



observatoire
de la nappe
d'Alsace

RAPPORT RESEAU TEMPERATURE SUR LA NAPPE D'ALSACE

DONNEES 2013-2023

APRONA Mars 2025

Fabien TOULET

Table des matières

1 - Introduction.....	4
2 - Contexte.....	4
3 - Facteurs influençant les variations de la température	5
4 - Mesure de la température de la nappe dans un ouvrage	6
5 - Suivi température 2023	8
6 - Synthèse des données 2023.....	16
7 - Synthèse des données 2013 - 2023.....	21
8 - Quelques exemples de comportements et cas particuliers	32
9 - Conclusions	38

Table des illustrations

Figure 1 : comparaison entre les mesures ponctuelles et les mesures en continu.....	7
Figure 2 : Equipement des ouvrages.....	10
Figure 3 : Profondeur des ouvrages.....	10
Figure 4 : Sonde Profondeur + Température	12
Figure 5 : Répartition du nombre d'ouvrages / hauteur de la colonne d'eau.....	16
Figure 6 : Variations annuelles de température par aquifère.....	16
Figure 7 : Amplitude des variations annuelles de température en fonction de la profondeur moyenne de nappe par rapport au sol – Année 2023	17
Figure 8 : Températures moyennes annuelles en fonction de la profondeur du capteur – Année 2023	17
Figure 9 : Variations globales de température par aquifère	22
Figure 10 : Amplitude des variations annuelles de température en fonction de la profondeur moyenne de nappe par rapport au sol.....	22
Figure 11 : Températures moyennes annuelles en fonction de la profondeur du capteur	22
Figure 12 : Pente (°C/an) en fonction de la profondeur moyenne annuelle de la nappe (m)	31
Figure 13 : Evolution de la température à Haguenau (01988X0149/PZ)	32
Figure 14 : Evolution de la température à Altorf (02714X0219/PZ)	33
Figure 15 : Evolution de la température à Offendorf (03427X0361/PZ6)	33
Figure 16 : Evolution de la température à Houssen (03427X0361/PZ6).....	34
Figure 17 : Evolution de la température à Artolsheim (03431X0027/207A).....	35
Figure 18 : Evolution de la température à Sigolsheim (03426X0159/93A)	35
Figure 19 : Evolution de la température à Réguisheim (03786X0075/51A).....	35
Figure 20 : Evolution de la température à Chalampé (04134X0133/37A).....	36
Figure 21 : Evolution de la température à Saint-Louis (04454X0030/P12).....	36
Figure 22 : Evolution de la température à Uffoltz (04131X0485/PZ4)	37
 Tableau 1 : comparaison entre les mesures ponctuelles et les mesures en continu.....	 8

Tableau 2 : Evolution du nombre de points avec un suivi de la température.	8
Tableau 3 : Taux de mesure du réseau température depuis 2013.....	12
Tableau 4 : Date d'équipement en 2023 et description des ouvrages.....	15
Tableau 5 : Description du point (identifiant du point, profondeur de l'ouvrage) et synthèse des mesures 2023.....	20

Annexes

ANNEXE 1 : SUIVI DE LA TEMPÉRATURE ET TENDANCE DEPUIS 2013

ANNEXE 2 : RÉPARTITION DES MIN ET MAX ANNUELS – GRAPHIQUES

ANNEXE 3 : RÉPARTITION DES MIN ET MAX ANNUELS - TABLEAU DE SYNTHÈSE

1 - INTRODUCTION

Depuis 2013, l'Observatoire de la nappe (APRONA) déploie progressivement des capteurs permettant de mesurer la température en remplaçant les capteurs existants et en équipant de nouveaux points de mesures avec des matériels permettant de mesurer la température de série. Ce réseau « température » complète la connaissance qualitative et quantitative qu'acquiert en continu l'APRONA sur l'aquifère.

2 - CONTEXTE

Depuis plusieurs années, une augmentation sensible de la température de la nappe est observée sur le territoire de l'EUROMETROPOLE de Strasbourg. C'est actuellement sur la nappe d'Alsace le seul secteur avec des études ou un suivi.

Que se passe-t-il sur le reste de l'aquifère ?

Quelles en sont les causes ?

Les connaissances actuelles ne sont pas suffisantes pour expliquer cette augmentation. Les pistes principales sont l'impact anthropique (PAC) ou le réchauffement climatique.

L'APRONA déploie donc progressivement, dans le cadre de la modernisation de son réseau, un réseau de référence du suivi de la température à l'échelle régionale, dont les objectifs sont les suivants :

- Acquérir à l'échelle régionale des chroniques températures régulières, pérennes et représentatives, afin d'appréhender les dynamiques thermiques dans la nappe d'Alsace ;
- Constituer à l'échelle régionale des chroniques de données continues et homogènes pour déterminer sur une longue période des "valeurs caractéristiques" de l'aquifère et détecter, le cas échéant, d'éventuels signes de surexploitation par les pompes à chaleur (PAC) ou déterminer les secteurs où les actions prioritaires sont à engager ;
- Assurer un suivi de la température sur le long terme, afin de détecter les variations inter annuelles de ce paramètre et les signes du réchauffement climatique ;
- Fournir des données fiables afin de mieux interpréter les échanges nappe/rivières ;
- Fournir des informations homogènes et fiables à l'échelle régionale, aux usagers (collectivités, administrations, décideurs publics, bureaux d'études, aménageurs et particuliers) sur l'état de la ressource souterraine.

3.1 - Influence de la profondeur de la nappe

La profondeur de la nappe par rapport au sol a un effet direct sur sa température.

- Nappes superficielles (à moins de quelques mètres de profondeur) : la température de l'eau est fortement influencée par les variations saisonnières de température de l'air et du sol (échange thermique important).
- Nappes profondes (à plusieurs dizaines de mètres) : la température est plus stable et proche du gradient géothermique, qui est d'environ 3 à 4°C par 100 m de profondeur.
- Inertie thermique : les nappes profondes ont une réponse retardée aux variations climatiques en raison de la conductivité thermique du sol (Anderson, 2005).

3.2 - Influence des matériaux des ouvrages de captage et de la colonne d'eau

Les matériaux des ouvrages de captage influencent la température mesurée dans les nappes phréatiques :

- **Béton et ciment** : Ces matériaux ont une inertie thermique plus élevée, pouvant affecter la diffusion de la chaleur et introduire un biais thermique dans les mesures.
- **PVC** : Le PVC est moins conducteur de chaleur et limite les influences thermiques extérieures sur les capteurs.

De plus, la hauteur de la colonne d'eau au-dessus du capteur influence directement la température mesurée :

- **Une colonne d'eau plus haute** induit une inertie thermique plus importante, réduisant la sensibilité aux variations rapides de température.
- **Une faible hauteur d'eau** peut exposer les capteurs aux influences atmosphériques ou aux flux de chaleur latéraux.

3.3 - Influence de la couverture du sol

La couverture du sol, qu'elle soit végétale, urbaine ou agricole, modifie les transferts de chaleur et donc la température de la nappe.

- **Forêts et zones végétalisées** : Elles offrent une protection contre les variations thermiques extrêmes et limitent le réchauffement estival.
- **Zones urbaines** : L'effet d'"îlot de chaleur" augmente la température du sol, pouvant impacter les nappes superficielles (étude de Menberg et al., 2014 sur les eaux souterraines urbaines).
- **Terres agricoles** : L'irrigation et les cultures modifient l'infiltration et les échanges thermiques.

3.4 - Influence des échanges nappe-rivière

On peut constater une influence réciproque des températures des rivières et des nappes phréatiques sur leurs dynamiques hydrauliques et thermiques. Une rivière plus chaude en été peut induire un réchauffement progressif de la nappe par infiltration, tandis qu'une nappe plus froide peut avoir un effet tampon et rafraîchir les eaux superficielles. En hiver, l'influence inverse

se produit, où une nappe plus chaude peut atténuer le refroidissement des rivières en période de basses températures.

3.5 - Influence anthropique (PAC)

L'eau est pompée à 10- 12°C dans la nappe. Les thermies (ou frigories en climatisation) sont prélevées puis l'eau est rejetée dans la nappe (T° de rejet d'environ 4°C en chauffage et de 18 à 20°C en climatisation)¹.

4 - MESURE DE LA TEMPÉRATURE DE LA NAPPE DANS UN OUVRAGE

Pour une mesure ponctuelle de la température, Il est important d'éviter les influences externes :

- Mesurer directement dans l'eau souterraine et non à la sortie d'une pompe (éviter les effets de réchauffement).
- S'assurer que la sonde est immergée loin des parois du forage pour éviter les biais thermiques.
- Éviter les mesures trop proches de la surface (affectées par la température de l'air).

Stabilisation de la mesure :

- Dans un piézomètre, purger avant la mesure (extraction de 3 à 5 volumes d'eau) afin d'obtenir l'eau en circulation et non l'eau stagnante.
- Introduire la sonde lentement jusqu'à la profondeur souhaitée.
- Attendre la stabilisation avant la mesure.

Lors de chaque intervention sur une centrale, une mesure de contrôle de la température est réalisée pour valider les mesures. Les mesures de contrôle sont réalisées à la même profondeur que celle du capteur.

Il est également important de connaître la précision des capteurs. Pour nos matériels, la précision donnée par le constructeur est de $\pm 0.1^\circ\text{C}$.

Les mesures des capteurs installés dans les ouvrages sont réalisées sans purge de l'eau du puits. Afin de vérifier si cela introduit un biais ou une erreur, une comparaison des mesures en continu avec celles effectuées lors des prélèvements ponctuels (ERMES ii – 2023) est présentée dans le Tableau 1 et la Figure 1.

¹ : Fiche référence du SAGE Ill-nappe-Rhin – Octobre 2011 : Les pompes à chaleur : quelles conséquences pour la nappe ?

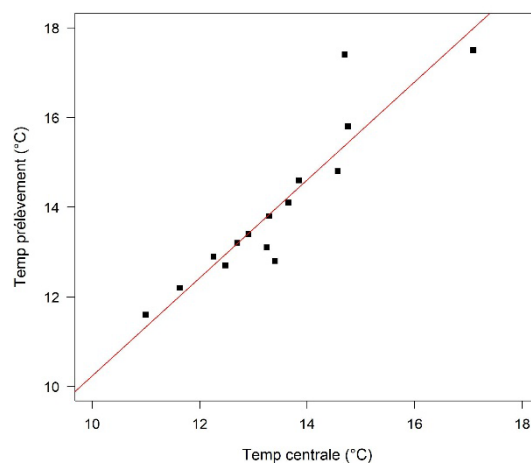


Figure 1 : comparaison entre les mesures ponctuelles et les mesures en continu

Excepté pour 2 points, les mesures manuelles sont toutes supérieures aux mesures en continu.

Les écarts entre les 2 mesures sont dans l'intervalle de précision de la mesure ($\pm 0.7^{\circ}\text{C}$)² sauf pour 2 ouvrages :

- 02726X0029 à Lipsheim, 2.7°C de différence mais une mesure manuelle faite plus proche du sol : Influence de la buse ciment, erreur de mesure ou de transcription ?
- 03788X0142 à Fessenheim 1°C de différence avec des profondeurs de mesures égales.

Même lorsque les mesures manuelles sont faites à des profondeurs supérieures à celles des mesures en continu (03783X0091, 03786X0075, 04132X0086, 04133X0033, 04138X0033), l'écart reste du même ordre et le résultat de la mesure manuelle est supérieur à celui de la mesure en continu.

CODE BSS	EQUIPEMENT	PROFONDEUR OUVRAGE (M)	DATE	TEMPÉRATURE PRÉLÈVEMENT ($^{\circ}\text{C}$)	TEMPÉRATURE CENTRALE ($^{\circ}\text{C}$)	ECART ($^{\circ}\text{C}$)	PROFONDEUR PRÉLEVEMENT (M)	PROFONDEUR CAPTEUR (M)
01992X003 4	Acier + PVC	7.7	22.11.2023	12.8	13.4	0.6	7	7.3
02718X002 2	Buse ciment	24.4	26.10.2023	12.7	12.5	-0.2		10
02726X002 9	Buse ciment	8.4	04.10.2023	17.4	14.7	-2.7	5.4	8
03077X023 8	Acier + PVC	6.4	01.12.2023	13.1	13.3	0.2	4.7	6
03782X011 3	Acier + PVC	9.2	15.11.2023	12.9	12.3	-0.6	8	8
03783X004 6	Buse ciment	8.8	23.09.2023	14.1	13.7	-0.4	7.4	8

² Mesure in-situ par LPI : Méthode interne (MOP-01-MES)

03783X009 1	Acier + PVC	18.9	15.11.2023	12.2	11.6	-0.6	12.5	10
03786X007 5	Acier + PVC	17.45	26.09.2023	17.5	17.1	-0.4	13	10
03787X010 9	Acier + PVC	15.5	26.09.2023	13.4	12.9	-0.5	13	14
03788X014 2	Acier + PVC	14.2	08.11.2023	15.8	14.8	-1.0	12	12
03795X009 3	Acier + PVC	12.35	08.11.2023	14.8	14.6	-0.2	10.5	10
04124X010 5	Acier + PVC	12.55	15.11.2023	14.6	13.9	-0.7	11	12
04132X008 6	Acier + PVC	20.05	15.11.2023	13.8	13.3	-0.5	14	10
04133X003 3	Acier + PVC	32.8	15.11.2023	13.2	12.7	-0.5	25	23
04138X003 3	Acier + PVC	45.35	08.11.2023	11.6	11.0	-0.6	30	27.5

Tableau 1 : comparaison entre les mesures ponctuelles et les mesures en continu.

-> Ces comparaisons nous montrent que les résultats des mesures en continu sont pertinents et ainsi qu'ils peuvent être exploités pour analyser le comportement thermique de la nappe d'Alsace et son évolution.

5 - SUIVI TEMPÉRATURE 2023

Parmi les 169 points du réseau piézométrique régional, 81 points sont équipés en 2023 pour le suivi de la température. Les centrales les plus anciennes (OTT – Thalimèdes) ont été remplacées progressivement par des matériels équipés, de série, pour le suivi de la température. Pour les centrales modulables (OTT – Duosens), les sondes « pression » ont été remplacées par des sondes « pression + température ».

Le réseau de suivi de la température a évolué en 2023. Le nombre de points de mesures passe de 79 à 81.

PÉRIODE	AVANT T 2013	201 3	201 4	201 5	201 6	201 7	201 8	201 9	202 0	202 1	202 2	202 3
Nombre d'ouvrages	10	32	33	38	50	59	67	75	77	78	79	81

Tableau 2 : Evolution du nombre de points avec un suivi de la température.

Les 17 points du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) sont intégrés à ce réseau de suivi de la température.

Parmi ces 81 ouvrages, les équipements sont les suivants :

- Tube PVC + dispositif de fermeture : ouvrage adapté au suivi de la température ;
- Tube acier : peut-être non représentatif de la température de l'aquifère pour les faibles profondeurs ;
- Buse ciment et fort diamètre : point non représentatif de la température de l'aquifère (cf. rapport BRGM/RP-65094-FR Mars 2016 – Cartographie de la température de la nappe d'Alsace en partie supérieure au droit de l'EUROMETROPOLE de Strasbourg) : influence trop importante de la température de l'air car le matériau est trop conducteur de la chaleur ;
- Puits maçonné en pierre : idem ciment.

La répartition des ouvrages en fonction de leur équipement est présentée dans la **Figure 2**.

