



EZE. ÉGLISE NOTRE-DAME DE L'ASSOMPTION

Suivi humidimétrique 2022-2023

Rapport 2 - Septembre 2023

A. MÉTHODOLOGIE

À la demande de la maîtrise d'œuvre (Architecture & Heritage), le suivi des conditions humidimétriques dans l'église Notre-Dame de l'Assomption d'Èze est prolongé pour une durée de 1 an, à compter du mois d'avril 2022. Cette mission fait suite à une étude climatique réalisée entre juillet 2014 et juillet 2015, puis une étude climatique et humidimétrique réalisée entre septembre 2020 et octobre 2021.

Les données acquises lors des missions de 2020-2021 et 2022-2023 sont présentées dans le présent rapport à fins de comparaison.

1. MESURES ET CARTOGRAPHIE HUMIDIMÉTRIQUES

Des mesures humidimétriques ont été réalisées en octobre 2020, avril et octobre 2021 (mission précédente), avril et septembre 2022, janvier et avril 2023 (mission actuelle) sur les élévations intérieures de l'église (cf plan ci-après). Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un humidimètre à sonde capacitive (méthode de contact non invasive), indiquant un indice humidimétrique sur une échelle allant de 0 (matériau sec) à 100 (saturation du capteur). Le volume sondé par le capteur correspond, en première approximation, à une profondeur de 2 cm sur une surface de 6 cm x 4 cm. Contrairement à la méthode résistive (humidimètre à pointes), cette méthode n'est pas influencée par la présence éventuelle de sels hygroscopiques.

Les mesures ont été réalisées sur 30 zones pour déterminer la hauteur de la frange capillaire, correspondant à la hauteur (mesurée par rapport au niveau de sol actuel de la nef) en dessous de laquelle l'indice humidimétrique est supérieur à 25. Cette valeur, prise comme référence, correspond empiriquement à un niveau d'humidité légèrement supérieur à la normale compte tenu de la structure et de la composition superficielle des maçonneries (enduit plâtre sur dressage au mortier de chaux et sable).

Par ailleurs, une cartographie humidimétrique a été réalisée sur la pile sud-ouest de la nef (zone 4), pour établir la répartition précise de l'humidité dans une zone témoin et son évolution au cours de l'année.

2. SUIVI HUMIDIMÉTRIQUE

Deux sondes humidimétriques enregistreuses (méthode résistive) ont été implantées le 5 avril 2022 dans l'église Notre-Dame de l'Assomption pour déterminer l'évolution des conditions humidimétriques en partie basse des maçonneries. Les sondes, programmées pour des enregistrements quotidiens de l'indice humidimétrique, sont localisées:

- sur le mur nord de la chapelle de la deuxième travée nord, à une hauteur de 120 cm par rapport au niveau de sol de la nef;
- sur le mur est de la chapelle de la deuxième travée sud, à une hauteur de 187 cm par rapport au niveau de sol de la nef.

Remarque: Compte tenu de la différence entre les méthodes de mesure, les indices obtenus par les méthodes capacitive et résistive sont à considérer indépendamment.

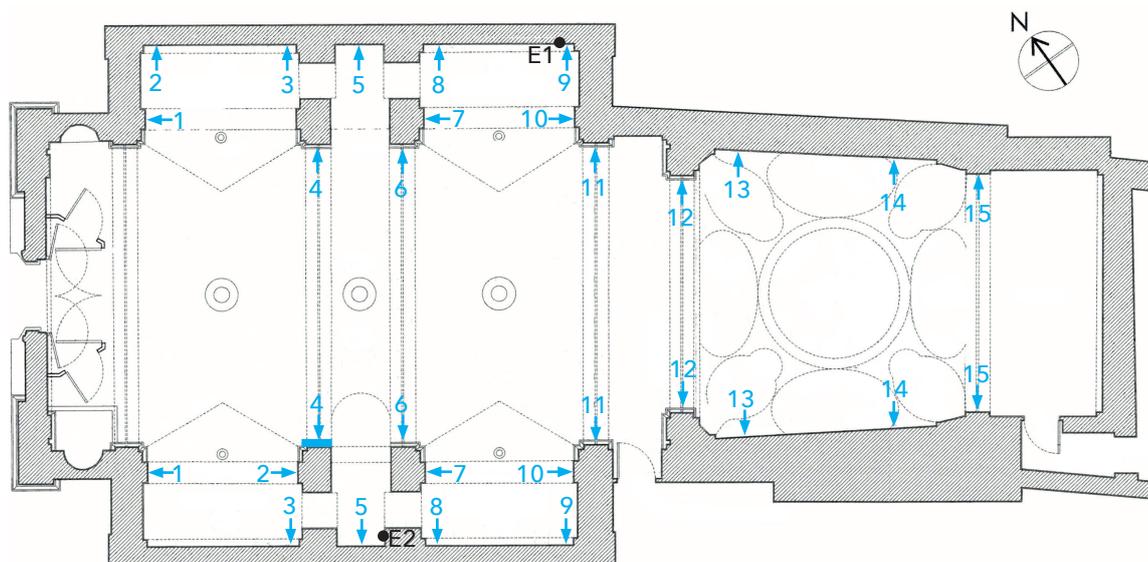


Figure 1: Localisation des sondes humidimétriques E1 et E2 et des zones de mesures et de cartographie humidimétriques.

B. RÉSULTATS

1. MESURES ET CARTOGRAPHIES HUMIDIMÉTRIQUES

1.1. MESURES HUMIDIMÉTRIQUES PONCTUELLES - HAUTEUR DE LA FRANGE CAPILLAIRE

Les données obtenues depuis octobre 2020 sont présentées ci-après:

- sous forme de tableau numérique, reprenant l'ensemble des mesures effectuées depuis octobre 2020 (tableau 1);
- sous forme de relevés, les mesures étant représentées en nuances de bleu et reportées sur le plan de l'église (figures 2 à 8);
- sous forme de graphiques, montrant l'évolution de la hauteur de la frange capillaire depuis octobre 2020 (figures 9 à 38).

