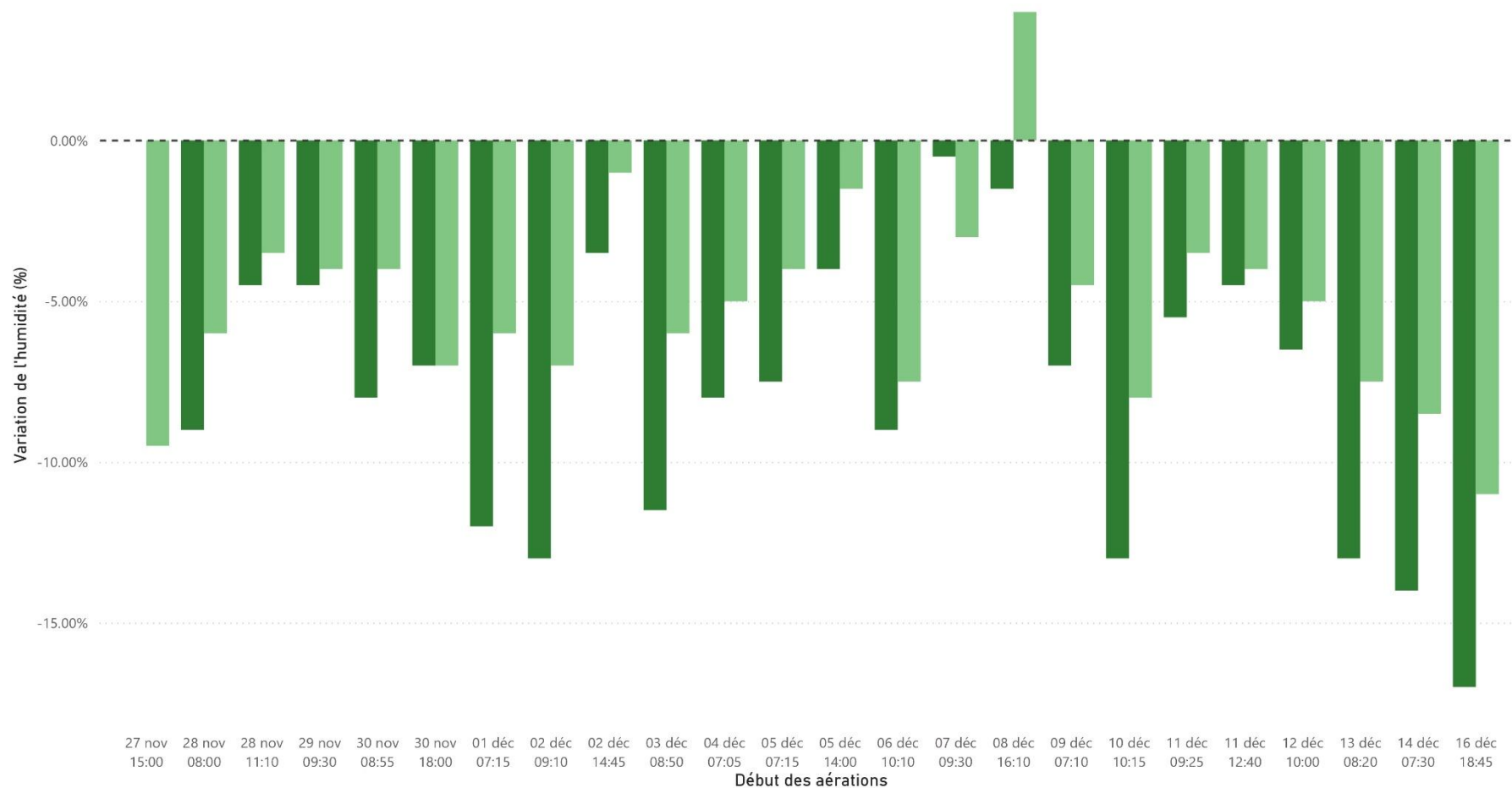


FIGURE II – VARIATION DE LA TEMPÉRATURE APRÈS AÉRATION – CHAMBRE

Figure 11 – Variation de la température après aération – Chambre

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