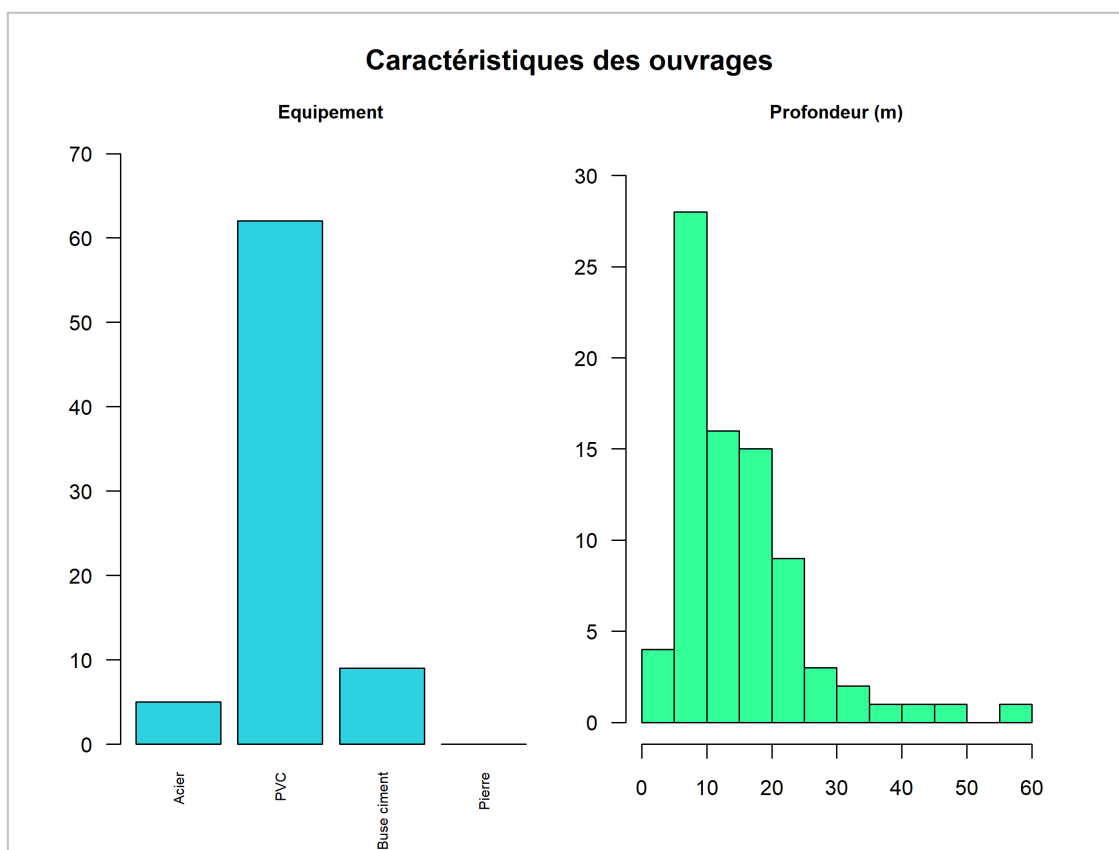


Figure 2 : Equipement des ouvrages

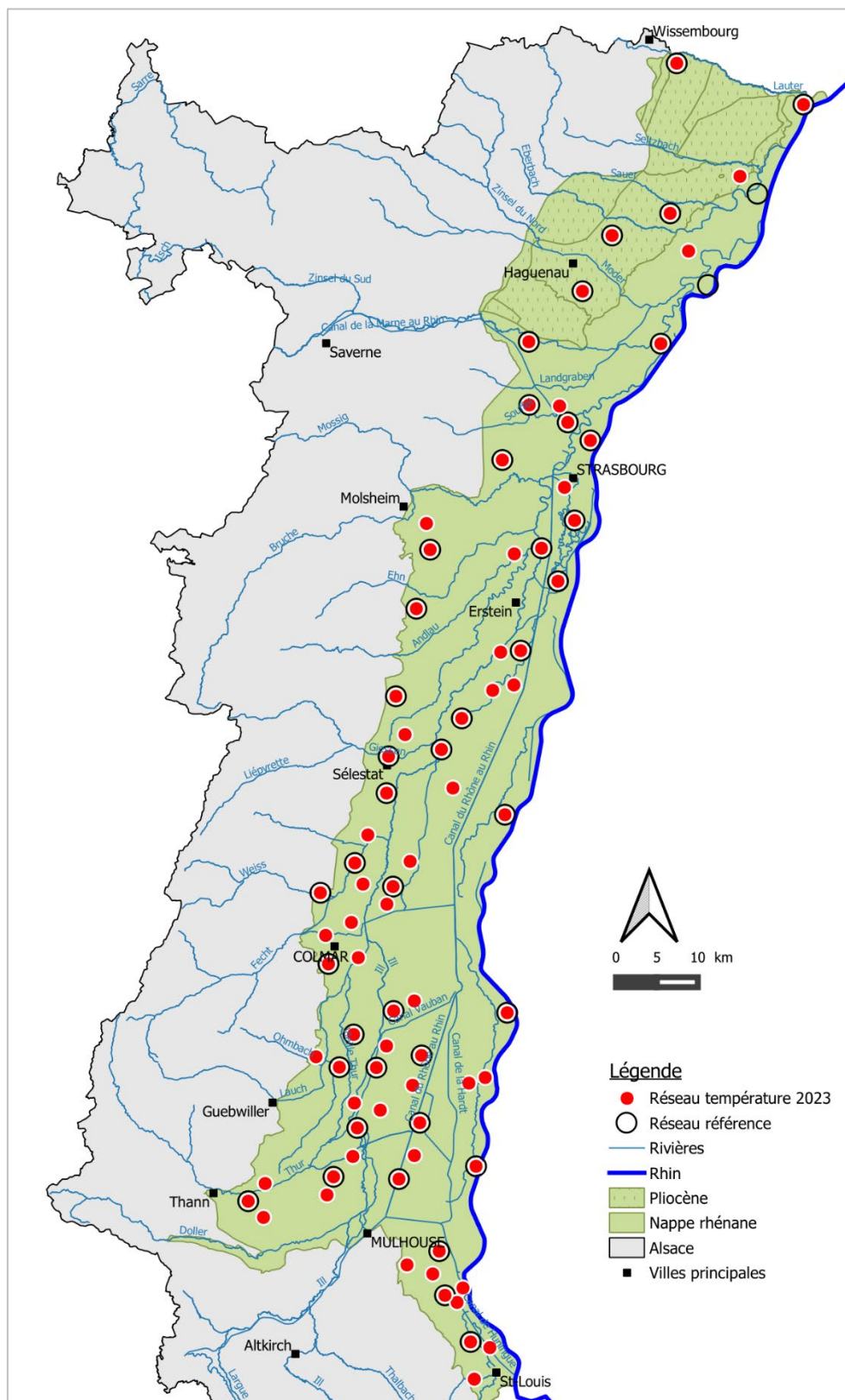
Figure 3 : Profondeur des ouvrages

La distribution de la profondeur des ouvrages est présentée dans la **Figure 3** :

- 4 ouvrages superficiels avec une profondeur <5 m ;
- 28 ouvrages dont la profondeur est comprise entre 5 et 10 m ;
- 29 ouvrages dont la profondeur est comprise entre 10 et 20 m ;
- 13 ouvrages dont la profondeur est comprise entre 20 et 30 m ;
- 7 ouvrages dont la profondeur est supérieure > 30 m.

Le **TABLEAU 2** présente les caractéristiques des ouvrages équipés.

La localisation des ouvrages est présentée dans la Carte 1.



Carte 1 : Ouvrages équipés pour le suivi de la température – 2023

La maintenance des équipements, le contrôle des mesures sur site et la collecte des données sont assurés par l'APRONA une fois par trimestre.



Figure 4 : Sonde Profondeur + Température

Les données sont accessibles à tous via le site de l'APRONA, après validation par l'APRONA.

Pour certains points, les chroniques sont incomplètes en raison des dates d'installation en cours d'année. En année pleine, avec une mesure toutes les 12 h, on dispose de 730 mesures par point. Le taux moyen de mesures validées est excellent (Tableau 3) (détails en ANNEXE 1).

ANNÉE	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Taux de mesure (%)	99.2	99.7	99.0	99.4	99.7	99.0	99.1	99.7	99.3	99.6	98.7

Tableau 3 : Taux de mesure du réseau température depuis 2013

BSS	Année	Commune	X	Y	Altitude (m NGF)	Description	Profondeur ouvrage (m)	Profondeur capteur (m)	Profondeur crépine début (m)	Profondeur crépine fin (m)
01695X0131/F	2013	WISSEMBOURG	1064280	6891221	154.33	Acier + PVC	15.65	8		
01698X0002/373B	2019	LAUTERBOURG	1079765	6886176	110.65	Acier + PVC	7.7	6.35		
01988X0149/PZ	2014	HAGUENAU	1056384	6870166	146	PVC	42	10	6	42
01992X0034/AVAL1	2013	KESSELDORF	1072010	6877393	126.57	Acier + PVC	7.7	7.3		
01995X0012/342B	2013	SESSENHEIM	1065727	6868252	120.66	Acier	3.9	3.75		
01995X0103/338B1	2013	HAGUENAU	1063482	6872869	133.82	Acier + PVC	6.7	6		
02343X0003/561	2013	WEITBRUCH	1052770	6863345	149.14	Acier + PVC	9.6	8		
02346X0139/313A	2013	LAMPERTHEIM	1046271	6849439	142.9	Acier + PVC	11.65	10		
02347X0022/314	2008	REICHSTETT	1049974	6849307	137.13	Buse ciment	8.1	6		
02347X0457/246G	2013	STRASBOURG	1053739	6845097	134.79	Acier + PVC	6	4	1	6
02347X0648/AMT	2013	BISCHHEIM	1050965	6847305	135.77	PVC	9.5	8	3	9
02351X0340/320A	2019	OFFENDORF	1062336	6856931	127.43	PVC	10.6	8		
02714X0219/PZ	2013	ALTORF	1033715	6834938	171.74	Acier + PVC	6.6	6	1	6
02718X0005/G1	2018	GRIESHEIM-PRES-MOLSHEIM	1034166	6831740	171.04	Acier	55.6	18		
02718X0022/F	2018	GOXWILLER	1032483	6824520	162.28	Buse ciment	24.4	10		
02722X1229/PZ3	2013	OBERSCHAEFFOLSHEIM	1042983	6842708	151.18	Acier + PVC	20	19.5	10	20
02723X0945/PZ6	2013	STRASBOURG	1051808	6835316	142.31	Acier + PVC	11.25	8	2.77	10.77
02726X0008/235G	2015	PLOBSHEIM	1049779	6827878	147.82	Acier + PVC	6.5	6	1	6
02726X0016/236F	2015	ESCHAU	1047773	6831917	143.8	Acier + PVC	6.5	6	1	6
02726X0029/238	2013	LIPSHEIM	1044446	6831223	147.97	Buse ciment	8.4	8		
03073X0150/PZ1	2013	EPFIG	1029986	6813809	181.79	Acier + PVC	17.7	16	4.5	16.5
03077X0238/209F	2016	SELESTAT	1029092	6806467	180.24	Acier + PVC	6.4	6	1	6
03078X0333/PZ8	2008	MUTTERSCHOLTZ	1035547	6807298	166.96	Acier + PVC	8	8	3	8
03078X0349/PZ7	2015	EBERSHEIM	1031105	6809124	171.96	PVC	24.35	10	4	25
03081X0025/223	2013	ROSSFELD	1041804	6814536	159.44	Buse ciment	6.6	5		
03081X0038/269	2017	MATZENHEIM	1042783	6819198	156.54	Acier + PVC	6	6		
03082X0264/F	2019	HERBSHEIM	1044395	6815190	157.38	Buse ciment	4.6	4		

BSS	Année	Commune	X	Y	Altitude (m NGF)	Description	Profondeur ouvrage (m)	Profondeur capteur (m)	Profondeur crépine début (m)	Profondeur crépine fin (m)
03082X0267/PZ4	2008	OSTHOUSE	1045227	6819388	155.42	Acier + P.V.C.	9.3	8		
03085X0208/PZ7	2008	HILSENHEIM	1038031	6811106	163.12	Acier + PVC	8	8	3	8
03422X0029/95	2008	OSTHEIM	1024969	6793422	180.49	Acier	9.25	7		
03423X0017/209C	2011	SELESTAT	1028841	6801963	172.17	Acier + PVC	6.2	4	1	6
03423X0056/100	2021	GUEMAR	1026558	6796852	179.48	Buse ciment	10.7	9		
03423X0064/94A	2017	ILLHAEUSERN	1031718	6793615	178.55	Acier + PVC	4.3	4		
03426X0159/93A	2017	SIGOLSHEIM	1020763	6789776	204.96	Acier + PVC	16	6		
03426X0226/PZ3	2010	WINTZENHEIM	1021403	6784563	213.9	PVC	28.2	14.5		
03426X0254/137	2013	COLMAR	1024548	6786147	190.92	PVC	10.8	8		
03427X0027/92	2013	HOLTZWHR	1028878	6788380	182.7	Buse ciment	4.95	4		
03427X0361/PZ6	2008	HOUSSEN	1025966	6790834	182.33	Acier + PVC	11.25	8	3	10
03427X0362/PZ16	2008	RIEDWHR	1029635	6790534	181.61	Acier + P.V.C.	6.4	6		
03431X0027/207A	2019	ARTOLSHEIM	1043301	6799327	173.05	PVC	10.75	10		
03782X0080/84B	2019	COLMAR	1025391	6781841	191.77	Acier + PVC	8	8		
03782X0113/65C	2016	OBERHERGHEIM	1024820	6772443	202.81	Acier + PVC	9.2	8		
03782X0114/PZ1	2013	WETTOLSHEIM	1021747	6781075	196.99	PVC	19.4	10.5	6	20
03783X0046/71	2007	HETTENSCHLAG	1032231	6776551	197.51	Buse ciment	8.8	8		
03783X0091/72A	2017	SAINTE-CROIX-EN-PLAINE	1029702	6775318	200.3	Acier + PVC	18.9	10		
03786X0074/130	2018	MUNWILLER	1023080	6768443	207.3	Acier + PVC	14.55	10		
03786X0075/51A	2016	REGUISHEIM	1024917	6764058	213.52	Acier + PVC	17.5	10		
03787X0070/42A	2018	REGUISHEIM	1028077	6763191	215.3	Acier + PVC	14.8	14		
03787X0071/121A	2015	HIRTZFELDEN	1032031	6766234	211.84	Acier + PVC	18.4	16		
03787X0072/59A	2016	RUSTENHART	1033122	6769882	206.44	Acier + PVC	17.3	12		
03787X0088/65A	2018	OBERHERGHEIM	1028835	6771039	205.05	Acier + PVC	21.3	10		
03787X0109/60A	2017	OBERENTZEN	1027603	6768391	209.04	Acier + PVC	15.5	14		
03788X0142/50D	2017	FESSENHEIM	1038899	6766494	208.49	Acier + PVC	14.2	12		
03791X0040/V45A	2020	GEISWASSER	1043570	6775108	194.31	Acier + PVC	6.75	6		

BSS	Année	Commune	X	Y	Altitude (m NGF)	Description	Profondeur ouvrage (m)	Profondeur capteur (m)	Profondeur crépine début (m)	Profondeur crépine fin (m)
03795X0093/PZ-N2	2010	FESSENHEIM	1040891	6767181	205.66	Acier + PVC	12.35	10		
04124X0105/P16	2009	CERNAY	1011945	6752056	303.55	Acier + PVC	12.55	12	8	12
04128X0018/PZ3	2013	CERNAY	1013814	6750072	286.69	Acier + PVC	31.7	8		
04131X0485/PZ4	2013	UFFHOLTZ	1014014	6754224	284.69	Acier + PVC	8.2	5		
04132X0086/PP6	2013	WITTENHEIM	1022363	6755039	233.84	Acier + PVC	20.05	10	14	19
04132X0190/41B	2017	ENSISHEIM	1025270	6761017	218.92	Acier + PVC	22	14		
04132X0193/41C	2018	ENSISHEIM	1024730	6757524	223.24	Acier + PVC	21.2	14		
04132X0413/VN5P	2013	WITTENHEIM	1021572	6752820	241.49	Acier + PVC	21.4	8	17	21
04133X0029/32A	2016	BATTENHEIM	1030353	6754767	229.09	Acier + PVC	26.3	23		
04133X0030/40A	2016	MUNCHHOUSE	1032901	6761650	218.69	Acier + PVC	23.2	20		
04133X0033/40B	2016	MUNCHHOUSE	1032236	6757639	224.27	Acier + PVC	32.8	23		
04134X0133/37A	2017	CHALAMPE	1039770	6756334	217.46	Acier + PVC	18	14		
04137X0051/S23	2016	DIETWILLER	1034489	6743159	246.99	Acier + PVC	19.7	18.5		
04138X0033/S27	2016	PETIT-LANDAU	1035272	6745950	239.83	Acier + PVC	45.35	27.5		
04454X0011/13	2018	KEMBS	1038171	6741448	234.39	Buse ciment	14.3	10		
04454X0013/8A	2018	KEMBS	1037454	6739679	239.01	Acier	14.3	10		
04454X0019/S19	2016	SIERENTZ	1035975	6740548	247.83	Acier + PVC	20	18		
04454X0030/P12	2016	SAINT-LOUIS	1041465	6734155	242.73	Acier + PVC	6.6	5		
04454X0033/S11	2016	SAINT-LOUIS	1039105	6734844	252.11	Acier + PVC	22.5	16		
04458X0023/S3	2015	HESINGUE	1039558	6730295	269.13	Acier + PVC	16.9	16	12.6	15.6
BSS003GNNU/X	2019	ROUFFACH	1020230	6769723	208.66	Acier + PVC	11.5	10	2.5	11.5
BSS003MKHM/X	2019	BALDENHEIM	1036950	6802587	170.21	Puits incendie	6.4	6		
BSS004AXXS/X	2013	HABSHEIM	1031340	6744262	245.09	Acier + PVC	18.4	16.5	10.4	16.4
BSS004EPHV/X		STRASBOURG	1050572	6839352	140.43		8.66	8.14		

Tableau 4 : Date d'équipement en 2023 et description des ouvrages

Les coupes techniques ne sont connues que pour 22 ouvrages.

