



16749



Agence de l'eau
Alsace



DIRECTION RÉGIONALE DE

L'ENVIRONNEMENT

ALSACE

PC/SA

ETUDE DES TEMPERATURES EXTREMES DES EAUX SUPERFICIELLES EN ALSACE

Période 1990-1991



INTRODUCTION

La température de l'eau est un facteur important de la vie d'une rivière ; elle exerce une influence sur les propriétés physico-chimiques de l'eau et sur le développement de la faune et de la flore aquatiques. En effet :

- Les propriétés physico-chimiques de l'eau varient en fonction de la température :
 - . la solubilité des gaz et notamment celle de l'oxygène, facteur vital par excellence, diminue avec l'augmentation de température,
 - . la tension de vapeur, donc l'évaporation, croît avec la température,
 - . la densité et la viscosité passent par un maximum vers 4°C.,
 - . les vitesses des réactions chimiques ou biochimiques augmentent avec la température, ce qui favorise certes l'autoépuration mais entraîne également une consommation accrue d'oxygène pouvant conduire à des déficits préjudiciables à la vie aquatique.
- Chaque espèce vivante possède son "preferendum thermique", zone de température où son développement est optimal. La distribution des espèces dans le milieu naturel est donc très fortement conditionnée par la température de l'eau.

La connaissance de la température des eaux superficielles est donc indispensable pour connaître le pouvoir autoépurateur et les potentialités piscicoles des cours d'eau.

1 - OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les données concernant la température des eaux superficielles de l'Alsace sont peu nombreuses. Le plus souvent, elles ne concernent que des mesures ponctuelles effectuées à l'occasion d'études de rivières ou lors des prélèvements mensuels sur les réseaux d'études de rivières ou lors des prélèvements mensuels sur les réseaux de surveillance de la qualité des eaux superficielles. Les premiers enregistrements en continu, réalisés par le S.R.A.E. Alsace, ont débuté en 1987 sur la Zorn en amont de SAVERNE et en 1988 sur la Thur à WILDRNSTEIN.

Néanmoins ces résultats restent très partiels. La campagne de mesures entreprise en **1990-1991** avec l'aide d'observateurs bénévoles nous a permis d'améliorer nos connaissances en ce domaine.

~~2~~ METHODOLOGIE

L'acquisition des données thermométriques a été réalisée selon les modalités suivantes :

- installation de stations de référence sur des cours d'eau à régime naturel et non perturbés par des rejets thermiques. L'enregistrement en continu de la température permet de repérer les valeurs extrêmes instantanées et fournit les bases pour le calcul de moyennes journalières, hebdomadaires, mensuelles,...

Les deux stations de référence existantes (Thur et Zorn) ont été complétées par une troisième implantée sur une rivière phréatique de la plaine : la Lutter à BENFELD. Elle est opérationnelle depuis octobre **1990**. La maintenance de l'ensemble des stations est assurée par le S.R.A.E. Alsace.

- la réalisation de campagnes d'une durée variable (de **6** à **18** mois) à l'aide de thermomètres à minimum-maximum relevés à intervalles réguliers.

Cette méthode permet pour un grand nombre de stations de mesurer les valeurs extrêmes susceptibles d'être des facteurs limitant pour l'autoépuration (cas des basses températures) ou le développement d'une forme aquatique donnée (cas des températures élevées).

L'accent a été mis dans le Bas-Rhin sur la connaissance de la température des cours d'eau du Bassin de la Moder qui fait l'objet d'un contrat de rivière. Les cours d'eau retenus dans le Haut-Rhin sont ceux pour lesquels il a été possible de recruter des observateurs **bénévoles**.

Ceux-ci ont été choisis par les Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Pisciculture du Bas-Rhin et du **Haut-Rhin** et ils ont relevé une fois par semaine les températures extrêmes sur 38 stations (17 dans le Bas-Rhin et 21 dans le Haut-Rhin). Ce dispositif a été mis en place au cours du printemps **1990**. Les annexes 1.1 et 1.2 donnent l'emplacement des stations.

L'acquisition du matériel a été financée à parts égales par la Région Alsace et l'Agence de Bassin pour un montant total de 50 000 F T.T.C..

3 - L I M I T E S =

La première méthode (enregistrement en continu sur des stations de référence) doit permettre de définir de façon précise le cycle thermique d'une rivière naturelle.

L'annexe 2 présente les variations de température (en valeur moyenne journalière) pour la Thur à WILDENSTEIN et la Zorn à SAVERNE.