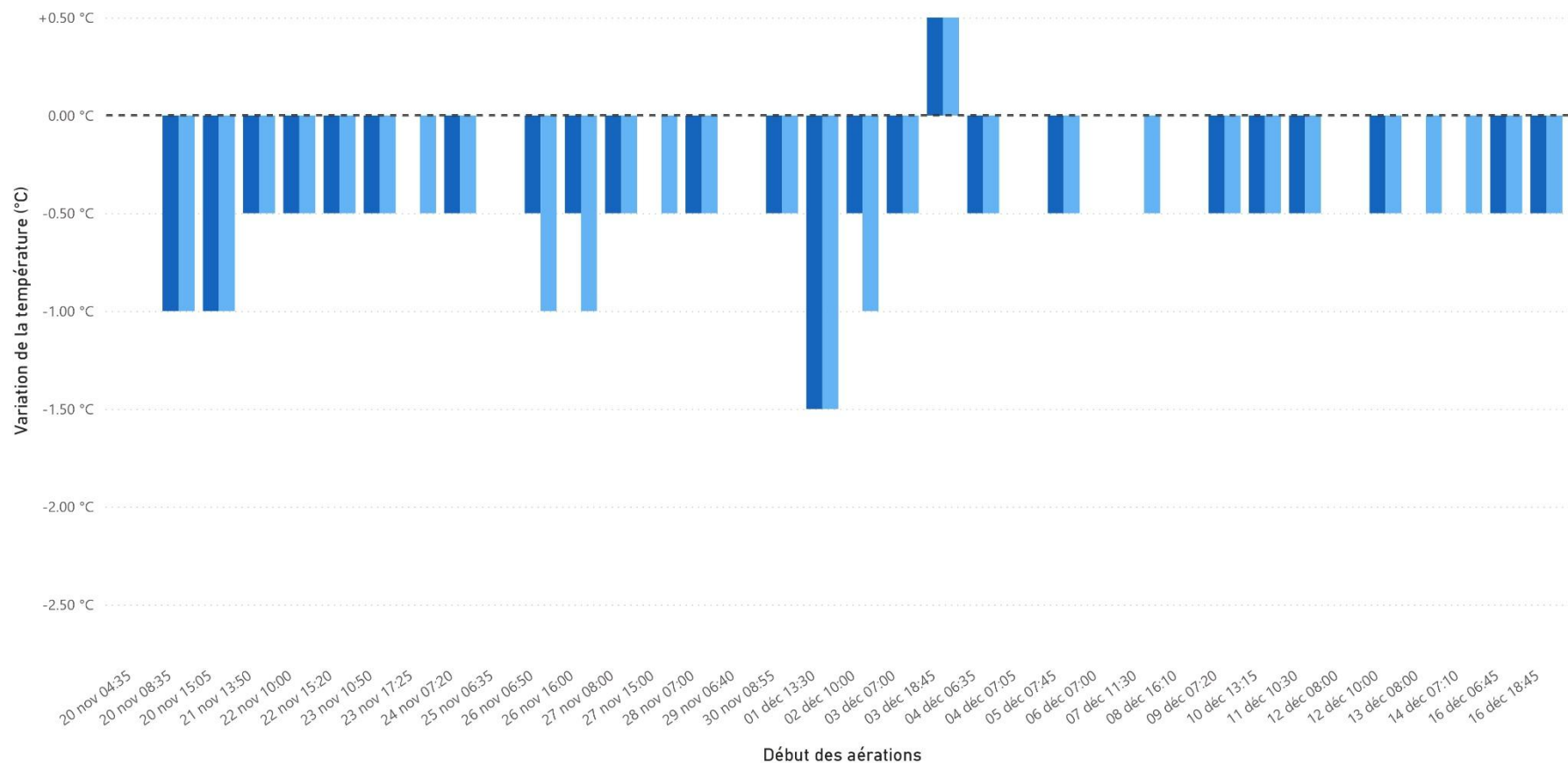


FIGURE 12 – VARIATION DE LA TEMPÉRATURE APRÈS AÉRATION – SÉJOUR

Figure 12 – Variation de la température après aération – Séjour

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

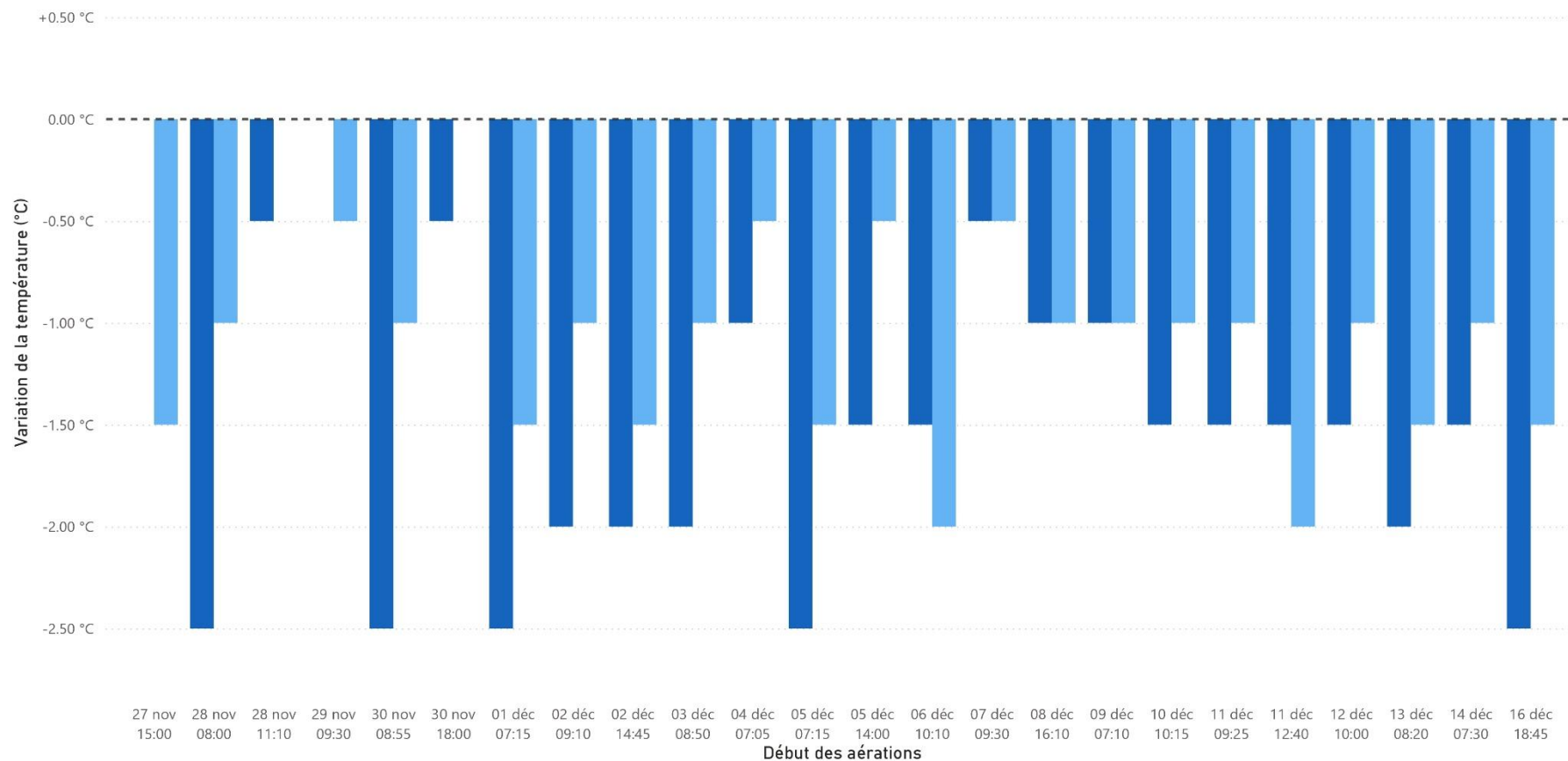