Le réseau de référence défini en 2016 ³ comprend 41 ouvrages sélectionnés en fonction de la nature de l'équipement, la colonne d'eau au-dessus du capteur (**Figure 5**), la localisation et l'influence anthropique. Seuls les points du réseau de référence sont retenus dans la **Figure 6**.

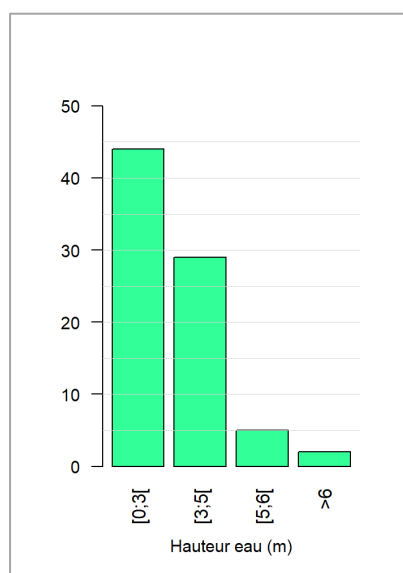


Figure 5 : Répartition du nombre d'ouvrages / hauteur de la colonne d'eau.

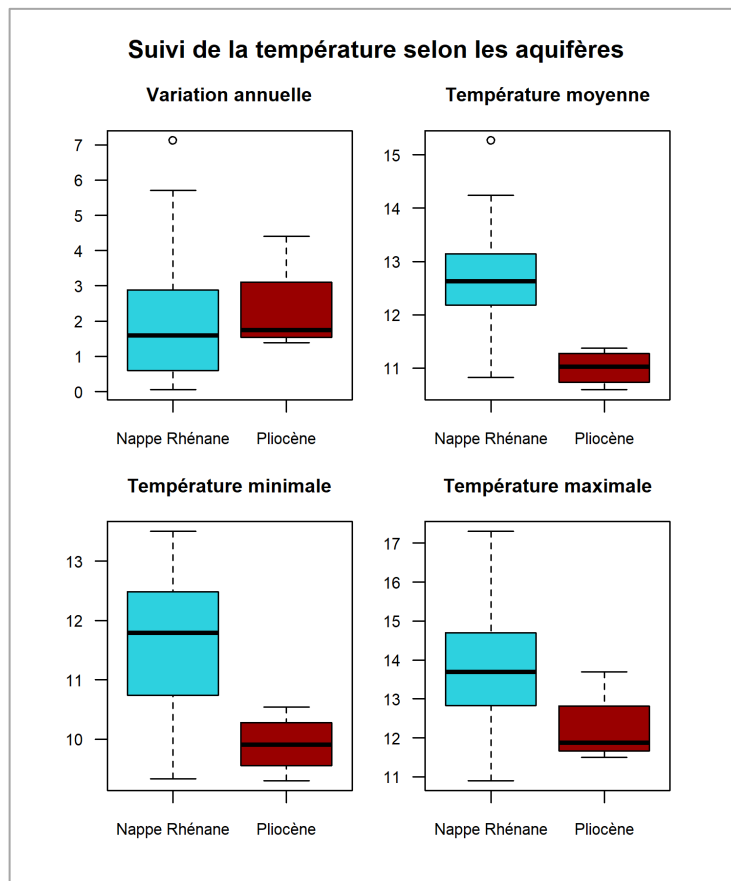


Figure 6 : Variations annuelles de température par aquifère.

6.1 - Nappe rhénane

La moyenne des températures annuelles de la nappe rhénane calculée sur les 37 points de mesure de référence ayant une chronique complète et répondant à l'ensemble des critères en 2023 est de **12.69°C**.

L'amplitude annuelle des températures varie de 0.05°C à Oberschaeffolsheim (profondeur du capteur égale à 20m sous couverture lœssique) jusqu'à 7.12°C à Plobsheim (profondeur du capteur 5.50m à proximité du Rhin). La moyenne pour l'ensemble des points est de 2.14°C.

La température minimale annuelle varie de 9.33°C (Plobsheim) à 13.50°C à Battenheim et Ensisheim. La moyenne pour l'ensemble des points est de 11.64°C.

La température maximale annuelle varie de 10.90°C à Sierentz (profondeur du capteur égale à 16.90m) à 17.30°C à Chalampé (profondeur du capteur égale à 14m). La moyenne pour l'ensemble des points est de 13.78°C.

³ Rapport température 2016 - APRONA

6.2 - Pliocène de Haguenau

La moyenne des températures annuelles de la nappe du Pliocène de Haguenau (4 points de mesures) est de **11.00°C**.

L'amplitude annuelle des températures varie de 1.39°C à Weitbruch (profondeur du capteur égale à 8m) jusqu'à 4.40°C à Haguenau (profondeur du capteur égale à 6m). La moyenne pour l'ensemble des points est de 2.32°C.

La température minimale annuelle varie de 9.3°C à Haguenau à 10.54°C à Weitbruch. La moyenne pour l'ensemble des 4 points est de 9.92°C.

La température maximale annuelle varie de 11.50°C à Haguenau à 13.70°C à Haguenau (01995X0103/338B1). La moyenne pour l'ensemble des points est de 12.24°C.

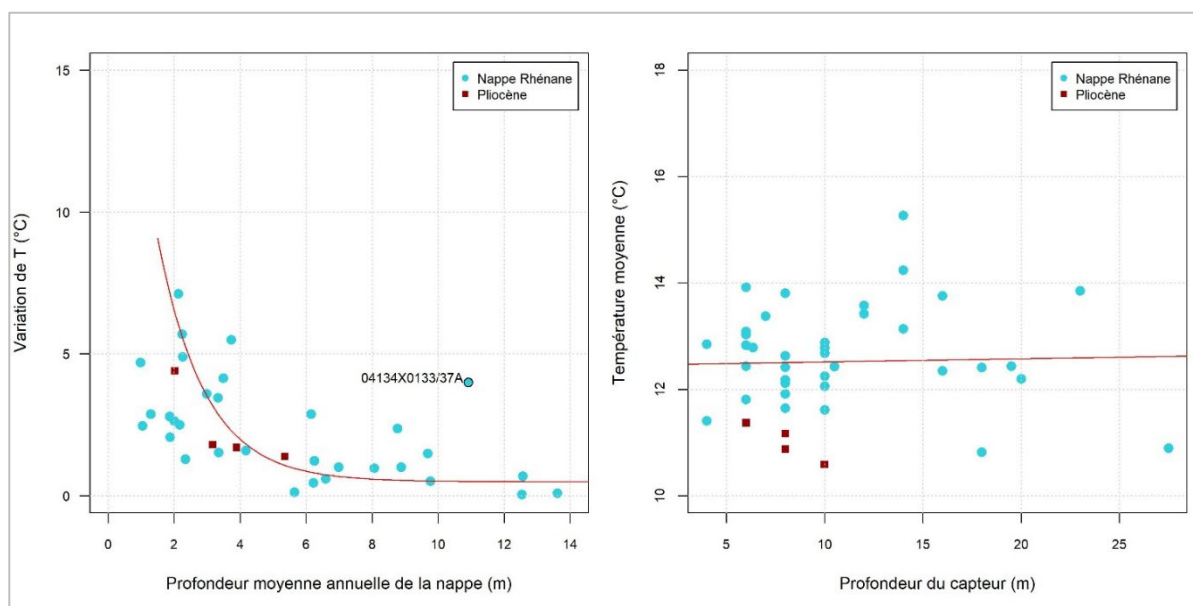


Figure 7 : Amplitude des variations annuelles de température en fonction de la profondeur moyenne de nappe par rapport au sol – Année 2023

Figure 8 : Températures moyennes annuelles en fonction de la profondeur du capteur – Année 2023

Les graphiques annuels de l'évolution de la température pour l'ensemble des points de mesures sont présentés en **ANNEXE 1**.

Le **TABLEAU 5** ci-après présente pour l'ensemble des ouvrages déjà équipés et ceux à venir la synthèse des données d'équipement, le nombre de mesures en 2023 et les valeurs caractéristiques de celles-ci.

Les cartes des températures moyennes, min et max annuelles sont présentées en **ANNEXE 2**.

La variation de l'amplitude thermique annuelle varie en fonction de la profondeur de mesure. Elle décroît rapidement pour les profondeurs comprises entre 5 et 10 m. A partir de 10 m, l'amplitude est très faible (< 1°C) et ne varie que très peu (**Figure 7**).

Un point se distingue du comportement général sur la **Figure 7** : le point 04134X0133/37A qui est directement influencé par le Rhin.

BSS	Commune	Aquifère	Equipement	Profondeur ouvrage (m)	Nb de mesures	Delta eau (m)	Profondeur moyenne (m)	Profondeur capteur (m)	Lame eau (m)	Température MOYENNE (°C)	Température MIN (°C)	Température MAX (°C)	Delta Température (°C)	Réseau référence
01695X0131/F	WISSEMBOURG	Pliocène	Acier + PVC	15.65	730	1.51	3.17	7.19	4.02	10.88	10.02	11.82	1.8	oui
01698X0002/373B	LAUTERBOURG	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.7	729	1.88	2.98	5.49	2.51	12.79	11.1	14.7	3.6	oui
01988X0149/PZ	HAGUENAU	Pliocène	PVC	42	730	1.13	3.89	10	6.11	10.59	9.8	11.5	1.7	oui
01992X0034/AVAL1	KESSELDORF	Pliocène	Acier + PVC	7.7	730	0.94	5.06	7.3	2.24	11.41	9.4	13.4	4	
01995X0012/342B	SESSENHEIM	Nappe Rhénane	Acier	3.9	730	0.94	2.53	3.29	0.76	12.62	8.8	15.1	6.3	
01995X0103/338B1	HAGUENAU	Pliocène	Acier + PVC	6.7	729	1.08	2.02	5.09	3.07	11.37	9.3	13.7	4.4	oui
02343X0003/561	WEITBRUCH	Pliocène	Acier + PVC	9.6	730	0.51	5.35	6.97	1.62	11.17	10.54	11.93	1.39	oui
02346X0139/313A	LAMPERTHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.65	730	6.57	6.21	9.2	2.99	12.68	12.45	12.91	0.46	oui
02347X0022/314	REICHSTETT	Nappe Rhénane	Buse ciment	8.1	727	0.97	3.21	6	2.79	14.35	13	16.4	3.4	
02347X0457/246G	STRASBOURG	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6	730	0.54	0.97	4.2	3.23	12.91	10.4	15.6	5.2	oui
02347X0648/AMT	BISCHHEIM	Nappe Rhénane	PVC	9.5	730	0.64	2.17	8	5.83	13.82	12.6	15.6	3	oui
02351X0340/320A	OFFENDORF	Nappe Rhénane	PVC	10.6	730	1.1	3.35	7.25	3.9	12.41	11.69	13.32	1.63	oui
02714X0219/PZ	ALTORF	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.6	389	0.59	1.71	5.2	3.49	11.83	9.09	18.97	9.88	
02718X0005/G1	GRIESHEIM-PRÈS-MOLSHEIM	Nappe Rhénane	Acier	55.6	730	0.78	17.21	18	0.79	12.41	12.33	12.48	0.15	oui
02718X0022/F	GOXWILLER	Nappe Rhénane	Buse ciment	24.4	730	1.33	8.06	9.4	1.34	12.25	11.85	12.83	0.98	oui
02722X1229/PZ3	OBERSCHAEFFOLSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	20	730	0.37	12.54	19.5	6.96	12.44	12.25	12.47	0.22	oui
02723X0945/PZ6	STRASBOURG	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.25	730	1.05	4.17	8	3.83	12.12	11.4	13.3	1.9	oui
02726X0008/235G	PLOBSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.5	730	0.41	2.13	5.49	3.36	12.83	9.33	16.45	7.12	oui
02726X0016/236F	ESCHAU	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.5	730	0.56	1.04	5.88	4.84	13.09	11.96	14.43	2.47	oui
02726X0029/238	LIPSHEIM	Nappe Rhénane	Buse ciment	8.4	730	1.13	2.05	8	5.95	13.79	12.5	17.1	4.6	
03073X0150/PZ1	EPFIG	Nappe Rhénane	Acier + PVC	17.7	728	0.53	13.62	16.22	2.6	12.35	12.3	12.4	0.1	oui
03077X0238/209F	SÉLESTAT	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.4	730	1.23	3.33	5.61	2.28	11.78	10.03	13.78	3.75	oui
03078X0333/PZ8	MUTTERSCHOLTZ	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8	729	1.8	2.24	7.12	4.88	12.63	9.7	15.4	5.7	oui
03078X0349/PZ7	EBERSHEIM	Nappe Rhénane	PVC	24.35	730	1.87	7.39	10.04	2.65	13.01	12.9	13.2	0.3	
03081X0025/223	ROSSFELD	Nappe Rhénane	Buse ciment	6.6	729	1.13	2.01	5	2.99	13.16	11.3	15.4	4.1	
03081X0038/269	MATZENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6	730	1.34	2.5	4.67	2.17	11.99	10.4	13.6	3.2	
03082X0264/F	HERBSHEIM	Nappe Rhénane	Buse ciment	4.6	730	1.03	1.12	4	2.88	12.57	11.3	13.7	2.4	