Date	ZONE	Hauteur de la frange capillaire (cm)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
OCT. 2020	Nord	165	175	120	120	115	120	120	120	135	120	90	205	50	50	240
	Sud	285	180	190	180	195	180	185	265	295	185	190	210	165	75	265
AVR. 2021	Nord	225	215	205	120	*	115	115	130	140	205	105	205	195	65	255
	Sud	300	185	190	175	200	175	195	260	300	175	185	215	175	180	260
OCT. 2021	Nord	165	155	145	115	*	125	125	70	120	135	95	200	175	30	240
	Sud	300	175	180	175	180	175	195	260	300	180	200	210	135	200	250
AVR. 2022	Nord	130	180	135	115	*	120	110	90	120	110	90	180	170	110	210
	Sud	300	170	170	170	165	175	180	260	295	170	180	195	110	115	220
SEPT. 2022	Nord	130	180	135	95	*	115	110	90	120	110	90	180	160	90	190
	Sud	280	160	165	175	165	175	180	230	285	160	175	195	110	115	220
JAN. 2023	Nord	135	190	155	120	*	130	115	*	*	135	95	195	170	95	205
	Sud	295	155	150	160	170	170	180	200	260	150	180	200	100	110	230
AVR. 2023	Nord	130	185	150	115	*	110	100	115	105	115	90	200	145	145	210
	Sud	290	155	150	165	170	165	175	195	260	155	175	195	100	110	220

Tableau 1: Hauteur de la frange capillaire dans les zones 1 à 15 côtés nord et sud, déterminée d'après les mesures effectuées en octobre 2020, avril 2021, octobre 2021, avril et septembre 2022, janvier et avril 2023. Les hauteurs sont indiquées par rapport au sol de la nef.

*Zone non accessible (mobilier et/ou crèche)

RELEVÉS HUMIDIMÉTRIQUES 2020-2023

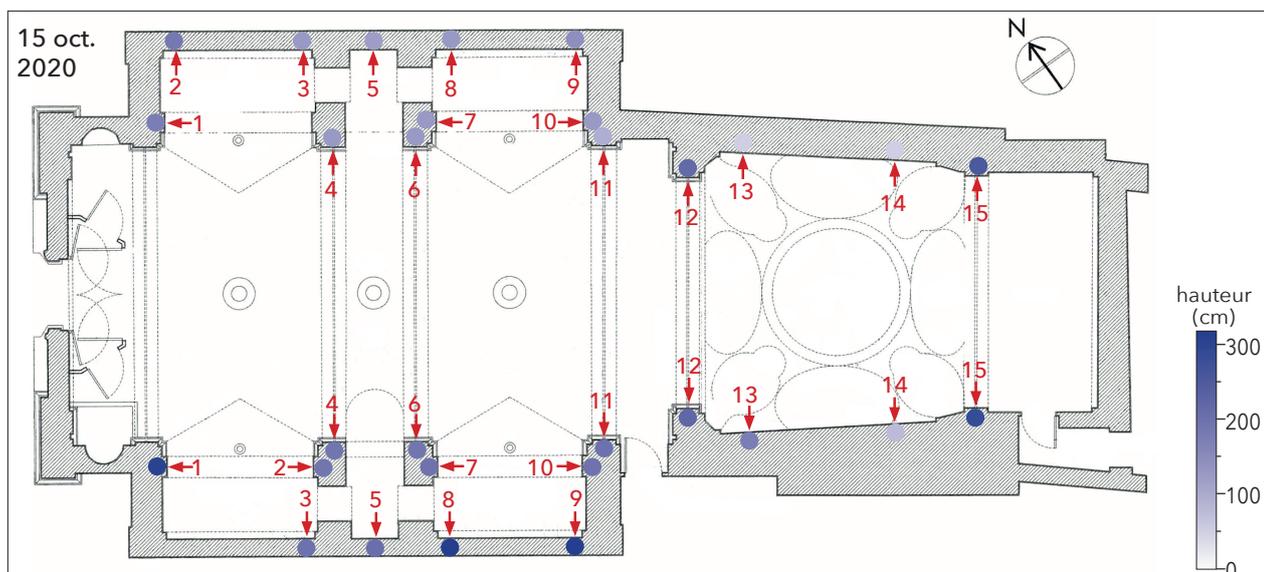


Figure 2: Relevé de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures de l'église, établi d'après les relevés effectués le 15 octobre 2020.

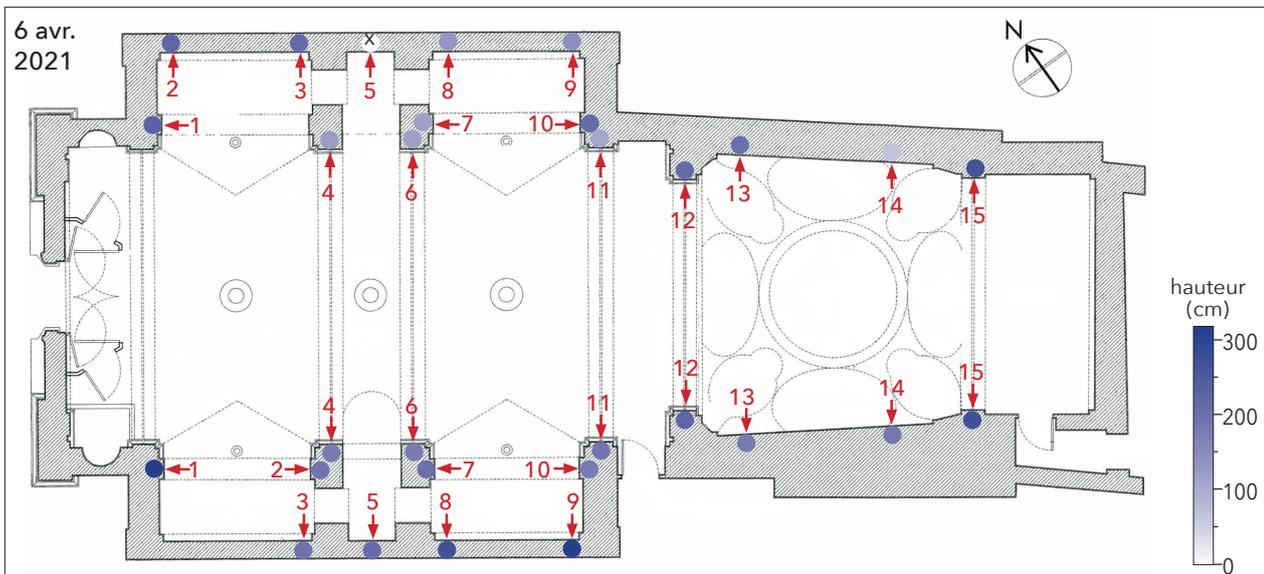


Figure 3: Relevé de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures de l'église, établi d'après les relevés effectués le 6 avril 2021.