L'annexe 3 reproduit les observations effectuées sur la Lutter à BENFELD.

L'inconvénient principal de la méthode est la perte d'information consécutive à une panne des appareils. Les problèmes de maintenance sont donc primordiaux, de même que la nécessité de disposer d'au moins un appareil de remplacement.

Malgré la simplicité apparente de la deuxième méthode, les problèmes suivants ont été rencontrés :

- difficulté de recruter des observateurs. A part quelques rares exceptions, ce sont finalement les gardes-pêche, tant dans le Haut-Rhin que dans le Bas-Rhin, qui ont assuré l'essentiel des mesures,
- difficulté d'assurer un suivi des mesures car les gardes ont des tâches prioritaires à assumer (d'où des interruptions dans les observations),
- erreur de mesure (mauvaise implantation des thermomètres), avec en conséquence des résultats inexploitable,
- bris du matériel par vandalisme ou par suite du gel et donc interruption des mesures.

~~4 - PRINCIPAUX RESULTATS~~

On trouvera en annexe 4 les graphiques de variations des températures minimales et maximales en chaque point.

Les stations de référence (mesures en continu) permettent de déterminer les périodes où les températures extrêmes ont été observées :

Stations	1990		1991	
	minimum	maximum	minimum	maximum
Thur à WILDENSTEIN	début janvier	début août	début février	mi-août
Zorn à SAVERNE	début janvier	début août	début février	début juillet
Lutter à BENFELD			début février	mi-juillet

Le tableau suivant récapitule les périodes d'observation :

Stations	Périodes d'observation	
	mesures en continu	mesures isolées
III OLTINGUE HIRSINGUE WALHEIM DIDENHEIM	6/90 - 1/91 6/90 - 6/91 6/90 - 6/91	11/90 ; 3/91 3, 4, 5, 6/91
Doller SEWEN SENTHEIM REININGUE	6/90 - 1/91 8/90 - 10/90 ; 12/90 - 3/91 6/90 - 6/91	3/91
Baerenbach REININGUE	6/90 - 7/90 ; 8/90 - 6/91	
Thur KRUTH WILLER STAFFELFELDEN	6/90 - 12/90 10/90 - 12/90	6, 7, 8, 12/90
Lauch LINTHAL amont LINTHAL aval	6/90 - 11/91 6/90 - 11/91	
Recht LU-ITENBACH OSTHEIM	6/90 - 8/90	6/90
Logelbach TURCKHEIM		6/90
Weiss ORBAY FRELAND AMMERSCHWIHR	6/90 - 9/90 ; 1/91 - 2/91 ; 3/91 - 6/91 6/90 - 6/91 6/90 - 6/91	
Lièpvrette STE MARIE AUX MINES STE CROIX AUX MINES	6/90 - 9/90 ; 11/90 - 3/91 6/90 - 12/90	6/91
Orchbach COLMAR (Maison Rouge)	6/90 - 6/91	
öder WIMMENAU INGWILLER LA WALCK HAGUENAU (amont) BISCHWILLER DRUSENHEIM FORT-LOUIS	6/90 - 12/91 6/90 - 12/91 6/90 - 12/91 6/90 - 12/91 6/90 - 12/90 ; 1/91 - 2/91 ; 8/91 - 10/91 6/90 - 11/91 6/90 - 11/91	3, 5/91
Rothbach KINDWILLER	6/90 - 12/91	
Zinsel du Nord GUMBRECHTSHOFFEN MERTZWILLER SCHWEIGHOUSE	6/90 - 12/91 6/90 - 12/91 6/90 - 12/91	
Schwarzbach REICHSHOFFEN amont REICHSHOFFEN aval	6/90 - 12/91 6/90 - 12/91	
Zorn BRUMATH	6/90 - 11/91	
Landgraben REICHSTETT GAMBSHEIM OFFENDORF	6/90 - 11/91 6/90 - 11/91 6/90 - 11/91	

Si l'on examine en même temps les périodes où l'on dispose d'observations et celles où se manifestent les températures extrêmes, on constate que le maximum en 1990 a été observé dans la majorité des cas.

Par contre le minimum en 1991 fait souvent défaut par suite du bris des thermomètres par le gel et le maximum en 1991 n'a pas été déterminé dans le Haut-Rhin (sauf pour 2 stations) par suite de l'arrêt précoce des mesures fin Juin 1991.

Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus.