BSS	Commune	Aquifère	Équipement	Profondeur ouvrage (m)	Nb de mesures	Delta eau (m)	Profondeur moyenne (m)	Profondeur capteur (m)	Lame eau (m)	Température MOYENNE (°C)	Température MIN (°C)	Température MAX (°C)	Delta Température (°C)	Réseau référence
03082X0267/PZ4	OSTHOUSE	Nappe Rhénane	Acier + P.V.C.	9.3	730	1	2.26	6.95	4.69	11.92	9.7	14.6	4.9	oui
03085X0208/PZ7	HILSENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8	730	1.17	2	7.06	5.06	12.18	10.64	13.29	2.65	oui
03422X0029/95	OSTHEIM	Nappe Rhénane	Acier	9.25	730	2.02	2.34	7.12	4.78	13.38	12.8	14.1	1.3	oui
03423X0017/209C	SÉLESTAT	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.2	730	1.34	1.23	3.32	2.09	11.27	6.22	13.09	6.87	oui
03423X0056/100	GUÉMAR	Nappe Rhénane	Buse ciment	10.7	729	1.69	4.04	9.03	4.99	13.58	12.9	14.5	1.6	
03423X0064/94A	ILLHAEUSERN	Nappe Rhénane	Acier + PVC	4.3	730	1.07	1.93	3	1.07	12.1	6.76	15.5	8.74	
03426X0159/93A	SIGOLSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	16	520	1.21	3.73	4.85	1.12	13.92	10.6	16.1	5.5	oui
03426X0226/PZ3	WINTZENHEIM	Nappe Rhénane	PVC	28.2	730	1.21	13.8	14.17	0.37	14.17	14	14.2	0.2	
03426X0254/137	COLMAR	Nappe Rhénane	PVC	10.8	730	0.82	6.55	8.3	1.75	14.84	14.3	15.6	1.3	
03427X0027/92	PORTE DU RIED	Nappe Rhénane	Buse ciment	4.95	730	1.06	1.4	4	2.6	13.25	9.7	16.7	7	
03427X0361/PZ6	HOUSSEN	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.25	730	1.41	2.7	6.99	4.29	13.48	11.27	15.82	4.55	
03427X0362/PZ16	RIEDWIHR	Nappe Rhénane	Acier + P.V.C.	6.4	730	0.94	1.86	5.09	3.23	12.44	10.9	13.7	2.8	oui
03431X0027/207A	ARTOLSHEIM	Nappe Rhénane	PVC	10.75	730	0.35	3.49	9.1	5.61	12.78	10.74	14.89	4.15	oui
03782X0080/84B	COLMAR	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8	730	1.04	3.92	6.97	3.05	12.95	11.1	15.4	4.3	
03782X0113/65C	OBERHERGHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	9.2	730	1.38	6.25	6.85	0.6	11.65	11.06	12.3	1.24	oui
03782X0114/PZ1	WETTOLSHEIM	Nappe Rhénane	PVC	19.4	730	0.69	6.59	10.58	3.99	12.43	12.1	12.7	0.6	oui
03783X0046/71	HETTENSCHLAG	Nappe Rhénane	Buse ciment	8.8	730	1.11	5.75	8	2.25	13.3	12.72	14.22	1.5	
03783X0091/72A	SAINTE-CROIX-EN-PLAINE	Nappe Rhénane	Acier + PVC	18.9	730	1.1	5.64	9.04	3.4	11.62	11.6	11.85	0.25	oui
03786X0074/130	MUNWILLER	Nappe Rhénane	Acier + PVC	14.55	730	2.51	6.15	9.16	3.01	12.06	10.68	13.56	2.88	oui
03786X0075/51A	RÉGUISSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC		730	3.21	6.77	9.39	2.62	13.67	8.71	19.36	10.65	
03787X0070/42A	RÉGUISSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	14.8	720	1.43	11.79	13	1.21	12.62	12.4	12.8	0.4	
03787X0071/121A	HIRTZFELDEN	Nappe Rhénane	Acier + PVC	18.4	729	1.03	11.46	15.13	3.67	13.35	12.6	13.8	1.2	
03787X0072/59A	RUSTENHART	Nappe Rhénane	Acier + PVC	17.3	730	1.09	8.88	11.7	2.82	13.42	12.94	13.95	1.01	oui
03787X0088/65A	OBERHERGHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	21.3	730	1.38	8.11	8.9	0.79	12.74	12.08	13.55	1.47	
03787X0109/60A	OBERENTZEN	Nappe Rhénane	Acier + PVC	15.5	730	1.42	9.77	12.93	3.16	13.15	12.88	13.4	0.52	oui
03788X0142/50D	FESSENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	14.2	730	1.45	9.71	10.46	0.75	14.61	14.27	15	0.73	
03791X0040/V45A	GEISWASSER	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.75	730	0.62	1.87	5	3.13	13.03	12.1	14.17	2.07	oui

BSS	Commune	Aquifère	Equipement	Profondeur ouvrage (m)	Nb de mesures	Delta eau (m)	Profondeur moyenne (m)	Profondeur capteur (m)	Lame eau (m)	Température MOYENNE (°C)	Température MIN (°C)	Température MAX (°C)	Delta Température (°C)	Réseau référence
03795X0093/PZ-N2	FESSENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	12.35	730	1.98	7.82	9.43	1.61	13.8	12.98	14.63	1.65	
04124X0105/P16	CERNAY	Nappe Rhénane	Acier + PVC	12.55	730	3.09	8.77	11.67	2.9	13.58	13.14	15.51	2.37	oui
04128X0018/PZ3	CERNAY	Nappe Rhénane	Acier + PVC	31.7	730	1.82	3.52	8	4.48	10.86	9.43	12.43	3	
04131X0485/PZ4	UFFHOLTZ	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.2	730	4.56	2.91	5	2.09	12.58	8.7	16.8	8.1	
04132X0086/PP6	WITTENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	20.05	730	1.54	6.98	9.09	2.11	12.88	12.48	13.49	1.01	oui
04132X0190/41B	ENSISHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	22	730	2.63	9.69	13.08	3.39	14.23	13.5	15	1.5	oui
04132X0193/41C	ENSISHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	21.2	730	1.14	7.79	12.93	5.14	11.77	11.64	11.85	0.21	
04132X0413/VN5P	WITTENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	21.4	620	1.04	6.56	8	1.44	11.48	10.4	12.6	2.2	
04133X0029/32A	BATTENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	26.3	716	1.06	20.18	22.05	1.87	13.85	13.5	14	0.5	oui
04133X0030/40A	MUNCHHOUSE	Nappe Rhénane	Acier + PVC	23.2	729	1.01	15.21	19.19	3.98	12.2	10.91	12.6	1.69	oui
04133X0033/40B	MUNCHHOUSE	Nappe Rhénane	Acier + PVC	32.8	730	1.05	18.38	21.9	3.52	12.73	12.67	12.78	0.11	
04134X0133/37A	CHALAMPÉ	Nappe Rhénane	Acier + PVC	18	720	2.8	10.92	13.11	2.19	15.26	13.3	17.3	4	oui
04137X0051/S23	DIETWILLER	Nappe Rhénane	Acier + PVC	19.7	729	0.51	17.4	17.45	0.05	10.88	10.8	10.9	0.1	
04138X0033/S27	PETIT-LANDAU	Nappe Rhénane	Acier + PVC	45.35	722	1.53	25.33	26.47	1.14	10.9	10.9	11	0.1	oui
04454X0011/13	KEMBS	Nappe Rhénane	Buse ciment	14.3	730	1.16	6.77	9.9	3.13	12.85	12.6	13.2	0.6	
04454X0013/8A	KEMBS	Nappe Rhénane	Acier	14.3	730	0.51	7.41	9.2	1.79	11.55	11.38	11.78	0.4	
04454X0019/S19	SIERENTZ	Nappe Rhénane	Acier + PVC	20	729	2.39	15.71	16.88	1.17	10.82	10.8	10.9	0.1	oui
04454X0030/P12	SAINT-LOUIS	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.6	730	0.54	2.57	4.04	1.47	12.33	9.74	15.08	5.34	
04454X0033/S11	SAINT-LOUIS	Nappe Rhénane	Acier + PVC	22.5	726	0.39	12.57	14.97	2.4	13.76	13.3	14	0.7	oui
04458X0023/S3	HÉSINGUE	Nappe Rhénane	Acier + PVC	16.9	700	0.76	14.13	16.37	2.24	17.62	17.6	17.7	0.1	
BSS003GNNU/X	ROUFFACH	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.5	729	2.36	7.06	10	2.94	13.37	12.7	13.9	1.2	
BSS003MKHM/X	BALDENHEIM	Nappe Rhénane	Puits incendie	6.4	730	0.99	2.37	6	3.63	12.62	11.12	14.22	3.1	
BSS004AXXS/X	HABSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	18.4	729	0.81	11.88	15.63	3.75	12.34	12.1	12.5	0.4	
BSS004EPHV/X	STRASBOURG	Nappe Rhénane	PVC	8.66	730	0.62	3.35	8.14	4.79	15.15	13.5	16.85	3.35	

Tableau 5 : Description du point (identifiant du point, profondeur de l'ouvrage) et synthèse des mesures 2023.

La Figure 9 présente la synthèse des variations sur la période d'observation totale pour le réseau de référence.

7.1 - Nappe rhénane

La moyenne des températures de la nappe rhénane calculée sur les 36 points de référence ayant une chronique complète et répondant à l'ensemble des critères sur la période est de **12.44°C**.

L'amplitude totale des températures varie de 0.22°C à Petit-Landau (profondeur du capteur égale à 20m à proximité du Rhin) jusqu'à 9.2°C à Sigolsheim (profondeur du capteur 4.85m). La moyenne pour l'ensemble des points est de 3.46°C.

La température minimale varie de 4.53°C à Sélestat (profondeur du capteur égale à 3.30m – mesure réalisée lors d'une crue hivernale de l'Ill avec inondation) à 13.50°C à Battenheim (profondeur du capteur égale à 22m). La moyenne pour l'ensemble des points est de 10.65°C.

La température maximale varie de 11.0°C à Petit-Landau (profondeur du capteur égale à 26.47m) à 19.0°C à Chalampé (profondeur du capteur égale à 13.11m). La moyenne pour l'ensemble des points est de 14.10°C.

7.2 - Pliocène de Haguenau

La moyenne des températures de la nappe du Pliocène de Haguenau (4 points de mesures) est de **10.76°C**.

L'amplitude totale des températures varie de 2.44°C à Weitbruch (profondeur du capteur égale à 8m) jusqu'à 6.44°C à Haguenau (profondeur du capteur égale à 6m). La moyenne pour l'ensemble des points est de 4.0°C.

La température minimale varie de 7.8°C à Haguenau à 9.7°C à Weitbruch. La moyenne pour l'ensemble des 4 points est de 9.92°C.

La température maximale varie de 12.14°C à Weitbruch à 14.24°C à Haguenau (01995X0103/338B1). La moyenne pour l'ensemble des points est de 12.24°C.

Note :

Le suivi de la température de la nappe du Pliocène est limité à 4 points. Les points de mesure fournissent un aperçu de la température de cet aquifère.

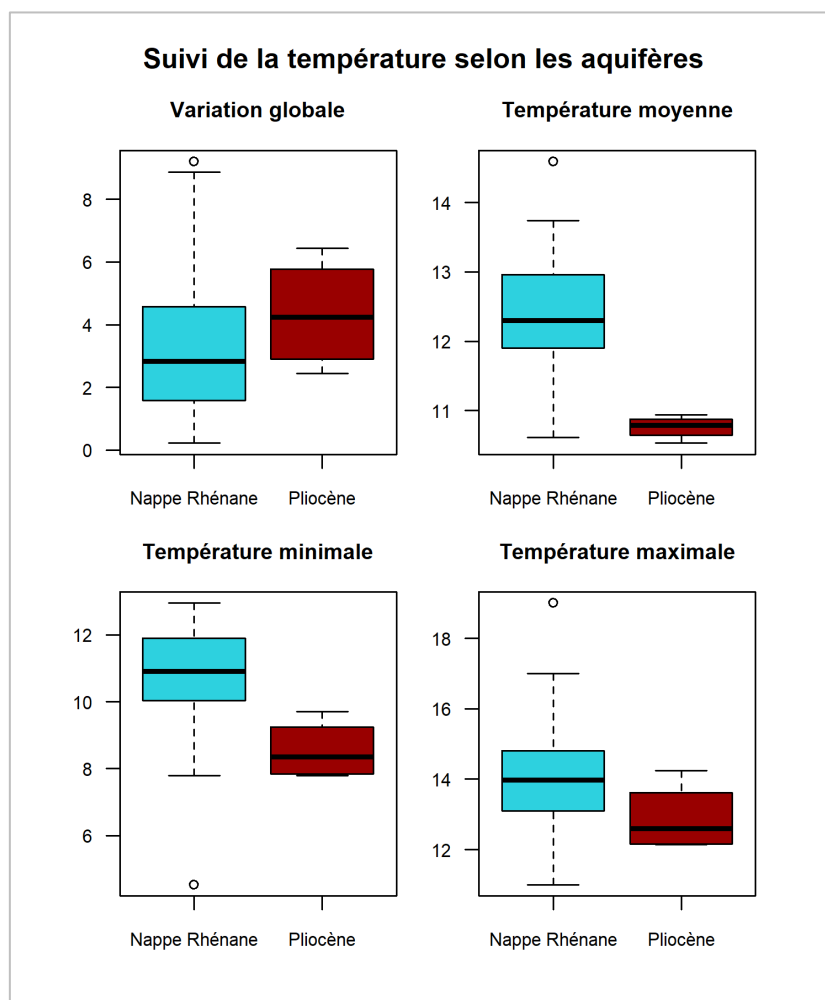


Figure 9 : Variations globales de température par aquifère

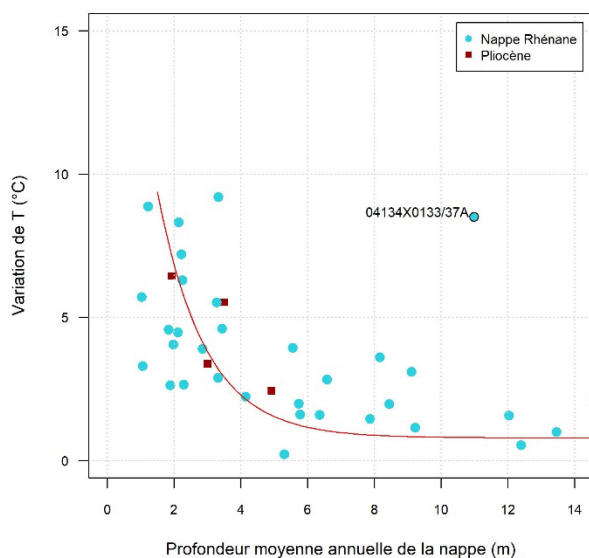


Figure 10 : Amplitude des variations annuelles de température en fonction de la profondeur moyenne de nappe par rapport au sol

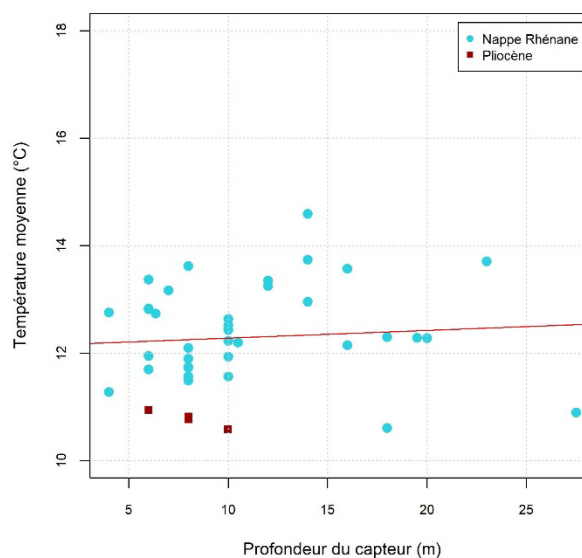


Figure 11 : Températures moyennes annuelles en fonction de la profondeur du capteur

Les points retenus pour la cartographie sont ceux pour lesquels la durée de suivi de la température est supérieure ou égale à 5 ans soit 76 ouvrages.