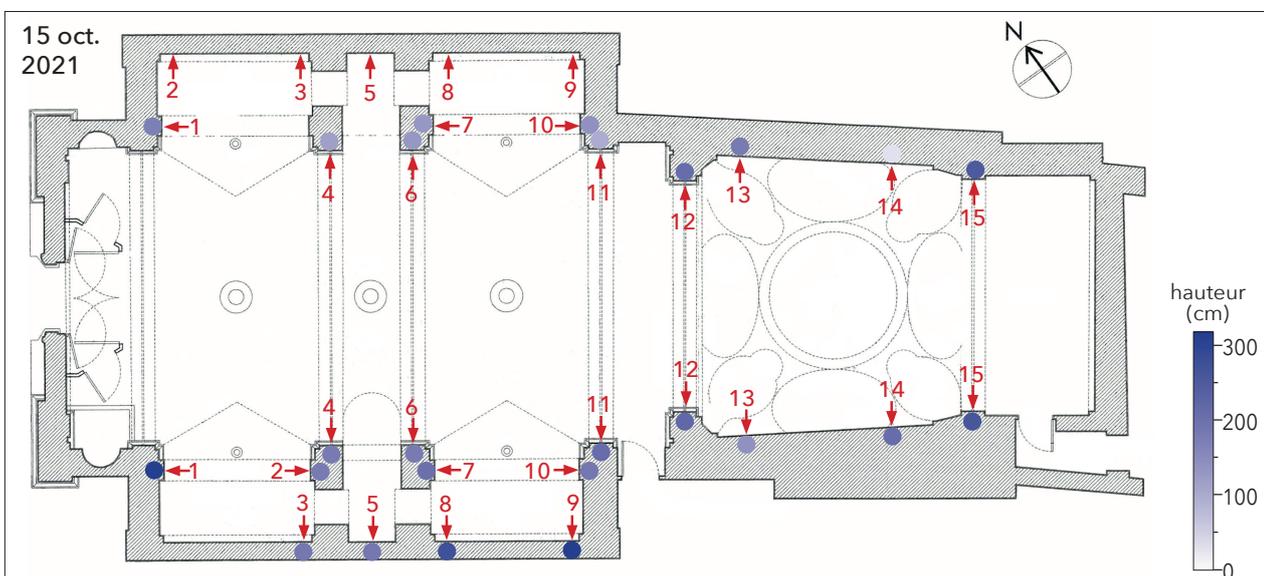


Figure 4: Relevé de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures de l'église, établi d'après les relevés effectués le 15 octobre 2021.

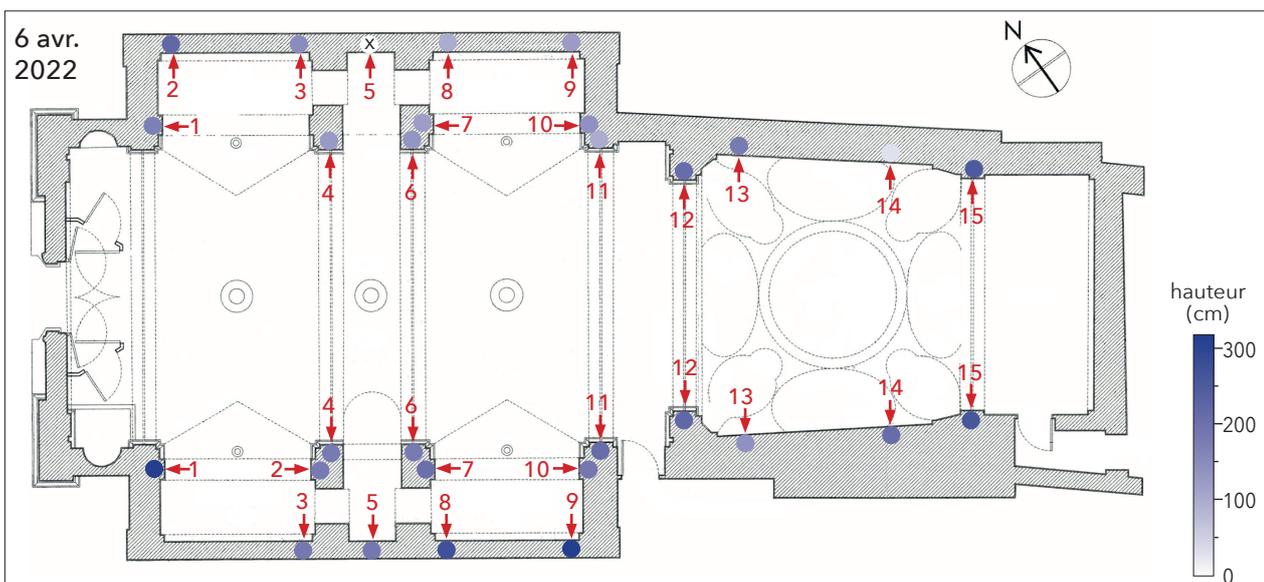


Figure 5: Relevé de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures de l'église, établi d'après les relevés effectués le 6 avril 2022.