Stations		1990	1991	1991
		t° maxi (° C)	t° maxi (° C)	t° maxi (° C)
Ill	OLTINGUE	-	-	-
	HIRSINGUE	28	(1)	-
	WALHEIM	22	1	-
	DIDENHEIM	23	1	-
Doller	SEWEN	24	-	-
	SENTHEIM	(25)	0	-
	REININGUE	23	0	-
Baerenbach	REININGUE	(24)	1	-
Thur	KRUTH	20	-	-
	WILLER	-	-	-
	STAFFELFELDEN	30	-	-
Zauch	LINTHAL amont	17	(0)	(17)
	LINTHAL aval	18	(0)	19
Fecht	LUTTENBACH OSTHEIM	(22)		
Logelbach	TURCKHEIM			
Weiss	ORBEY	21	(1)	
	FRELAND	20	0	
	AMMERSCHWIHR	23	1	
Lièpvrette	STEMARIEAUXMINES	23	4	
	STECROIXAUXMINES	34 *		
Orchbach	COLMAR (Maison Rouge)	(19)	5	
Moder	WIMMENAU	19		19
	INGWILLER	21		19
	LAWALCK	22	2	(23)
	HAGUENAU (amont)	23	2	(24)
	BISCHWILLER	23		(23)
	DRUSENHEIM	(23)		24
	FORT-LOUIS	23		24
Rothenbach	KINDWILLER	22		20
Zinsel du Nord	GUMBRECHTSHOFFEN	21	(2)	(21)
	MERTZWILLER	22	(2)	(23)
	SCHWEIGHOUSE	22	2	(23)
Schwarzbach	REICHSHOFFEN amont	21	(2)	21
	REICHSHOFFEN aval	24	(2)	(23)
Zorn	BRUMATH	(23)	--	26
Zorngraben	REICHSTETT	20	(4)	21
	GAMBSHEIM	20	(2)	21
	OFFENDORF	20	(2)	22

(25) = valeur douteuse; en début ou en fin d'une série de mesures

34 * = valeur aberrante, erreur de manipulation ou de lecture

On retiendra notamment les points suivants :

- il n'apparaît pas de différences significatives entre les valeurs maximales en **1990** et **1991** compte tenu de la précision des mesures,
- la période la plus chaude a été observée entre la mi-Juillet et la fin Août, et, le plus souvent pendant la première quinzaine d'**Août**,
- la période la plus froide se situe durant la première quinzaine de Février,
- les températures sont supérieures à 8" C et consécutivement **l'autoépuration** est active entre Mai et Octobre.

S - P O I N T S

Nous examinerons ci-dessous les relations qui peuvent exister entre :

- la température des eaux et l'altitude,
- la température des eaux et celle de l'air,
- la température des ruisseaux phréatiques et celle de la nappe.

5. 1. ~~Température et altitude~~

Si l'on considère les 3 stations de référence, les écarts moyens s'établissent ainsi :

- . 1° C de différence pour les eaux de la Lutter et de la Zorn
- . 2° C de différence pour les eaux de la Zorn et de la Thur
- . 3° C de différence pour les eaux de la Lutter et de la Thur

Par ailleurs, il convient de noter la très bonne corrélation entre ces trois stations (voir figures en annexe 5) ; les coefficients de corrélation observés sont en effet de :

$$R = 0,96 \text{ pour } \mathbf{Zorn/Thur}$$

$$R = 0.97 \text{ pour } \mathbf{Lutter/Thur}$$

$$R = 0.97 \text{ pour } \mathbf{Zorn/Lutter}$$

Ils sont donc très élevés et laissent à penser que l'un ou l'autre station pourrait être superflue:.

.../...

Cependant, malgré cette bonne corrélation, il n'apparaît pas de relation univoque entre température maxima observée et altitude d'après le tableau ci-dessous où les stations ont été classées par altitudes décroissantes :

BAS-RHIN

Localisation	Altitude (m)	Température max. (° C)
Moder à WIMMENAU	205	19
Schwarzbach à REICHSHOFFEN amont	190	21
Schwarzbach à REICHSHOFFEN aval	185	24
Moder à INGWILLER	185	21
Zinsel du Nord à GUMBRECHTSHOFFEN	173	21
Rothbach à KINDWILLER	171	22
Moder à LA WALCK	169	22
Zinsel du Nord à MERTZWILLER	157	22
Zinsel du Nord à SCHWEIGHOUSE	148	22
Moder à HAGUENAU	145	23
Zorn à BRUMATH	140	23
Landgraben à REICHSTETT	132	20
Moder à BISCHWILLER	129	23
Landgraben à GAMBSHEIM	126	20
Landgraben à OFFENDROF	125	20
Moder à DRUSENHEIM	123	23
Moder à FORT-LOUIS	118	23