Pour les cartes suivantes (Carte 2 à Carte 5), la taille des points est proportionnelle à la profondeur du capteur par rapport au sol. Plus le capteur est installé profondément plus le diamètre du point est important. La profondeur maximale pour le réseau est égale à 26m.

7.3 - Températures minimales (Carte 2)

Les températures minimales mesurées dans la nappe du Pliocène sont comprises entre 10.6 °C et 11.1 °C. Elles sont homogènes pour les ouvrages suivis contrairement à la nappe rhénane.

Les températures minimales les plus basses sont mesurées pour des ouvrages dans lesquels la profondeur du capteur par rapport au sol est inférieure à 5m à l'exception de Régisheim (03786X0075/51A – capteur 9.39m).

Plus globalement, les températures minimales dans le grand Ried sont inférieures à 10°C.

La température minimale la plus élevée est égale à 16.7 °C. L'ouvrage est situé à Héisingue en zone industrielle (04458X0023/S3). L'influence anthropique semble très importante pour cet ouvrage.

Dans le secteur Habsheim – Forêt de la Hardt dans le fossé de Sierentz, les températures minimales sont comprises entre 10.6 et 10.9°C pour les secteurs de nappe profonde (>15m).

7.4 - Températures moyennes (Carte 3)

Les températures moyennes mesurées dans la nappe du Pliocène sont comprises entre 7.7°C et 9.7 °C. Elles sont homogènes pour les ouvrages suivis contrairement à la nappe rhénane.

Dans le secteur Habsheim – Forêt de la Hardt dans le fossé de Sierentz, les températures moyennes sont comprises entre 10 et 11°C.

Comme pour les valeurs minimales, la température moyenne la plus élevée ($T_{\text{moy}}=17.4^{\circ}\text{C}$) est mesurée à Héisingue (04458X0023/S3). Les températures moyennes mesurées en zones urbaines ou industrielles sont les plus élevées, $T_{\text{moy}} > 14^{\circ}\text{C}$ (Colmar, Strasbourg, Chalampé et Fessenheim).

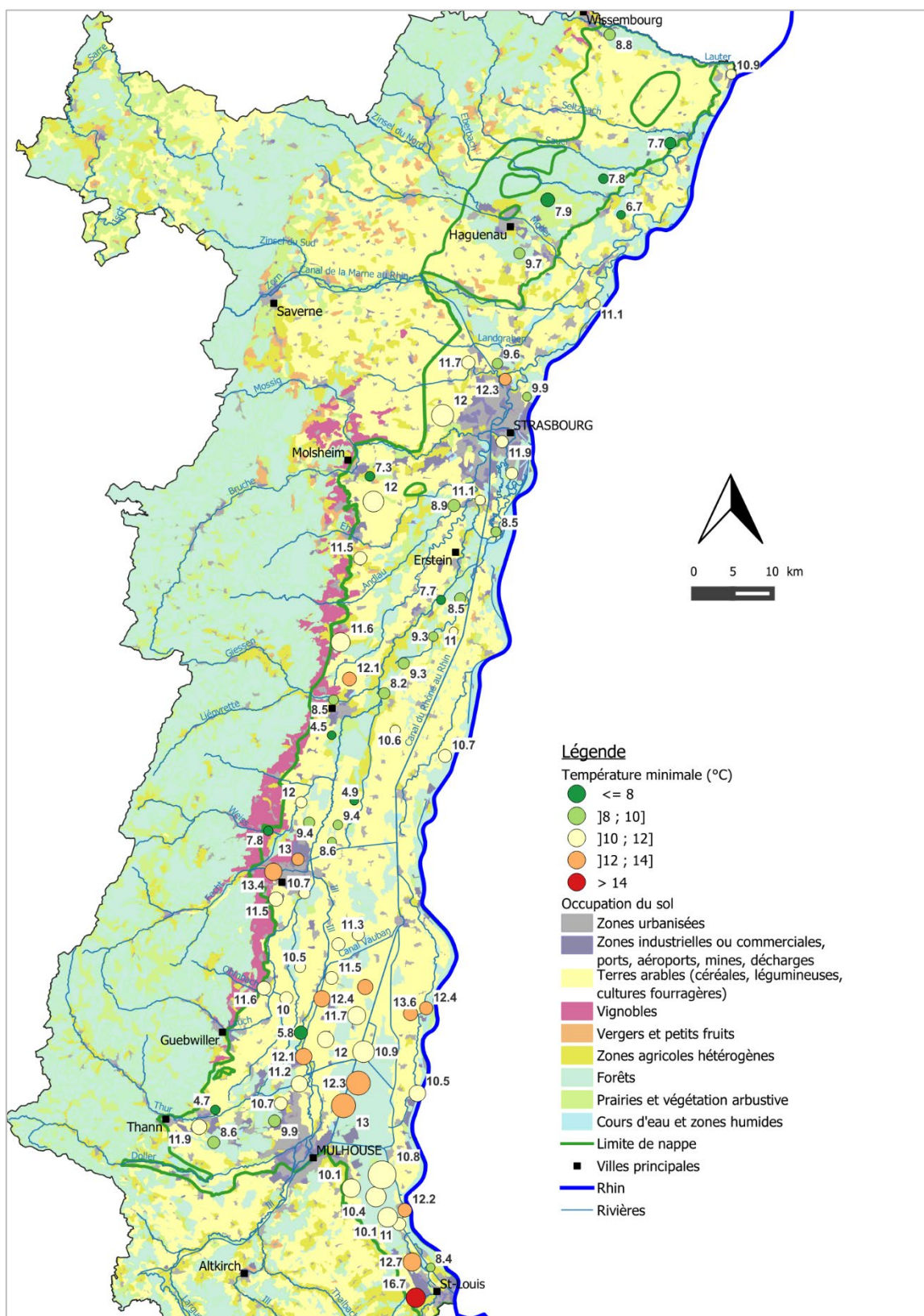
7.5 - Températures maximales (Carte 4)

Les températures maximales mesurées dans la nappe du Pliocène sont comprises entre 12.1°C et 14.2°C.

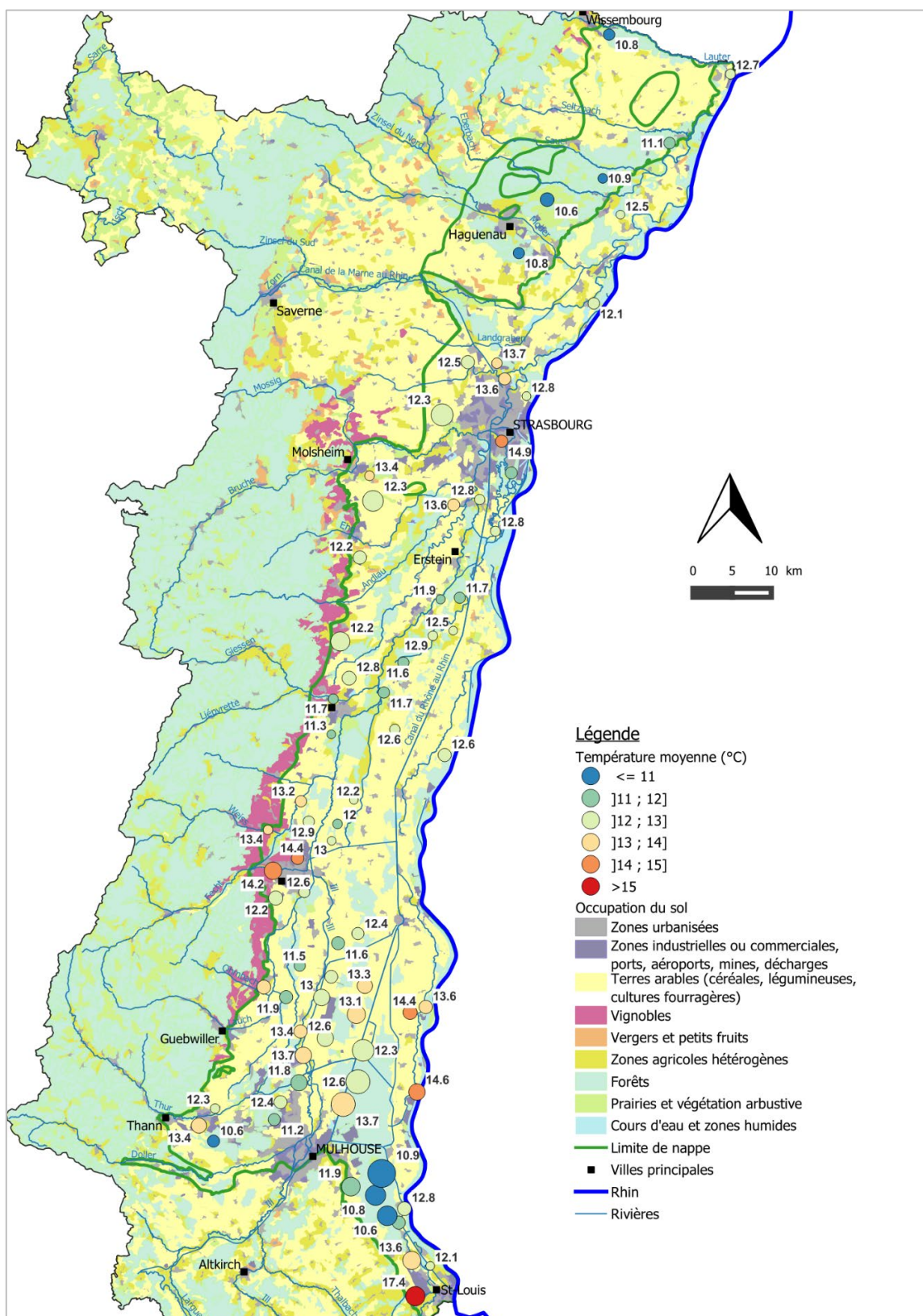
Dans le secteur Habsheim – Forêt de la Hardt dans le fossé de Sierentz, les températures maximales sont comprises entre 11.2 et 11.9°C. Ce sont les valeurs les plus basses mesurées pour la nappe rhénane. Cela correspond au secteur où la nappe est la plus profonde.

Les valeurs maximales observées ($\geq 18^{\circ}\text{C}$) sont relevées à Héisingue (ZI), Chalampé (ZI) et Uffoltz (ZI).

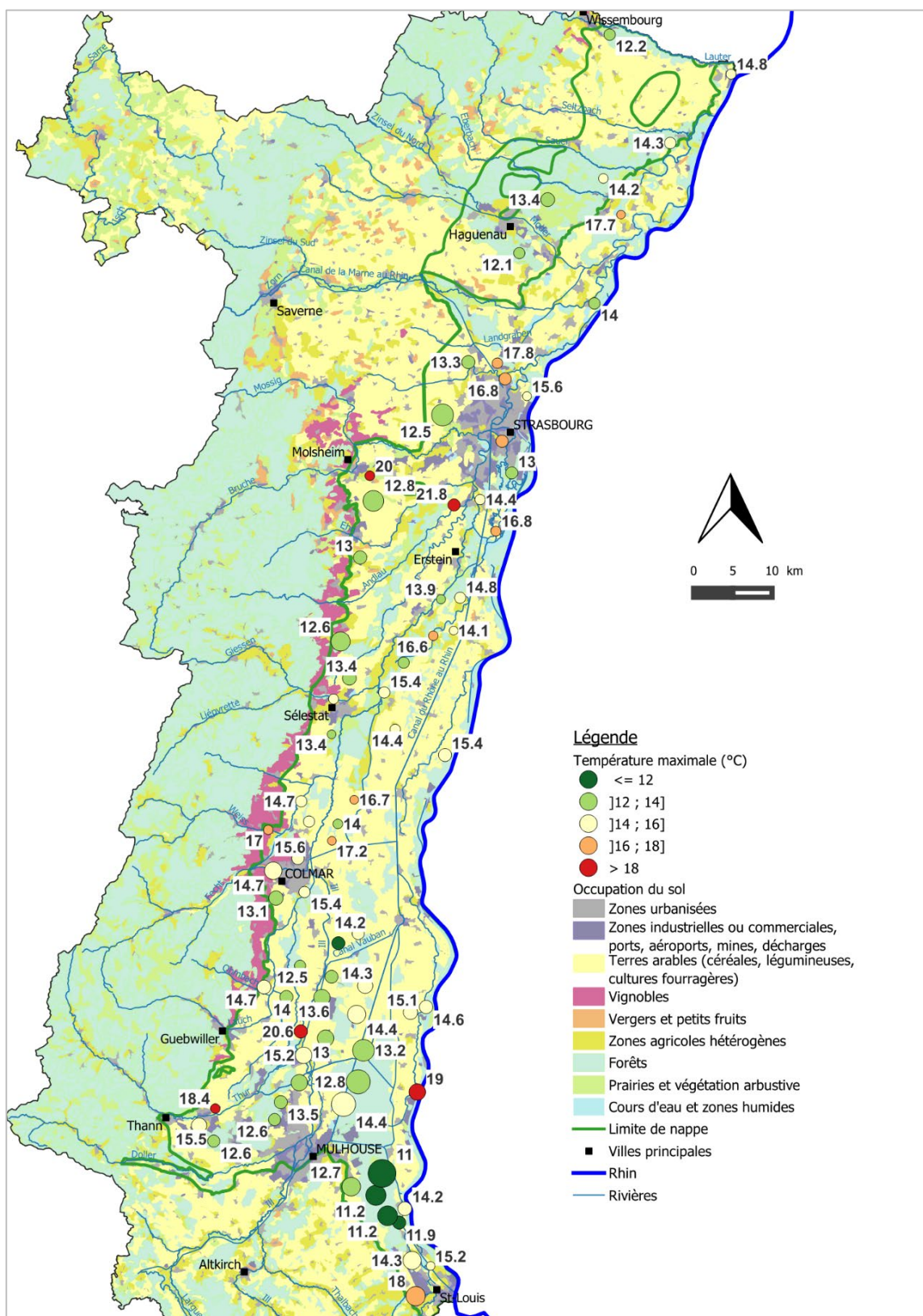
La température maximale mesurée en fin d'été à Régisheim (03786X0075/51A – capteur 9.39m) est égale à $T_{\text{max}}=20.6^{\circ}\text{C}$.



Carte 2 : Température minimale (°C) en fonction de la profondeur du capteur.



Carte 3 : Température moyenne (°C) en fonction de la profondeur du capteur.



Carte 4 : Température maximale (°C) en fonction de la profondeur du capteur.

7.6 - Amplitudes thermiques de l'eau de la nappe (Carte 5)

La Figure 10 présente la relation entre l'amplitude thermique et la profondeur du capteur. L'amplitude décroît très rapidement jusqu'à une profondeur de 6m par rapport au sol. A partir de 6m, l'amplitude décroît légèrement en fonction de la profondeur puis se stabilise.

En zone de bordure, hors influence des cours d'eau, les amplitudes thermiques sont inférieures à 2°C (Griesheim, Goxwiller, Epfig, Ebersheim, Wintzenheim et Wettolsheim) à l'exception de Sigolsheim.

- L'amplitude mesurée à Sigolsheim (03426X0159/93A – profondeur du capteur 5m) est égale à 9.2°C. Ce secteur est influencé par les infiltrations de la Weiss.