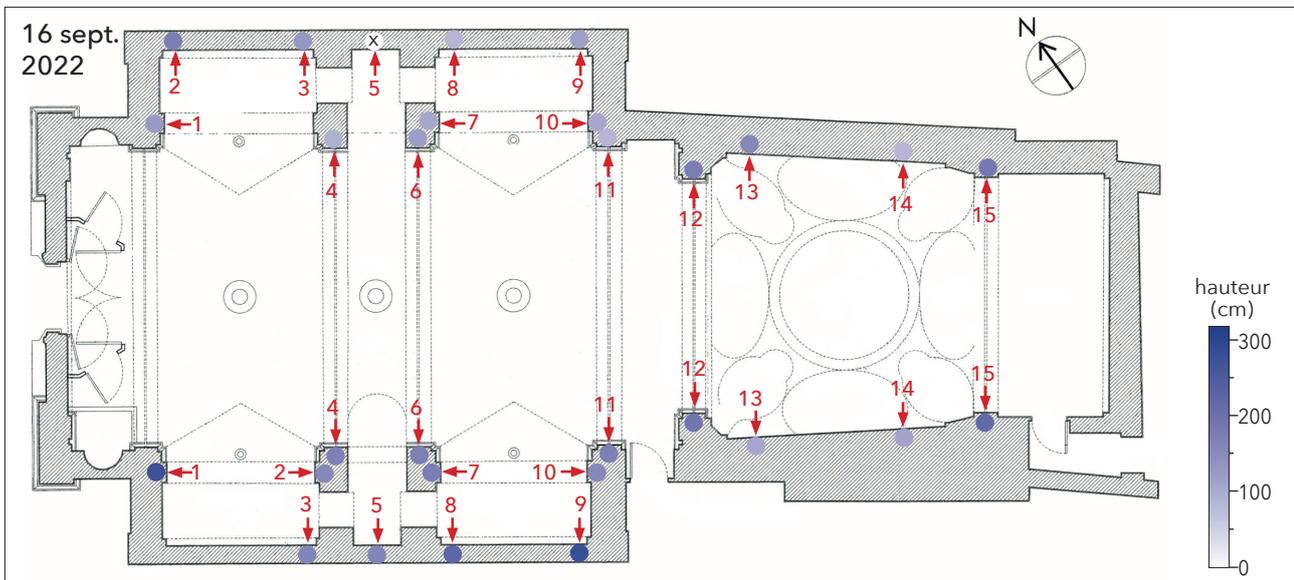


Figure 6: Relevé de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures de l'église, établi d'après les relevés effectués le 16 septembre 2022.

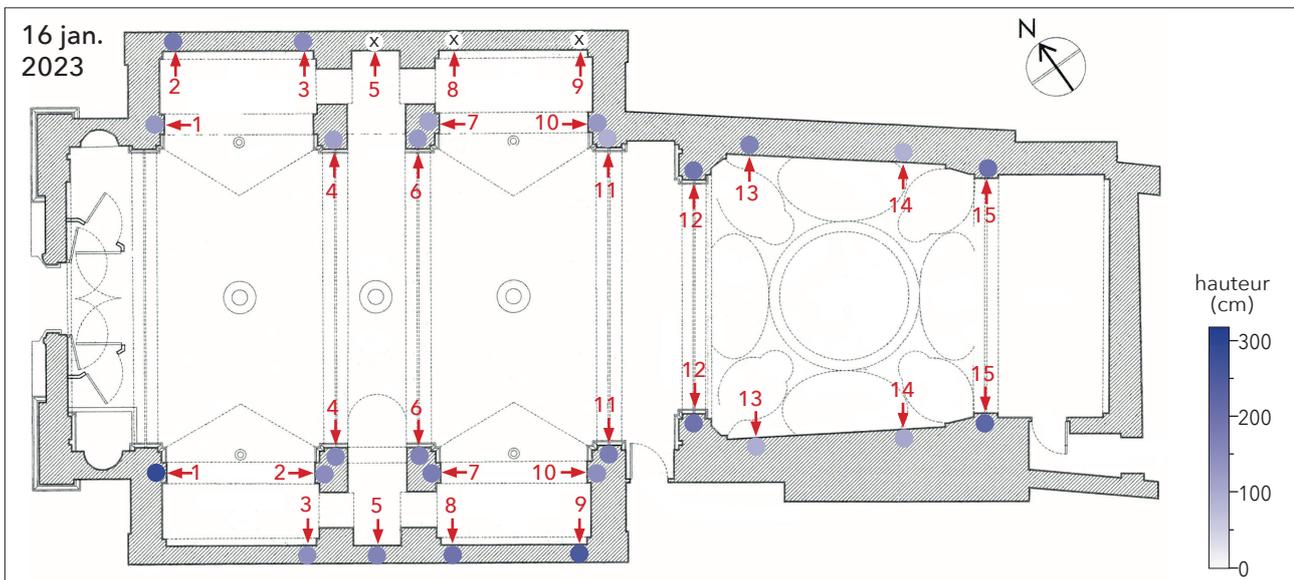


Figure 7: Relevé de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures de l'église, établi d'après les relevés effectués le 16 janvier 2023.