FIGURE 13 – VARIATION DE LA TEMPÉRATURE APRÈS AÉRATION – CUISINE

Figure 13 – Variation de la température après aération – Cuisine

● À la fin de l'aération ● 30 minutes après l'aération

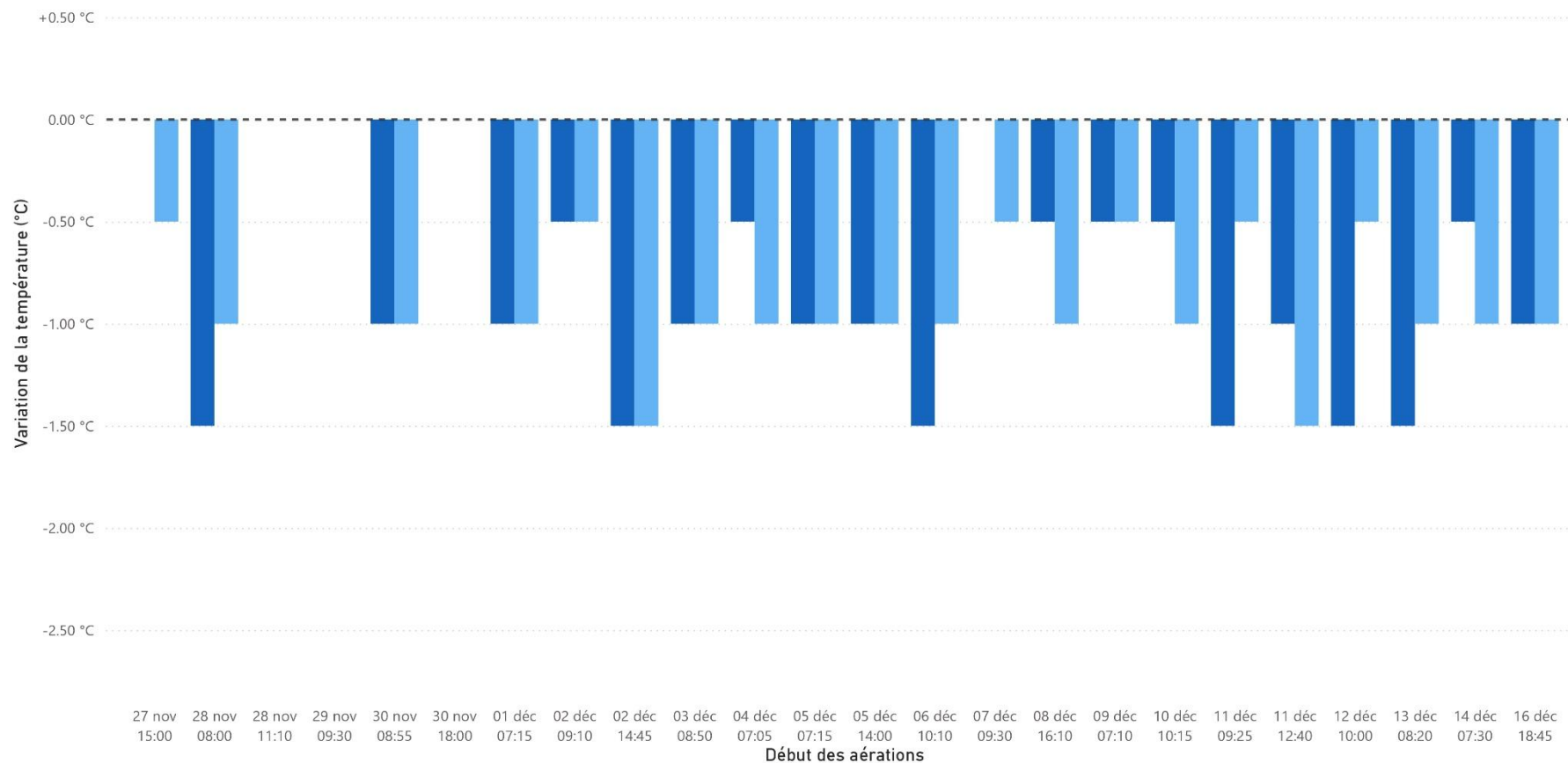


FIGURE 14 – ÉCART ENTRE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE ET LE POINT DE ROSÉE

Figure 14 – Écart entre la température ambiante et le point de rosée

● Delta moyen point de rosée ● Delta minimum point de rosée ● Delta maximum point de rosée