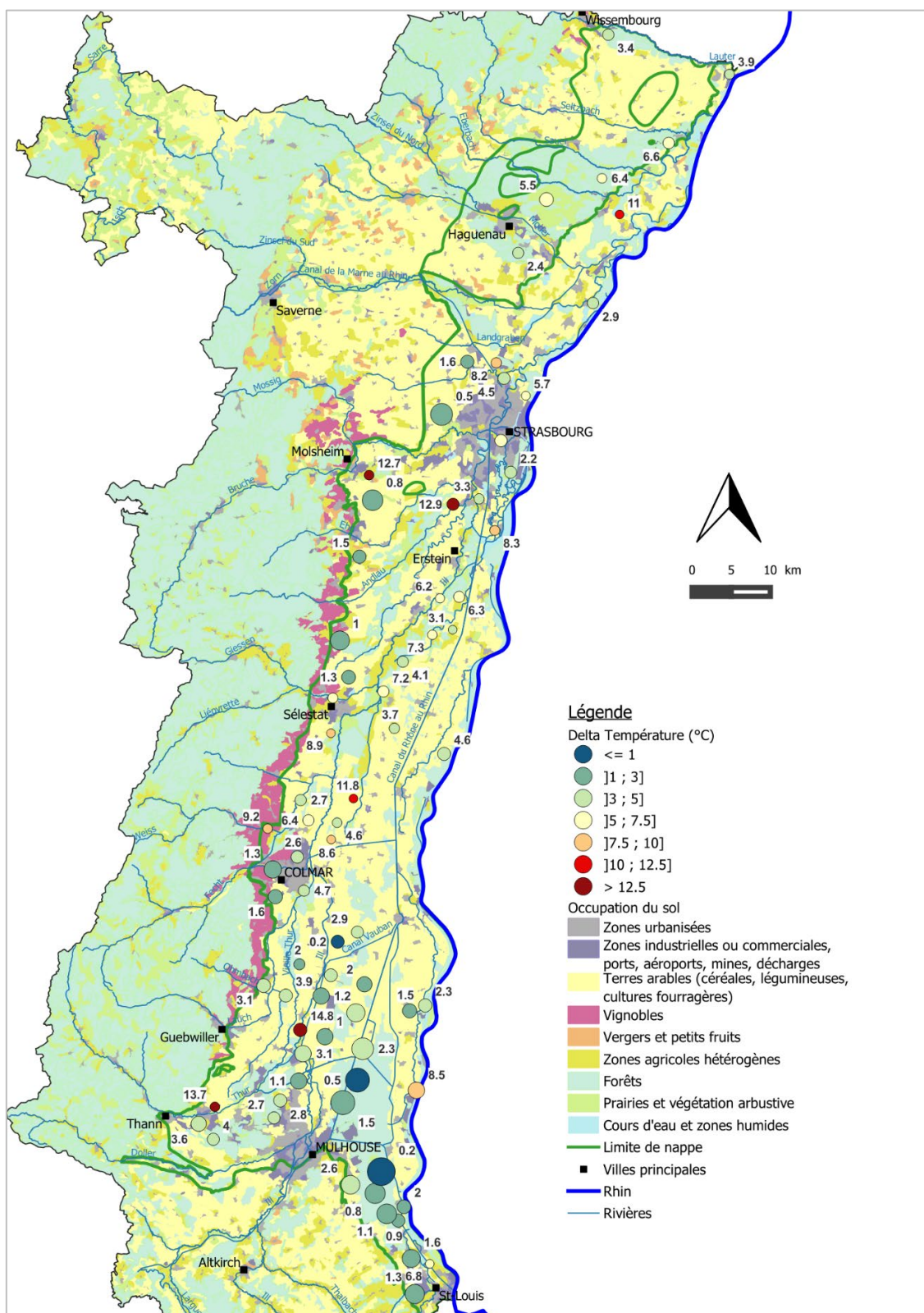
En plaine haut-rhinoise, dans la forêt de la Hardt et dans le fossé de Sierentz, les amplitudes thermiques sont inférieures à 3°C à l'exception de Chalampé, Uffoltz et Réguisheim. Elles décroissent avec l'augmentation de la profondeur de la nappe. Les valeurs les plus faibles sont relevées ($\Delta T = 0.2^\circ\text{C}$ et $\Delta T = 0.5^\circ\text{C}$) en forêt de la Hardt pour des profondeurs supérieures à 20m.

- L'amplitude maximale est mesurée à Réguisheim $\Delta T = 14.8^\circ\text{C}$ malgré une profondeur importante du capteur par rapport au sol (03786X0075/51A – 9.40 m) ce qui signifie qu'elle ne peut pas être attribuée à l'influence de la température ambiante. La température de l'eau de la nappe est directement « liée » aux infiltrations de l'III, située à 100 de l'ouvrage, en position constante d'alimentation.
- L'amplitude mesurée à Uffoltz (04131X0485/PZ4 – profondeur du capteur 5m) est égale à 13.7°C. Ce secteur est influencé par les infiltrations de la Thur, située à 600m de l'ouvrage et peut-être également par l'impact anthropique du secteur (ZI).
- L'amplitude thermique mesurée à Chalampé est égale à 8.5°C (04134X0133/37A - profondeur du capteur 13m). Ce secteur est influencé par les infiltrations du Rhin et peut-être également par l'impact anthropique du secteur (ZI).

Dans le grand Ried et plus largement la plaine bas-rhinoise, la profondeur de la nappe par rapport au sol est comprise entre 1 et 3m et la nappe est fortement connectée avec les cours d'eau. On observe en moyenne des amplitudes thermiques plus importantes que dans les autres secteurs.

- L'amplitude mesurée à Illhaeusern est égale à 11.8°C (03423X0064/94A - profondeur du capteur 4m). La faible profondeur du capteur et la faible lame d'eau au-dessus du capteur suggère une influence importante de la température ambiante. La température mesurée n'est pas représentative de celle de la nappe.
- L'amplitude mesurée à Lipsheim est égale 12.9°C (02726X0029/238 - profondeur du capteur 8m – buse ciment). Les variations montrent une très forte corrélation entre la température et les niveaux de nappe. On observe une brusque augmentation de la température en été lors des périodes de recharge de la nappe par les eaux superficielles en crue, eaux plus chaudes que celle de la nappe. Le phénomène inverse est observé en hiver.
- L'amplitude mesurée à Muttersholtz est égale 7.2°C (03078X0333/PZ8 - profondeur du capteur 7m). Ce secteur est influencé par les infiltrations de l'III, située à 400m de l'ouvrage.
- L'amplitude mesurée à Sessenheim est égale à 11°C (01995X0012/342B - profondeur du capteur 3.30m – tube acier). La faible profondeur du capteur et la faible lame d'eau

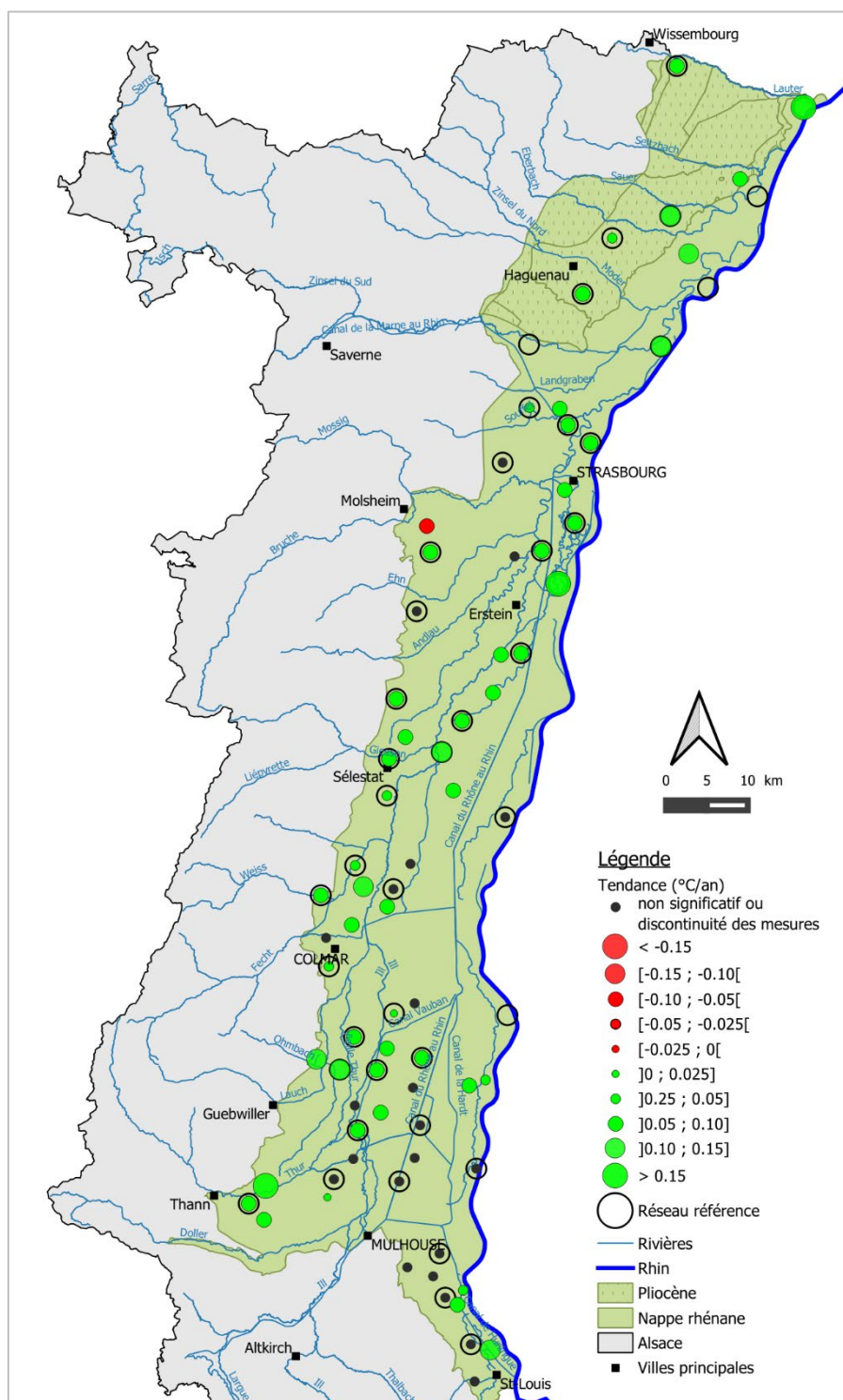
au-dessus du capteur (1m) suggère une influence importante de la température ambiante. La température mesurée n'est pas représentative de celle de la nappe.



Carte 5 : Amplitudes des variations de la température (°C) en fonction de la profondeur du capteur.

7.7 - Evolution des températures – Tendances (Carte 6)

On observe une tendance à la hausse sur 52 des 53 points de mesures qui répondent aux critères suivants : au moins 5 années de suivi, sans discontinuité et avec une pente significative (p value < 5%). Cette tendance est observée sur l'ensemble de la nappe, quelles que soient les profondeurs, l'occupation du sol et les influences à l'exception du point situé à Altorf.



Carte 6: Evolution de la température (durée du suivi ≥ 5 ans)

La tendance observée sur le point d'Altorf (02714X0219/PZ) est orientée à la baisse (Figure 14). Une augmentation de l'amplitude annuelle des températures est observée depuis 2017. Une analyse spécifique permettrait de comprendre cette singularité (anthropique, hydrogéologique).

La hausse moyenne de la température est de 0.078 °C/an, la médiane est égale à 0.066 °C/an. Cette valeur moyenne masque de grandes disparités :

- La valeur maximale de pente est égale à 0.284 °C/an pour le point 03782X0080/84B à Colmar. Cette valeur est nettement plus importante que les autres pentes.
- La deuxième valeur calculée est égale à 0.171 °C/an à Uffoltz pour un ouvrage situé en zone industrielle (Figure 22).
- La troisième valeur relevée à Plobsheim est égale à 0.169 °C/an.

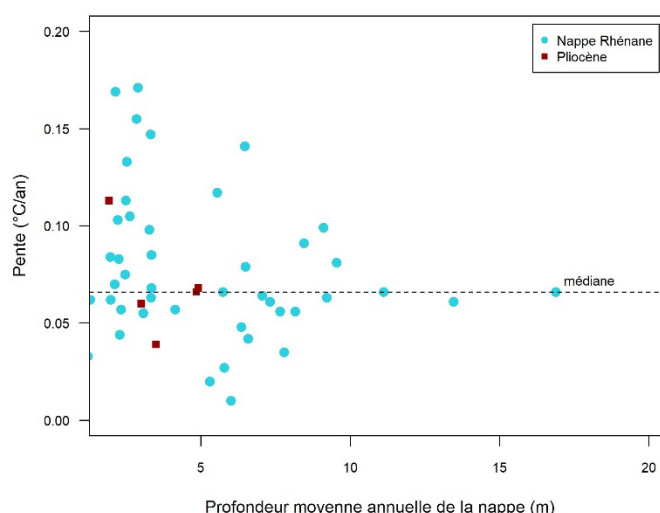


Figure 12 : Pente (°C/an) en fonction de la profondeur moyenne annuelle de la nappe (m)

La Figure 12 présente la relation entre les pentes de l'évolution de la température en fonction de la profondeur moyenne annuelle de la nappe. Les plus fortes valeurs et une grande dispersion sont observées pour les profondeurs moyennes de la nappe inférieures à 5m. Cette dispersion pour une même profondeur résulte de l'impact des différents facteurs déjà évoqués : échanges nappe / rivières, anthropiques, influence directe de la température de l'air. A partir de 5m, on relève les pentes les plus faibles et la dispersion des valeurs se réduit progressivement. A partir de 10m de profondeur, la pente ne varie plus et sa valeur est proche de la valeur médiane (0.066 °C/an).

01988X0149/PZ (Haguenau) :

- Situation : forêt,
- Pas de couverture, sables Pliocène,
- Des valeurs minimales mesurées principalement en mars et des valeurs maximales en septembre,
- Comportement très irrégulier, singulier à l'échelle du réseau, avec une valeur moyenne inférieure à 11°C comme pour tous les points situés dans la nappe du Pliocène.