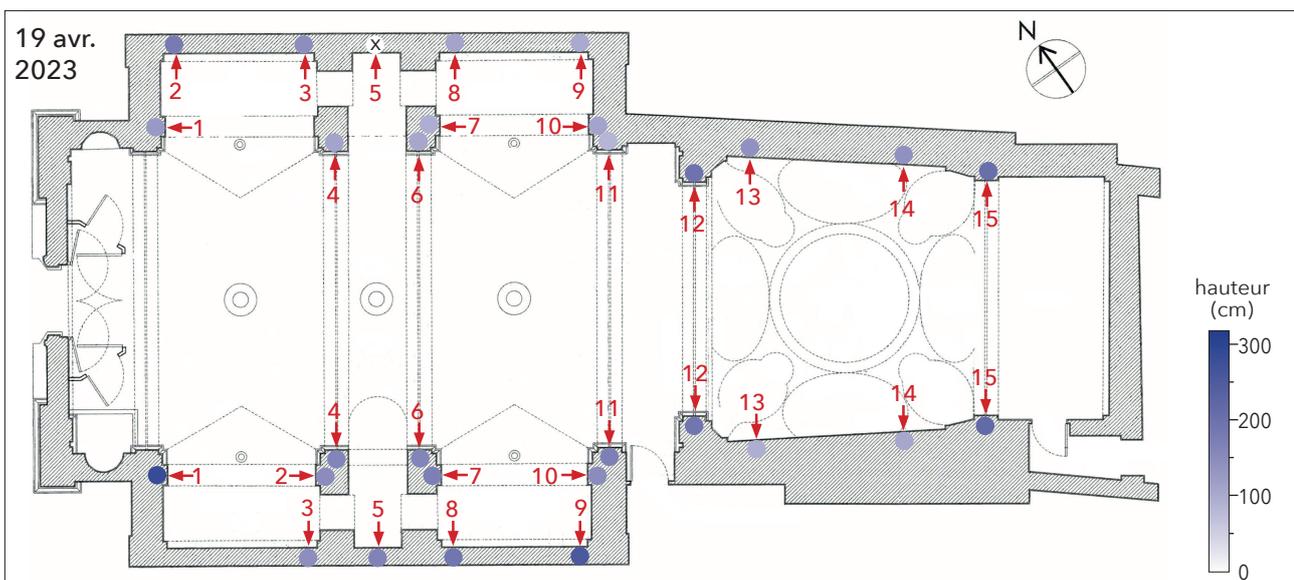
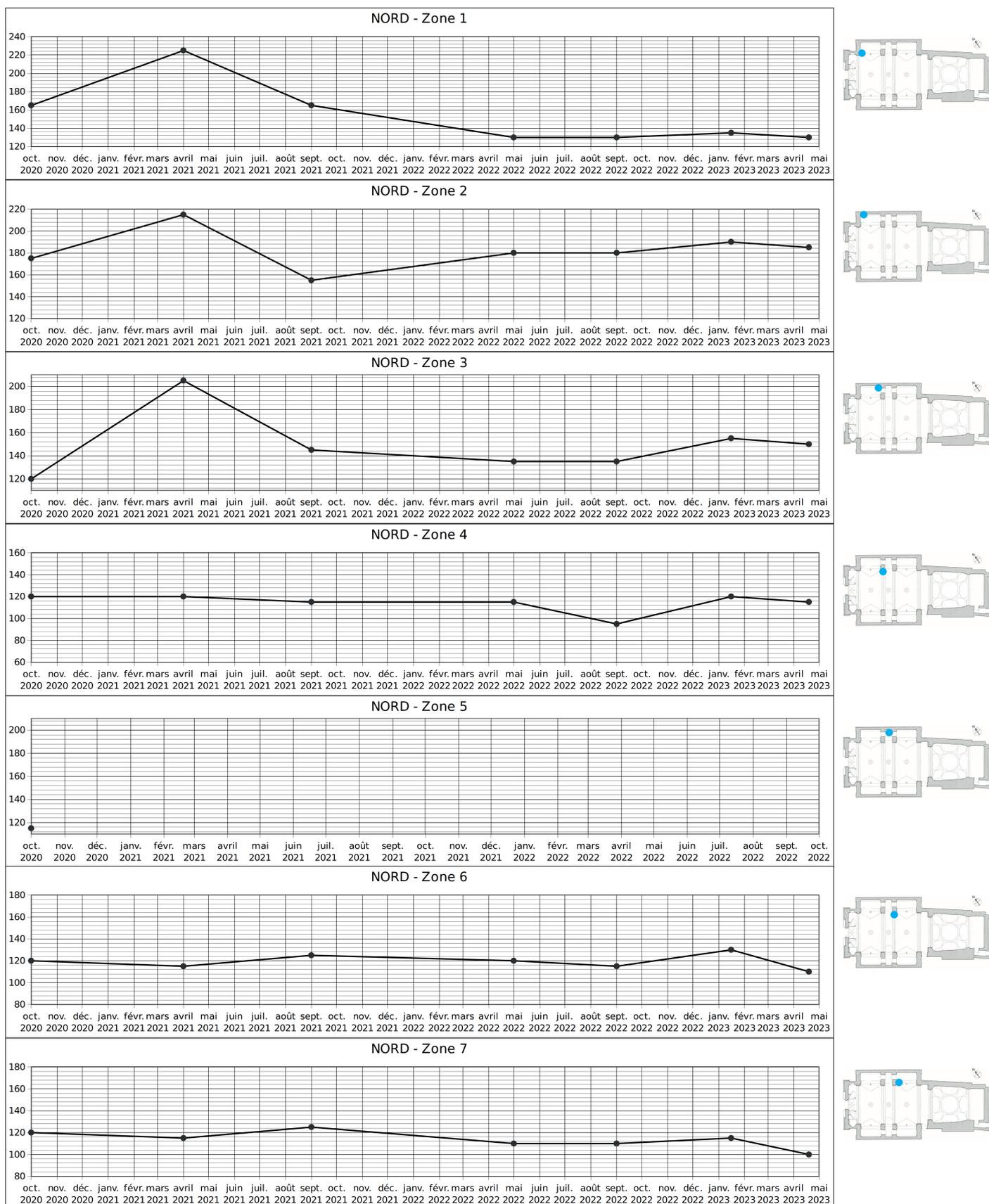


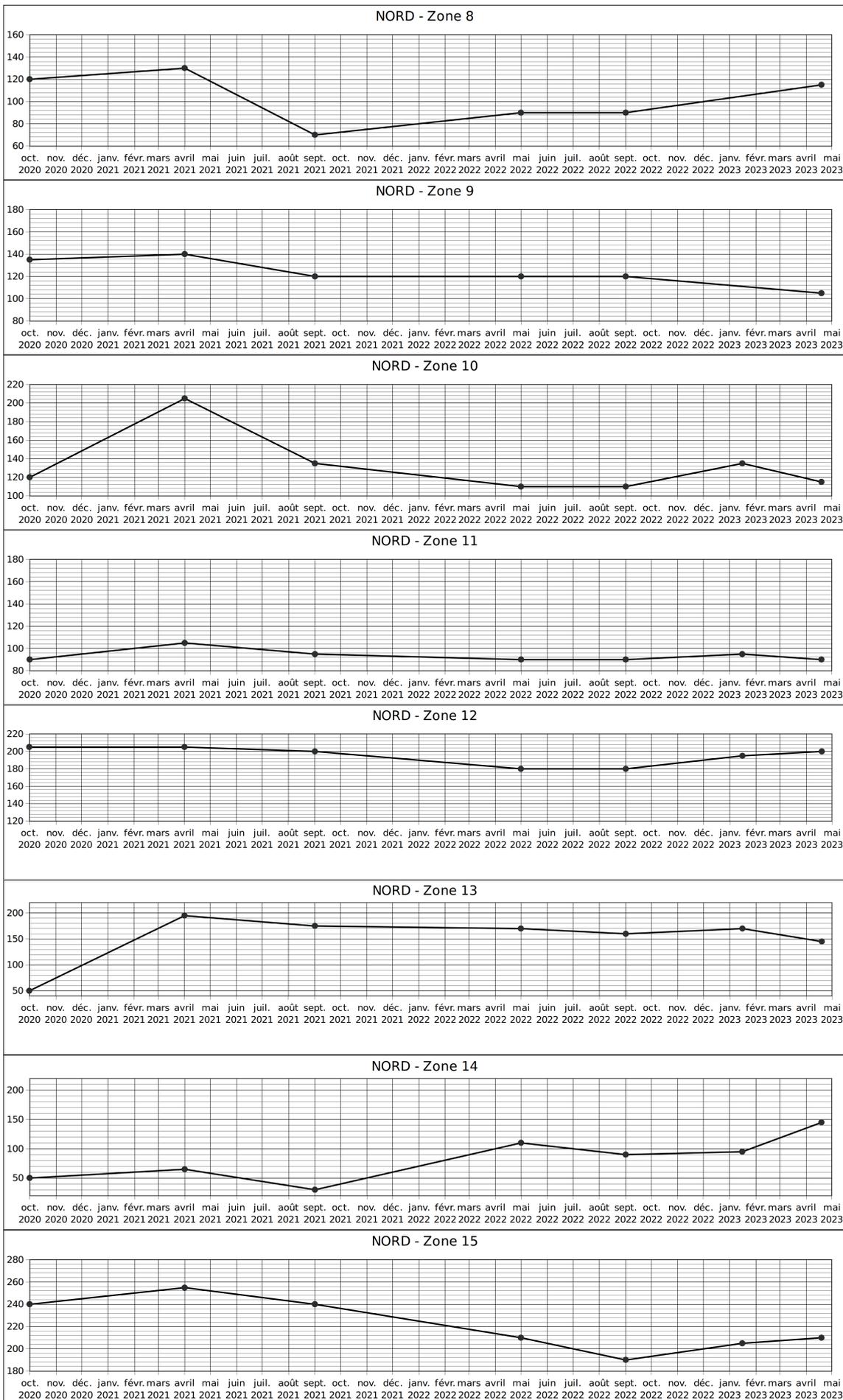
Figure 8: Relevé de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures de l'église, établi d'après les relevés effectués le 19 avril 2023.