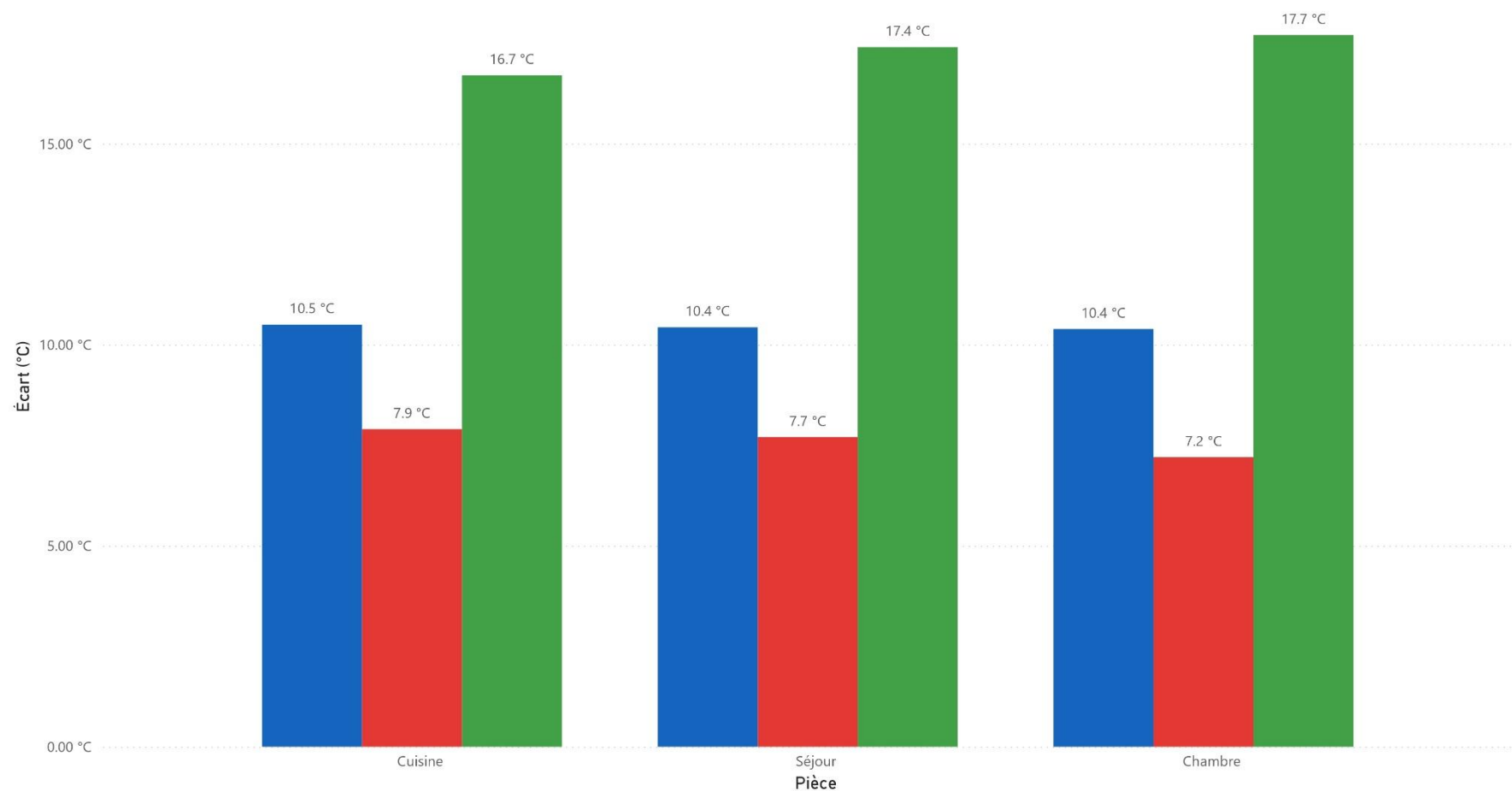
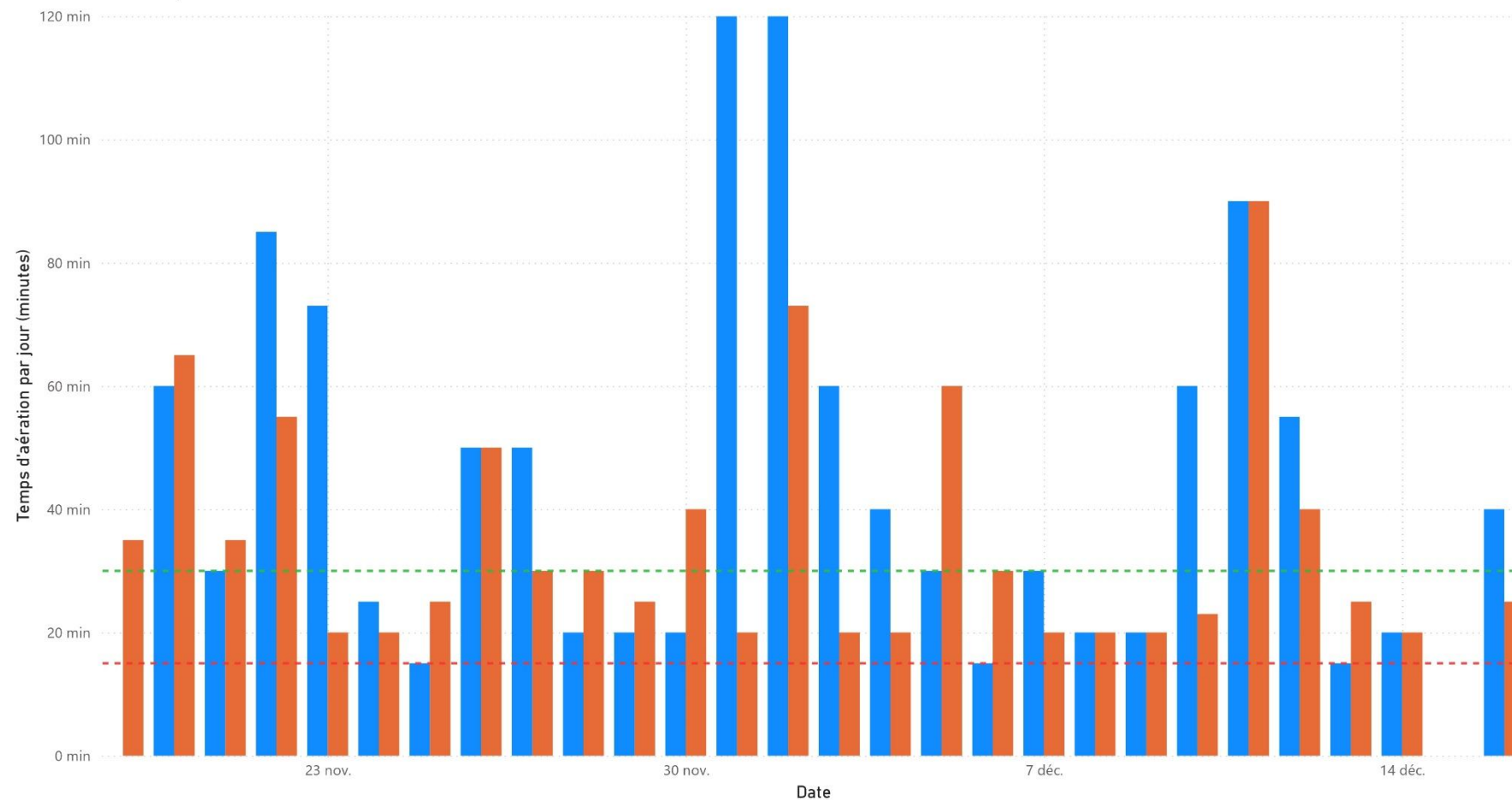