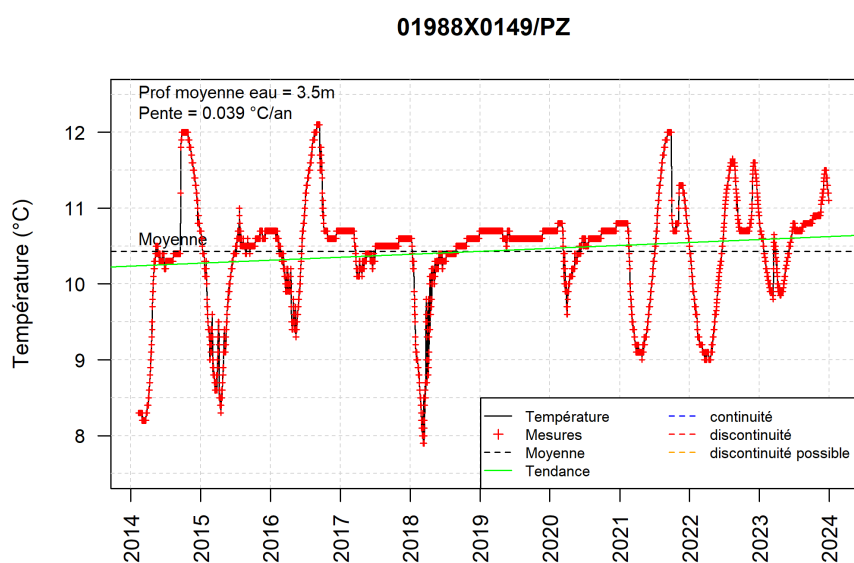


Figure 13 : Evolution de la température à Haguenau (01988X0149/PZ)

02714X0219/PZ (Altorf)

- Situation bordure prairie, proximité cours d'eau
- Des valeurs maximales relevées en août et des valeurs minimales principalement en février
- Nappe proche du sol
- Forte amplitude des températures

02714X0219/PZ

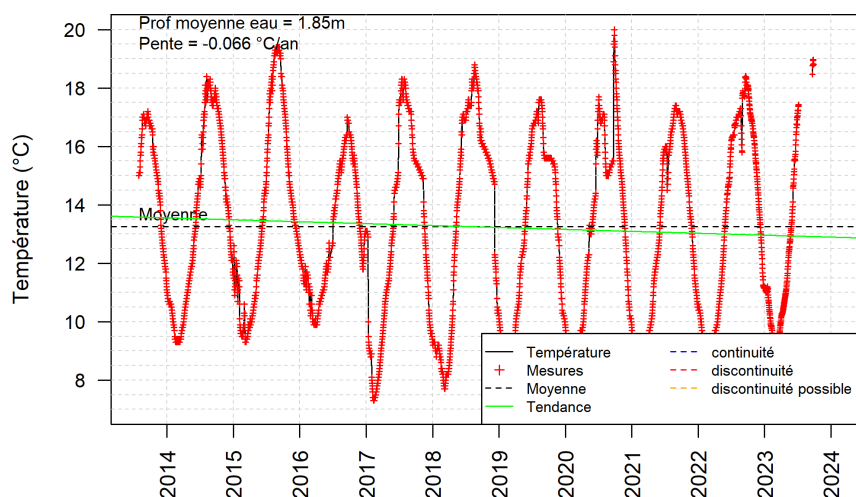


Figure 14 : Evolution de la température à Altorf (02714X0219/PZ)

02351X0340/320A (Offendorf) :

- Situation : lisière forêt, proximité du Rhin (1km)
- Des valeurs maximales relevées en décembre et des valeurs minimales principalement en juin.
- « Irrégularités » liées aux débits et aux infiltrations du Rhin lors de crues

02351X0340/320A

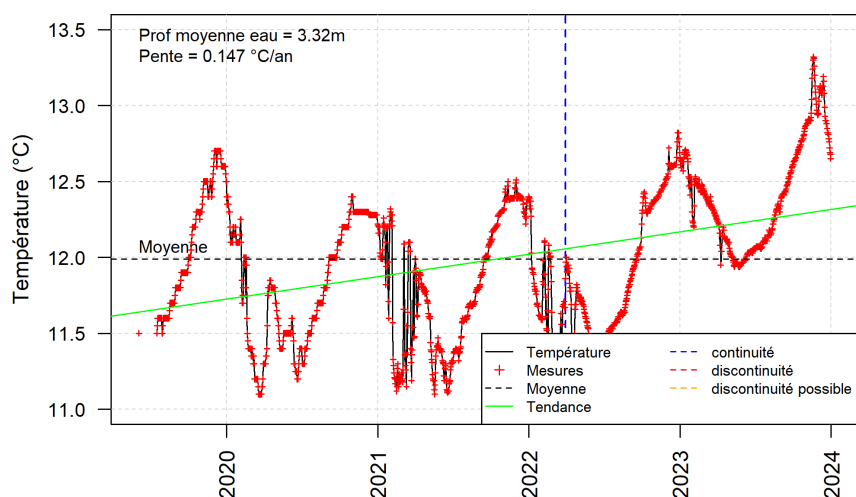


Figure 15 : Evolution de la température à Offendorf (02351X0340/320A)

03427X0361/PZ6 (Houssen) :

- Situation : Forêt
- Courbe régulière sans variations 'ponctuelles', des valeurs maximales en septembre et des valeurs minimales en mars,
- Augmentation de la température de **1.5°C** depuis 2009.

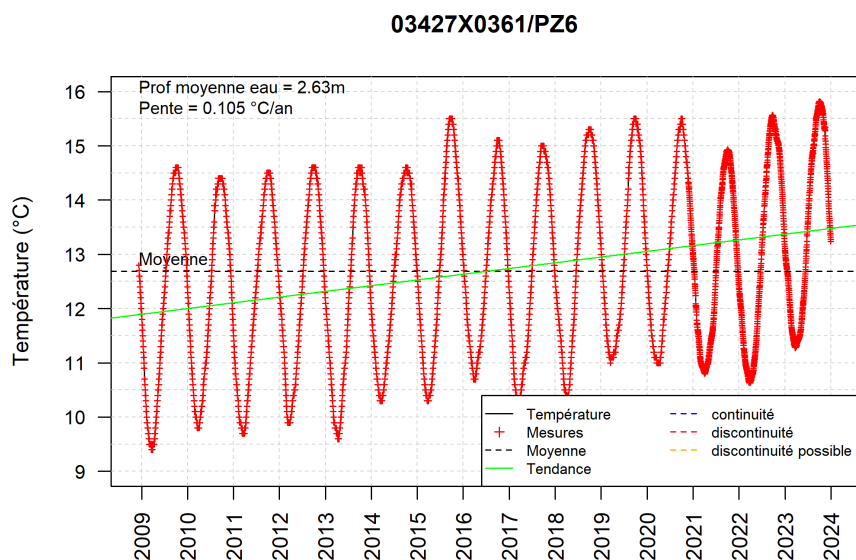


Figure 16 : Evolution de la température à Houssen (03427X0361/PZ6)

03431X0027/207A (Artolsheim) :

- Changement de sonde de 10m à 8m de longueur -> augmentation de l'amplitude des variations annuelles.
- Des valeurs maximales relevées en novembre et des valeurs minimales principalement en avril.

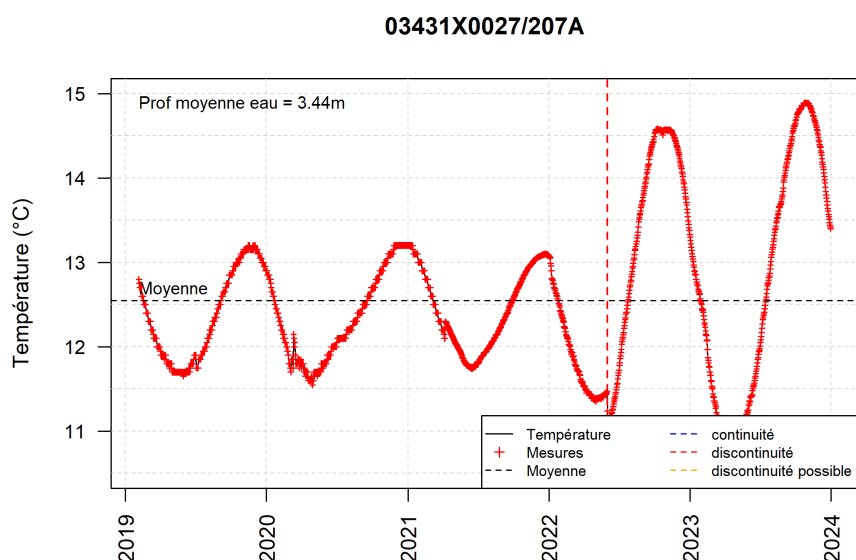


Figure 17 : Evolution de la température à Artolsheim (03431X0027/207A)

03426X0159/93A (Sigolsheim) :

- Situation : Zone de bordure, proximité de la Weiss
- Grande amplitude ($> 8^{\circ}\text{C}$), valeurs maximales en septembre et des valeurs minimales mars.

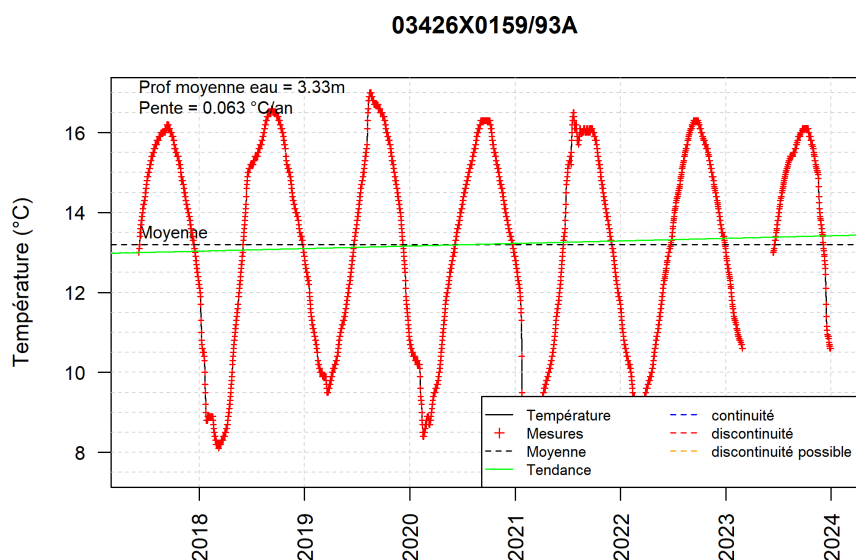


Figure 18 : Evolution de la température à Sigolsheim (03426X0159/93A)

03786X0075/51A (Réguisheim) :

- Situation : 100m de l'III
- Plus grande amplitude pour l'ensemble des points du réseau 14.8°C . Des valeurs maximales relevées en octobre et des valeurs minimales principalement en avril.

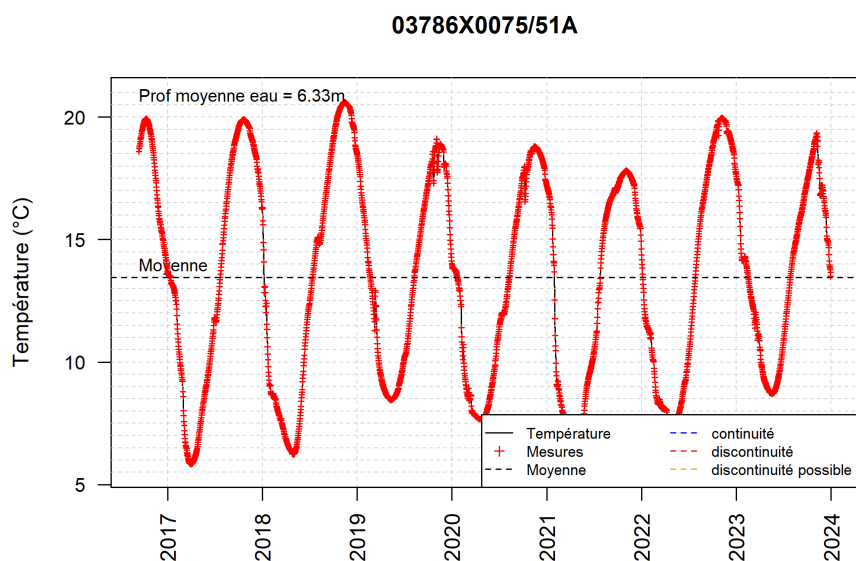


Figure 19 : Evolution de la température à Réguisheim (03786X0075/51A)

04134X0133/37A (Chalampé) :

- Situation : 10m de profondeur, à proximité du Rhin, proximité grande zone industrielle
- Des valeurs minimales relevées en juillet et des valeurs maximales en décembre.
- Irrégularités apparemment corrélées avec les forts débits du Rhin ($Q > 3000 \text{ m}^3/\text{s}$).

04134X0133/37A

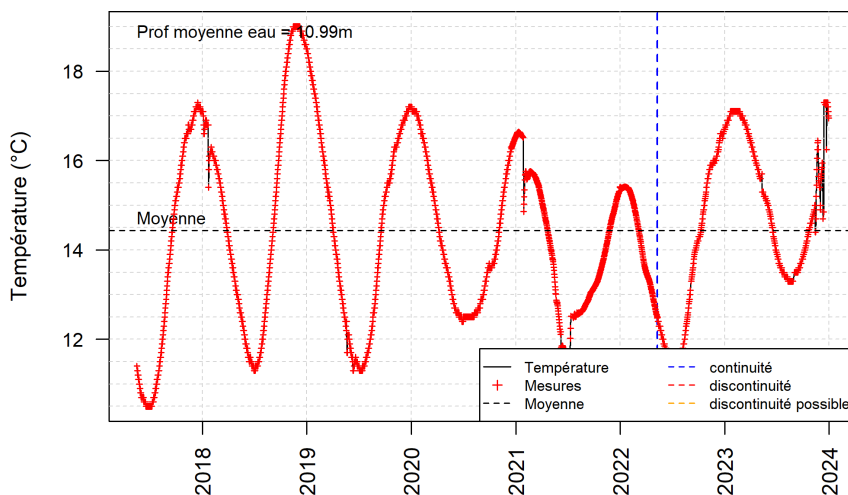


Figure 20 : Evolution de la température à Chalampé (04134X0133/37A)

04454X0030/P12 (Saint-Louis) :

- Situation : proche Rhin, zone humide (petite Camargue alsacienne), faible profondeur,
- Courbe régulière sans variations 'ponctuelles', des valeurs maximales mesurées au mois d'octobre et des valeurs minimales en mars,
- Forte augmentation de la température.

04454X0030/P12

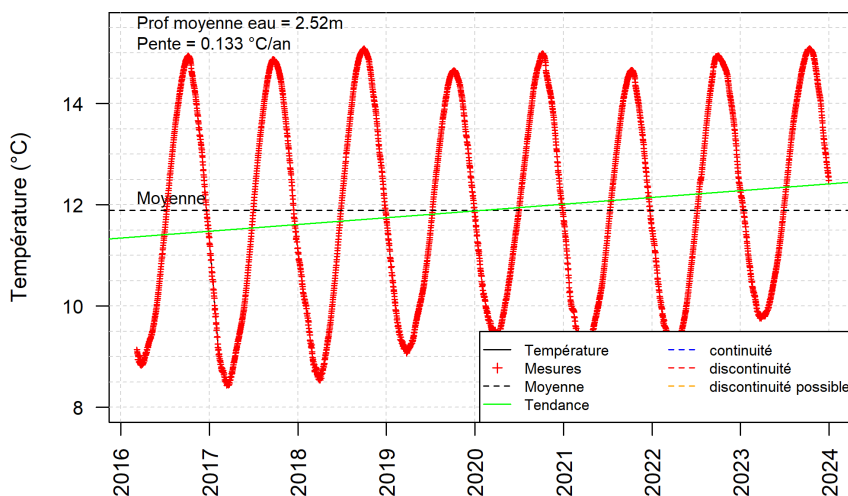


Figure 21 : Evolution de la température à Saint-Louis (04454X0030/P12)

04131X0485/PZ4 (Uffoltz) :

- Situation : zone industrielle, à 600m de la Thur et à proximité immédiate de ruisseau Egelbach
- Profondeur du capteur 5m
- Valeurs maximales relevées en octobre et des valeurs minimales en mars.
- Deuxième plus grande amplitude mesurée pour l'ensemble des points : **13.7°C**
- Evolution moyenne de la température : $0.17^{\circ}\text{C} / \text{an}$ soit 1.7°C sur 10 ans.