EVOLUTION DE LA HAUTEUR DE LA FRANGE CAPILLAIRE

A. NORD - ZONES 1 À 15.

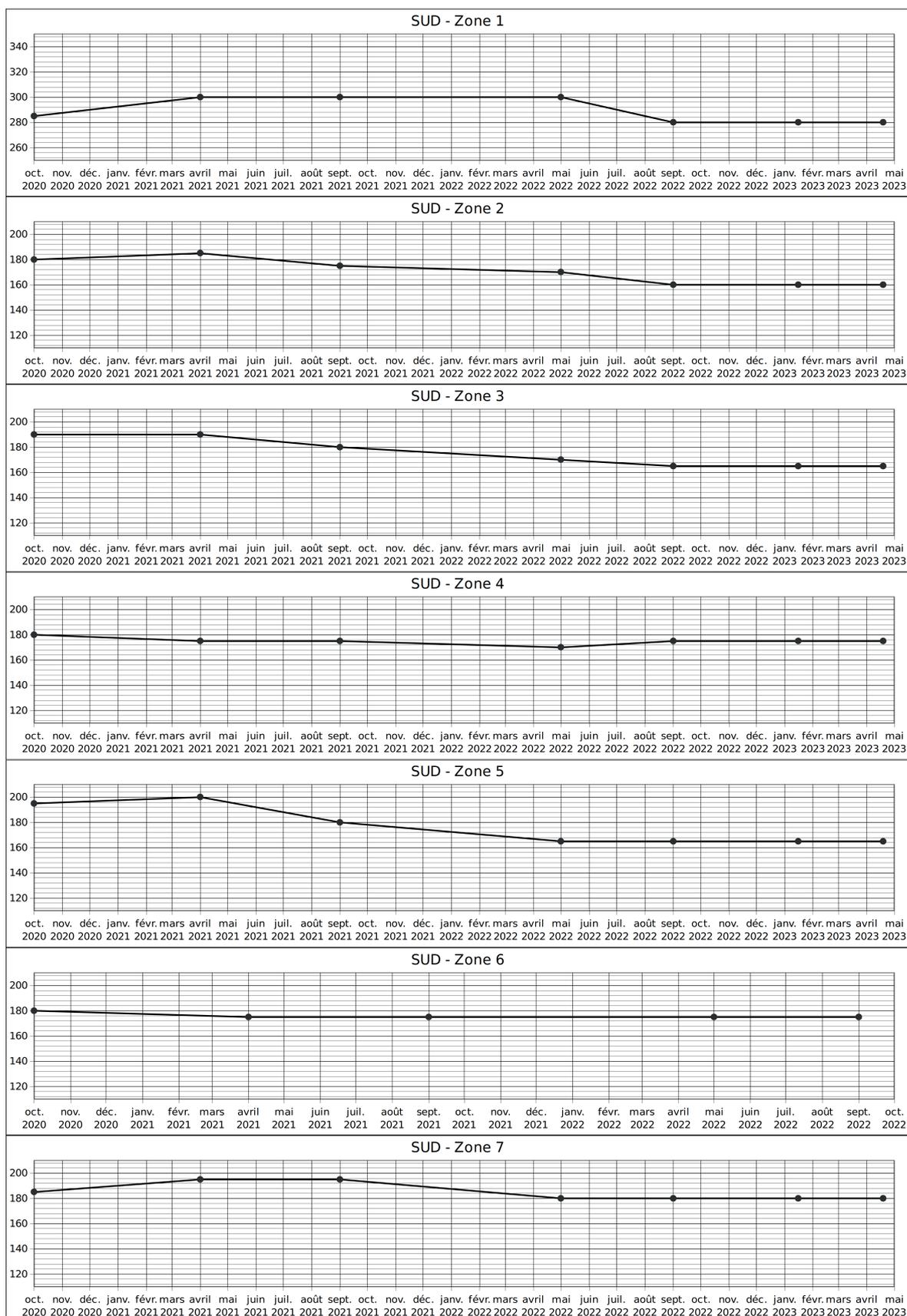


Figures 9 à 15: Évolution de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures nord de l'église (zones 1 à 7) entre octobre 2020 et avril 2023.