FIGURE 15 – TEMPS QUOTIDIEN CONSACRÉ À L'AÉRATION PAR ZONE DU LOGEMENT

Figure 15 – Temps quotidien consacré à l'aération par zone du logement

Zone ● Chambre ● Séjour / Cuisine



ANNEXE B – REGISTRE DES AÉRATIONS

Cette annexe comprend le registre des aérations tenu par les occupants durant la période étudiée. Ce registre constitue la base des analyses relatives aux habitudes d'aération et à leur influence sur les conditions climatiques du logement.

Le registre complet est fourni sous la forme d'un document PDF annexé au présent rapport.

ANNEXE C – RELEVÉS DES CAPTEURS DE TEMPÉRATURE ET D'HUMIDITÉ

Cette annexe regroupe les relevés bruts enregistrés par les capteurs installés dans le logement. Les données comprennent notamment la date et l'heure des mesures, la température, l'humidité relative et le point de rosée utilisés dans le cadre des analyses présentées dans ce rapport.

Les relevés sont fournis sous la forme de trois documents PDF annexés, correspondant respectivement aux capteurs installés dans la chambre, le séjour et la cuisine.

ANNEXE D – RAPPORT D'INTERVENTION DE LA SOCIÉTÉ TIERS

Cette annexe comprend le rapport établi par la société mandatée par la gérance à la suite de la visite du logement. Ce document constitue le contexte ayant motivé la réalisation de la présente analyse.

Le rapport est fourni sous la forme d'un document PDF annexé au présent rapport.