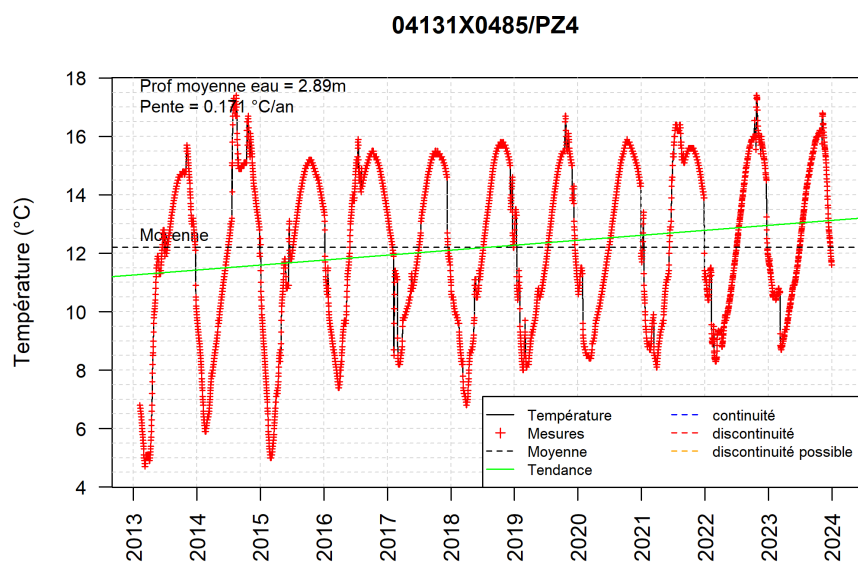


Figure 22 : Evolution de la température à Uffoltz (04131X0485/PZ4)

9 - CONCLUSIONS

Suite au remplacement des centrales de mesures les plus anciennes par de nouveaux matériels incluant de série la mesure de la température, depuis 2013, le suivi de la température se développe progressivement. Le suivi comprend 81 centrales en 2023 soit 2 de plus qu'en 2022.

La validation des mesures repose sur un contrôle régulier du calage des capteurs, réalisé sur site par une sonde manuelle étalonnée (à la même profondeur que celle du capteur). Le taux de mesure global est de 98.7 % pour l'ensemble des points.

Cependant pour que ces mesures soient représentatives de la température réelle de la nappe à proximité du point de mesures et donc de s'affranchir de l'influence directe de la température de l'air, celui-ci doit respecter quelques critères :

- Un matériau inerte dans la transmission de la chaleur ou du froid afin que celui-ci au contact de l'air ou du sol en surface ne modifie pas la température de l'eau dans l'ouvrage ;
- Un diamètre relativement faible afin de limiter l'influence de la température de l'air sur la température de l'eau dans l'ouvrage ;
- Une colonne d'eau d'au moins 3 mètres au-dessus du capteur également afin de limiter l'influence de la température de l'air sur la température de l'eau dans l'ouvrage ;
- Une eau non stagnante dans l'ouvrage, dans l'optimal, un positionnement du capteur au niveau des crépines.

Une comparaison des mesures en continu avec des mesures ponctuelles effectuées après renouvellement de la colonne d'eau dans l'ouvrage (projet ERMES ii) montre que pour 13 des 15 points, l'écart se situe dans l'intervalle de précision de l'appareil de mesure.

Le réseau régional du suivi de la température de la nappe rhénane défini en 2020 qui répond à l'ensemble des critères cités, comporte 44 points de mesures dont 4 pour la nappe du Pliocène de Haguenau. Il reste encore 3 points à équiper pour terminer la mise en place de ce réseau.

Le bilan global sur l'ensemble du suivi pour le réseau de référence est le suivant :

- La température moyenne annuelle sur les points de la nappe rhénane est de **12.44°C** ;
- La température moyenne annuelle sur les points de la nappe du Pliocène est de **10.76°C** ;
- En moyenne, la température de l'eau de la nappe du Pliocène est inférieure d'environ 1.7°C à celle de la nappe rhénane ;
- L'amplitude globale des variations de température est légèrement plus forte dans la nappe du Pliocène (4.0°C) que dans la nappe rhénane (3.46°C).
- Des amplitudes globales qui varient de 0.2°C à 14.8°C.

L'analyse des courbes montre une grande diversité de comportements en relation avec diverses influences (ANNEXE 1 et §8)

- Des minimums annuels relevés en juin à proximité du Rhin correspondant aux périodes de hautes eaux du fleuve, en fin d'hiver – début du printemps correspondant à la fin de la période de recharge dans le Ried par exemple.
- Des maximums annuels relevés le plus souvent en fin d'été - début d'automne. Cependant pour certains points dans des secteurs où la profondeur de la nappe est proche ou supérieure à 15m, les valeurs maximales sont relevées au premier semestre. Cela correspond aux secteurs avec des comportements pluriannuels dominants.
- L'amplitude thermique varie de 0.22°C à 14.8°C avec la profondeur et les influences,
- L'amplitude thermique diminue le plus souvent avec la profondeur (autour de 1°C à partir de 20m de profondeur) ainsi que les températures maximales (11°C sous la forêt de la Hardt à plus de 20m de profondeur) ;
- Une amplitude thermique plus forte nappe lorsque la nappe est proche sol ou sous influence directe d'un cours d'eau ou du Rhin même pour des profondeurs proches de 10m (Réguisheim) .
- Dans certains secteurs, l'impact des échanges nappe / rivières le comportement thermique de la nappe est prépondérant.

Une analyse de l'évolution des températures a été menée sur 53 points avec un suivi sans discontinuité (même matériel, même profondeur de capteur et sans lacunes de données) de 5 années au minimum.

On observe une tendance à la hausse sur 52 points. La hausse moyenne de la température est de 0.078 °C/an. La médiane est égale à 0.066 °C/an.

Les plus fortes valeurs et une grande dispersion sont observées pour les profondeurs moyennes de la nappe inférieures à 5m. Cette dispersion pour une même profondeur résulte de l'impact des différents facteurs déjà évoqués : échanges nappe / rivières, anthropiques, influence directe de la température de l'air. A partir de 5m, on relève les pentes les plus faibles et la dispersion des valeurs se réduit progressivement. A partir de 10m de profondeur, la pente ne varie plus et sa valeur est proche de la valeur médiane (0.066 °C/an).

La hausse est observée à toutes les profondeurs⁴ (de 5m à 20m), quelles que soient l'occupation du sol, les influences anthropiques ou des cours d'eau. Les augmentations les plus fortes sont de l'ordre de 1.5 C sur les 10 dernières années. Au total, une augmentation de 1°C ou plus est relevée sur 17 ouvrages.

Les pentes les plus fortes sont relevées sur des ouvrages à proximité de cours d'eau ou du Rhin et / ou en zones urbaines ou industrielles : 0.284 °C/an pour le point 03782X0080/84B à Colmar, 0.171 °C/an à Uffoltz pour un ouvrage, proche de la Thur, également situé en zone industrielle et 0.169 °C/an à Plobsheim à proximité du Rhin.

Dans quelle mesure, ces hausses de la température de la nappe sont-elles liées à une augmentation de la température des cours d'eau ? A l'inverse, quelle part de la hausse des températures des cours d'eau phréatiques peut-on attribuer au réchauffement de la nappe ? Localement, quels sont les impacts anthropiques sur ces variations ?

⁴ Pour les ouvrages de profondeur > 20m, le calcul de la pente n'est pas possible soit parce que le suivi est trop récent (<5 ans) soit suite à des changements de capteurs de longueurs différentes qui biaisent les calculs.

ANNEXE 1

Suivi de la température et tendance depuis 2013

ANNEXE 2

Minimas et maximas annuels

Graphiques

ANNEXE 3

Minimas et maxima annuels

Tableau de synthèse

Code BSS	Commune	Aquifère	Equipement	Durée	Référence	Mois MIN	Moyenne MIN	Mois MAX	Moyenne MAX
01695X0131/F	WISSEMBOURG	Pliocène	Acier + PVC	12.1	oui	5	9.9	12	11.3
01698X0002/373B	LAUTERBOURG	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.1	oui	4	11.2	10	14.0
01988X0149/PZ	HAGUENAU	Pliocène	PVC	11	oui	3	9.6	9	10.9
01992X0034/AVAL1	KESSELDORF	Pliocène	Acier + PVC	11.4		4	8.8	10	12.7
01995X0012/342B	SESSENHEIM	Nappe Rhénane	Acier	12		3	8.7	9	15.2
01995X0103/338B1	HAGUENAU	Pliocène	Acier + PVC	12	oui	3	8.8	10	12.6
02343X0003/561	WEITBRUCH	Pliocène	Acier + PVC	12	oui	6	10.2	12	11.4
02346X0139/313A	LAMPERTHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	12	oui	7	12.2	1	12.8
02347X0022/314	REICHSTETT	Nappe Rhénane	Buse ciment	17		3	11.9	11	15.6
02347X0457/246G	STRASBOURG	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.5	oui	3	10.5	9	14.6
02347X0648/AMT	BISCHHEIM	Nappe Rhénane	PVC	11.5	oui	5	12.6	11	14.4
02351X0340/320A	OFFENDORF	Nappe Rhénane	PVC	5.7	oui	6	11.5	12	12.6
02714X0219/PZ	ALTORF	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.4		2	9.1	8	17.1
02718X0005/G1	GRIESHEIM-PRÈS-MOLSHEIM	Nappe Rhénane	Acier	7.1	oui	2	12.2	12	12.3
02718X0022/F	GOXWILLER	Nappe Rhénane	Buse ciment	6.4	oui	5	11.8	12	12.7
02722X1229/PZ3	OBERSCHAEFFOLSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.5	oui	1	12.2	9	12.3
02723X0945/PZ6	STRASBOURG	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.5	oui	5	11.1	11	12.5
02726X0008/235G	PLOBSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	9.1	oui	3	9.6	9	15.8
02726X0016/236F	ESCHAU	Nappe Rhénane	Acier + PVC	9	oui	5	11.6	11	14.1
02726X0029/238	LIPSHEIM	Nappe Rhénane	Buse ciment	12		3	11.9	10	14.8
03073X0150/PZ1	EPFIG	Nappe Rhénane	Acier + PVC	10.9	oui	9	12.0	4	12.2
03077X0238/209F	SÉLESTAT	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.9	oui	3	9.9	11	13.0
03078X0333/PZ8	MUTTERSHOLTZ	Nappe Rhénane	Acier + PVC	16.9	oui	4	9.7	9	13.7
03078X0349/PZ7	EBERSHEIM	Nappe Rhénane	PVC	9.1		6	12.6	12	12.7
03081X0025/223	ROSSFELD	Nappe Rhénane	Buse ciment	12		3	10.3	9	14.9
03081X0038/269	MATZENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.8		4	10.1	10	13.3
03082X0264/F	HERBSHEIM	Nappe Rhénane	Buse ciment	5.4		3	11.2	9	13.4
03082X0267/PZ4	OSTHOUSE	Nappe Rhénane	Acier + P.V.C.	15.9	oui	3	9.2	10	13.9
03085X0208/PZ7	HILSENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	16.9	oui	3	10.5	10	12.5
03422X0029/95	OSTHEIM	Nappe Rhénane	Acier	16.5	oui	5	12.4	12	13.9
03423X0017/209C	SÉLESTAT	Nappe Rhénane	Acier + PVC	14	oui	4	9.9	10	12.9
03423X0064/94A	ILLHAEUSERN	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.7		2	8.0	8	15.4
03426X0159/93A	SIGOLSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.5	oui	3	9.1	9	16.2
03426X0226/PZ3	WINTZENHEIM	Nappe Rhénane	PVC	14.4		8	14.0	3	14.2
03426X0254/137	COLMAR	Nappe Rhénane	PVC	11.8		6	13.7	12	15.0
03427X0027/92	PORTE DU RIED	Nappe Rhénane	Buse ciment	11.5		3	9.4	9	16.1
03427X0361/PZ6	HOUSSEN	Nappe Rhénane	Acier + PVC	16.1		3	10.4	9	14.9
03427X0362/PZ16	RIEDWIHR	Nappe Rhénane	Acier + P.V.C.	15.9	oui	4	10.5	10	13.0
03431X0027/207A	ARTOLSHEIM	Nappe Rhénane	PVC	6	oui	5	11.6	11	13.7
03782X0080/84B	COLMAR	Nappe Rhénane	Acier + PVC	5.8		3	11.1	8	13.9
03782X0113/65C	OBERHERGHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.8	oui	6	10.8	11	12.0
03782X0114/PZ1	WETTOLSHEIM	Nappe Rhénane	PVC	11.9	oui	8	11.8	2	12.4
03783X0046/71	HETTENSCHLAG	Nappe Rhénane	Buse ciment	17.6		6	11.8	12	12.6

Code BSS	Commune	Aquifère	Equipement	Durée	Référence	Mois MIN	Moyenne MIN	Mois MAX	Moyenne MAX
03783X0091/72A	SAINTE-CROIX-EN-PLAINE	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.6	oui	9	11.5	3	11.6
03786X0074/130	MUNWILLER	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.9	oui	4	10.5	11	13.0
03786X0075/51A	RÉGUISHHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.4		4	7.6	10	18.8
03787X0070/42A	RÉGUISHHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.7		8	12.3	2	12.7
03787X0071/121A	HIRTZFELDEN	Nappe Rhénane	Acier + PVC	9.3		11	12.6	5	13.7
03787X0072/59A	RUSTENHART	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.1	oui	6	12.7	12	13.7
03787X0088/65A	OBERHERGHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.7		6	11.9	12	13.3
03787X0109/60A	OBERENTZEN	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.5	oui	8	12.6	3	13.2
03788X0142/50D	FESSENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.7		7	14.0	1	14.6
03795X0093/PZ-N2	FESSENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	14.4		6	12.8	12	14.2
04124X0105/P16	CERNAY	Nappe Rhénane	Acier + PVC	15.4	oui	6	13.0	12	13.7
04128X0018/PZ3	CERNAY	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.4		4	9.3	11	11.8
04131X0485/PZ4	UFFHOLTZ	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.8		3	7.8	10	15.6
04132X0086/PP6	WITTENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	12.1	oui	5	11.9	12	12.8
04132X0190/41B	ENSISHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.6	oui	9	12.9	4	14.4
04132X0193/41C	ENSISHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	6.9		1	11.7	6	11.8
04132X0413/VN5P	WITTENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	11.8		5	10.2	11	12.0
04133X0029/32A	BATTENHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.9	oui	11	13.4	5	13.9
04133X0030/40A	MUNCHHOUSE	Nappe Rhénane	Acier + PVC	9	oui	2	12.1	11	12.4
04133X0033/40B	MUNCHHOUSE	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.3		1	12.4	8	12.5
04134X0133/37A	CHALAMPÉ	Nappe Rhénane	Acier + PVC	7.7	oui	7	11.9	12	16.8
04137X0051/S23	DIETWILLER	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.4		3	10.7	7	10.7
04138X0033/S27	PETIT-LANDAU	Nappe Rhénane	Acier + PVC	9	oui	2	10.9	10	10.9
04454X0011/13	KEMBS	Nappe Rhénane	Buse ciment	6.9		7	12.5	1	13.1
04454X0013/8A	KEMBS	Nappe Rhénane	Acier	6.7		8	11.2	2	11.5
04454X0019/S19	SIERENTZ	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.4	oui	9	10.4	3	10.5
04454X0030/P12	SAINT-LOUIS	Nappe Rhénane	Acier + PVC	8.9		3	9.2	10	14.7
04454X0033/S11	SAINT-LOUIS	Nappe Rhénane	Acier + PVC	9	oui	10	13.3	4	13.6
04458X0023/S3	HÉSINGUE	Nappe Rhénane	Acier + PVC	9.6		8	17.2	4	17.3
BSS003GNNU/X	ROUFFACH	Nappe Rhénane	Acier + PVC	5.7		5	12.1	12	13.6
BSS003MKHM/X	BALDENHEIM	Nappe Rhénane	Puits incendie	5.7		4	11.0	10	13.9
BSS004AXXS/X	HABSHEIM	Nappe Rhénane	Acier + PVC	12.1		7	11.5	12	11.9
BSS004EPHV/X	STRASBOURG	Nappe Rhénane	PVC	7.5		4	12.7	10	16.6

Rapport réseau température sur la nappe d'Alsace

Données 2013-2023

Première synthèse de l'ensemble de données

Évolution de la température

Mots Clés

Réseau température, nappe d'Alsace, Pliocène,
données 2013-2023



28, rue de Herrlisheim Site du Biopôle 68000 COLMAR

Tél. 03 67 82 00 50

contact@aprona.net

www.aprona.net