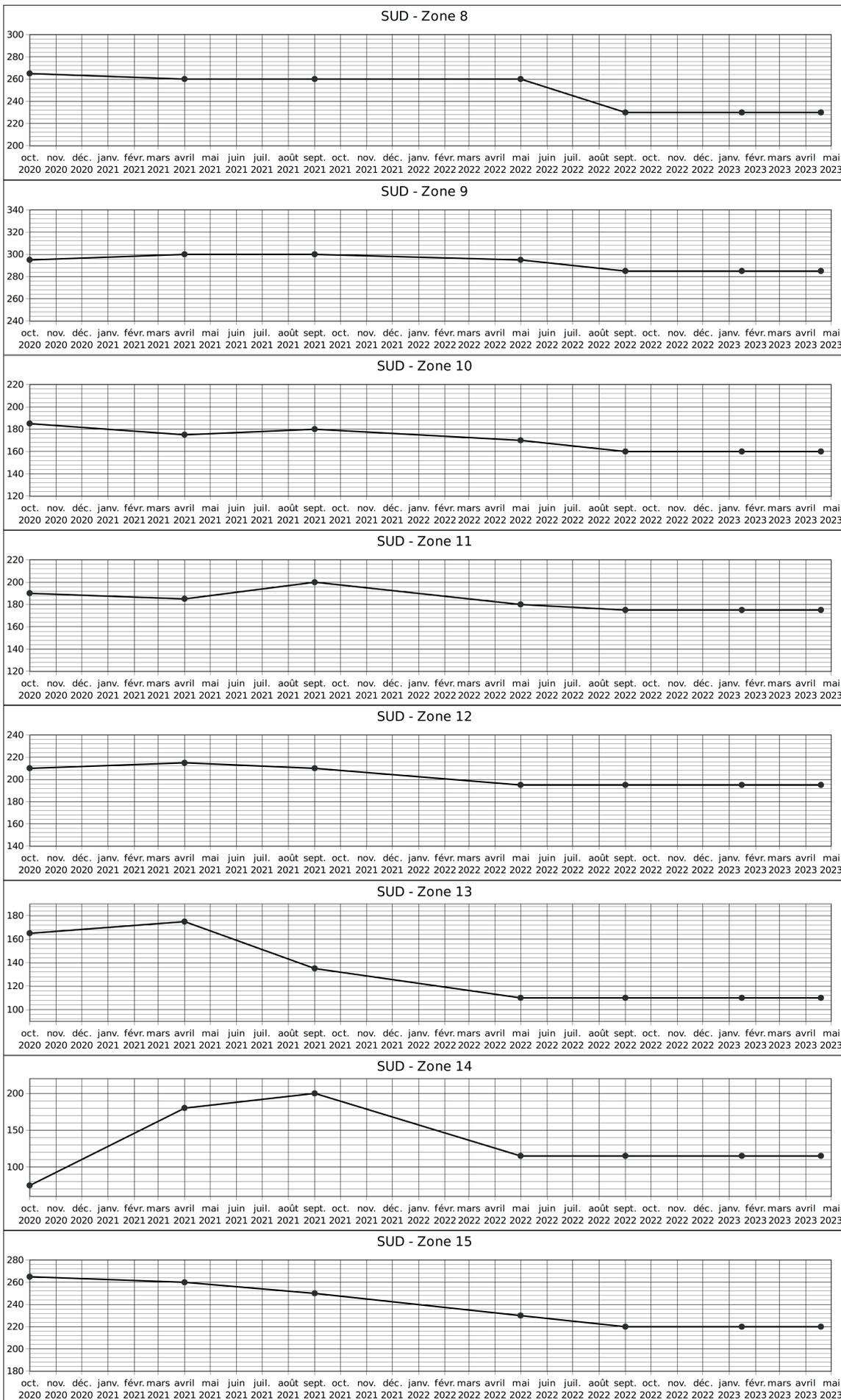


Figures 16 à 23: Évolution de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures nord de l'église (zones 8 à 15) entre octobre 2020 et avril 2023.

B. SUD - ZONES 1 À 15.



Figures 24 à 30: Évolution de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures sud de l'église (zones 1 à 7) entre octobre 2020 et avril 2023.



Figures 31 à 38: Évolution de la hauteur de la frange capillaire sur les élévations intérieures sud de l'église (zones 8 à 15) entre octobre 2020 et avril 2023.

1.2. CARTOGRAPHIES HUMIDIMÉTRIQUES

Les mesures et cartographies réalisées sur le pilier est de l'entrée de la première chapelle sud permettent d'établir l'évolution de la répartition humidimétrique dans cette zone témoin depuis octobre 2020, constituant une représentation évolutive du processus de remontées capillaires.

Les sept relevés effectués sur une période totale de 30 mois mettent en évidence des variations significatives des niveaux et de la répartition de l'humidité sur la face nord du pilastre. Celles-ci se manifestent par de légères fluctuations du niveau de la frange d'évaporation (cf. figure 27). On relève par ailleurs à plusieurs reprises un début d'assèchement en partie inférieure du pilastre (cf. cartographies d'octobre 2021, janvier et avril 2023), qu'il est possible d'interpréter comme des interruptions ou limitations temporaires des remontées capillaires.

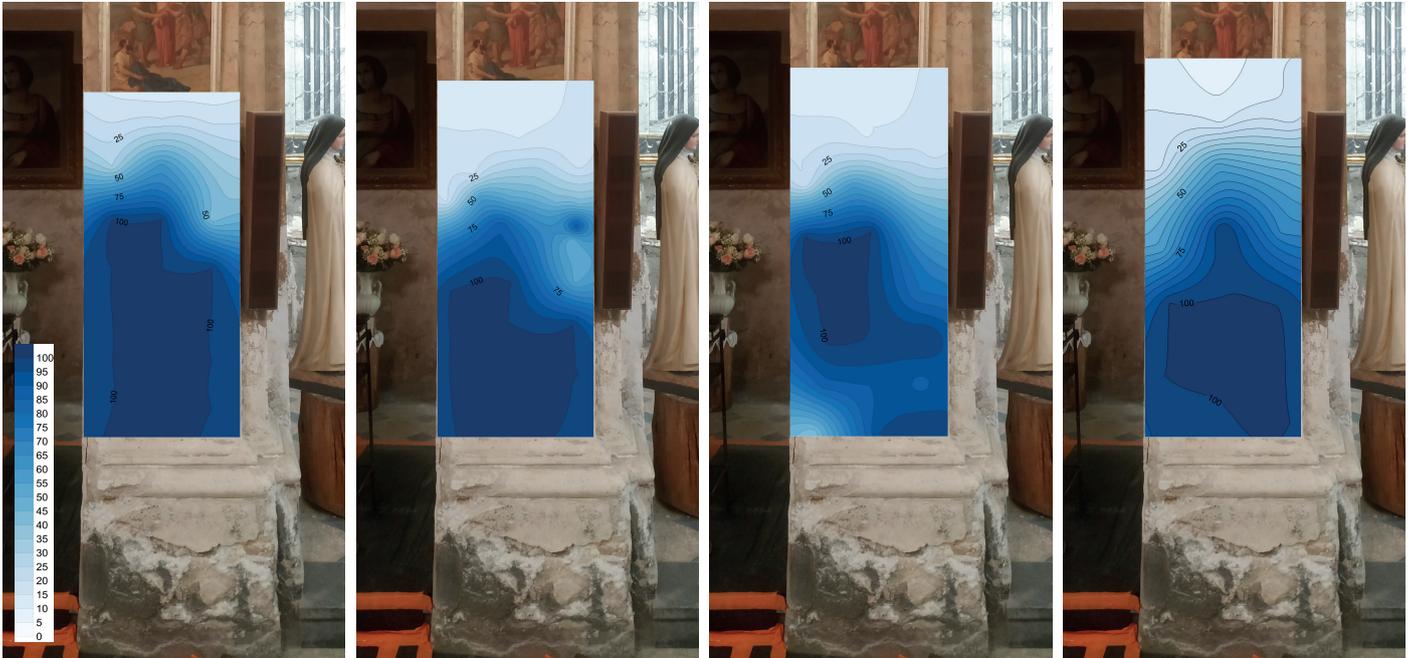


Figure 39: Cartographie du 15 octobre 2020.

Figure 40: Cartographie du 6 avril 2021.

Figure 41: Cartographie du 15 octobre 2021.

Figure 42: Cartographie du 5 avril 2022.



Figure 43: Cartographie du 16 septembre 2022.

Figure 44: Cartographie du 16 janvier 2023.

Figure 45: Cartographie du 19 avril 2023.

2. SUIVI HUMIDIMÉTRIQUE

Le suivi continu de l'indice humidimétrique depuis le 5 avril 2022 sur les élévations nord (sonde E1) et sud (sonde E2) met en évidence les évolutions suivantes :

- Sur l'élévation nord, une baisse significative de l'indice humidimétrique à partir de début juin 2022 et jusqu'à la fin de la période de suivi (avril 2023), mettant en évidence une tendance à l'assèchement dans la zone de mesure pendant la période considérée. La majeure partie de la baisse de l'indice humidimétrique se produit à l'été et l'automne 2022, la baisse ultérieure étant peu significative.

- Sur l'élévation sud, de faibles variations autour d'une moyenne glissante quasi-constante (indice humidimétrique moyen de 24,2), indiquant l'absence d'assèchement dans la zone de mesure pendant la période considérée. Les variations d'indice mesurées au cours de l'année de relevés sont attribuées aux phénomènes de sorption (adsorption/désorption) de l'humidité dans les matériaux maçonnés, en fonction notamment des paramètres microclimatiques (variations de température et d'humidité relative, circulation d'air, etc.).

Ces résultats sont cohérents avec le suivi de la hauteur de la frange capillaire, réalisé depuis octobre 2020, montant notamment une baisse significative des remontées capillaires sur le mur nord de l'église dans la zone 9, et la persistance d'une hauteur de frange capillaire élevée à proximité de la sonde E2 (élévation SUD - zones 5 et 8).

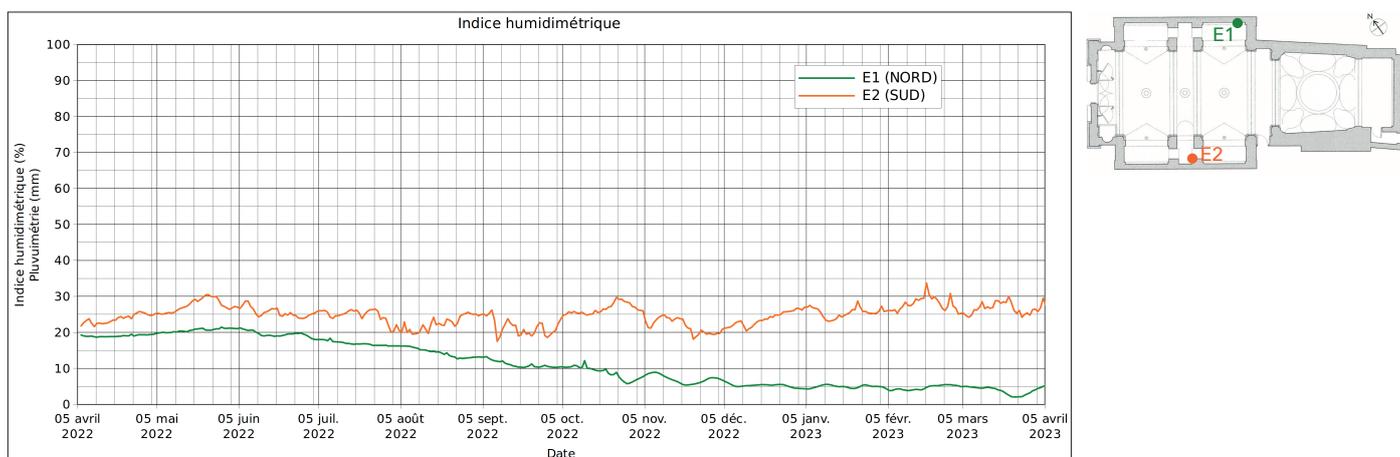


Figure 46: Évolution des indices humidimétriques relevés par les sondes résistives entre le 5 avril 2022 et le 5 avril 2023.

C. BILAN

Les mesures humidimétriques réalisées entre octobre 2020 et octobre 2021, puis entre avril 2022 et avril 2023 mettent en évidence une **tendance significative à la baisse des niveaux d'humidité dans les maçonneries des élévations nord de l'église**. Cette tendance à la baisse concerne une majorité des 15 zones de suivi, même si on relève localement des hausses significatives de la hauteur de la frange capillaire, en particulier sur l'élévation nord du chœur. Cette évolution est corroborée par le suivi humidimétrique par la sonde résistive implantée sur l'élévation de la troisième travée nord (sonde E1), qui indique une baisse sensible de l'indice humidimétrique depuis juin 2022.

Les mesures réalisées sur les élévations sud montrent également une évolution à la baisse, bien que moins marquée, dans la majorité des zones de mesure. Les hauteurs de frange capillaire mesurées dans les différentes zones restent cependant élevées, et ne présentent globalement pas de baisse significative depuis l'automne 2022. Le suivi humidimétrique dans la deuxième travée sud (sonde E2) ne montre pas de variation notable dans la zone de mesure entre avril 2022 et avril 2023. La cartographie humidimétrique réalisée dans la zone de référence (pilier est de l'entrée de la première chapelle sud) indique des **variations cycliques de la répartition et des niveaux d'humidité**. Cette évolution résulte vraisemblablement des effets combinés des variations d'amplitude des remontées capillaires et des phénomènes de sorption d'humidité dépendant des conditions micro-climatiques (adsorption lors des périodes de forte humidité relative et/ou de condensation, désorption lors des périodes de faible humidité relative).

La différence significative de comportement hydrique entre les élévations intérieures nord et sud de l'église pourrait résulter de la topologie du sol dans l'environnement proche de l'église. En particulier, l'écoulement des eaux de pluie depuis le relief situé au sud de l'église, et le rejaillissement de l'eau de pluie en partie basse de l'élévation extérieure sud pourraient contribuer au maintien d'une humidité élevée dans les maçonneries sud.