HAUT-RHIN

Localisation	Altitude (m)	Température max. (° C)
Lauch à LINTHAL amont	580	17
Thur à KRUTH	502	20
Daller à SEWEN	490	24
Weiss à ORBEY	490	21
Liepvrette à STE-MARIE-AUX-MINES	420	23
Fecht à LUTI'ENBACH	409	22
Lauch à LINTHAL aval	400	18
Thur à WILLER	368	26
Daller à SENTHEIM	359	25
Ill à HIRSINGUE	320	28
Weiss à FRELAND	320	20
Baerenbach à REININGUE	272	24
Ill à WALHEIM	272	22
Daller à REININGUE	270	23
Thur à STAFFELFELDEN	257	30
Ill à DIDENHEIM	246	23
Weiss à AMMERSCHWIHR\	220	23
Orchbach à COLMAR (Maison Rouge)	180	19

8

Cette observation résulte de l'influence des rejets thermiques et de celle des retenues ou plans d'eau ; le cas le plus parlant est l'échauffement de 3° C du Schwarzbach entre l'amont et l'aval du plan d'eau de REICHSHOFFEN.

.../...

5.2. ~~Températures de l'eau et de l'air~~

Les rivières alsaciennes n'ont pas un cours suffisamment long pour que s'établisse un équilibre thermique entre l'eau et l'atmosphère. Néanmoins on peut se demander si ces deux fluides soumis au rayonnement solaire n'ont pas un comportement voisin.

Les graphiques en annexe 6 reproduisent les corrélations entre la température moyenne journalière de l'air au Lac d'ALFELD, d'une part, et les températures moyennes journalières de l'eau aux trois stations de référence, d'autre part.

Les coefficients de corrélation dépassent dans les trois cas la valeur de **0,92** : il existe donc une liaison forte entre température de l'air et température des eaux et ceci :

- pour des stations non influencées
- quelle que soit la position géographique ou altimétrique des stations.

Une étude plus détaillée devrait permettre d'affiner ce diagnostic et de déterminer la station de référence "Alsace" pour les températures de l'air.

5.3. ~~Températures des phréatiques et de la nappe~~

Les observations conduites sur différents piézomètres en plaine d'Alsace ont mis en évidence la remarquable stabilité thermique de la nappe, à condition de se placer à plus de 5 m en-dessous du toit de la nappe.

Les ruisseaux phréatiques sont des résurgences de la nappe et bien qu'ils drainent la partie superficielle de l'aquifère on pouvait s'attendre à observer à leur sujet une évolution des températures avec de faibles amplitudes.

Or, il est apparu que la Lutter avait un comportement analogue à celui de la Zorn, que sa température de base est donc conditionnée non pas par celle de la nappe mais par le rayonnement solaire. L'annexe 7 conforte cette conclusion : même un piézomètre superficiel (moins de 4 m) comme celui d'ILLHAEUSERN présente une température plus régulière au cours de l'année : l'amplitude est de l'ordre de 7° C contre 17° C pour la Lutter.

En conclusion, le comportement des ruisseaux phréatiques, à une certaine distance de leur source' ne se distingue plus de celui des autres rivières en ce qui concerne la température de leurs eaux.

~~CONCLUSION~~

La campagne 1990-1991 a permis d'approfondir notre connaissance du régime thermique des eaux superficielles de l'Alsace.

Elle a mis en évidence les similitudes de comportement des différents cours d'eau. En effet, les périodes durant lesquelles s'y manifestent les températures extrêmes ainsi que celle où la température des eaux se maintient en permanence au-dessus de 8° C sont pratiquement les mêmes, à quelques semaines près, pour toutes les rivières.

Par contre, cette similitude n'existe **pas** pour les amplitudes thermiques : les maxima s'échelonnent entre 17° C et 28° C et les minima entre $+ 5^{\circ}$ C et $- 4^{\circ}$ C.

Par ailleurs, l'étude des corrélations entre stations de référence, d'une part, et températures de l'eau et de l'air, d'autre part, ainsi que la mise en évidence de l'absence de comportement thermique particulier des **phréa-**tiques, conduisent **à** une réorganisation du dispositif des mesures en continu :

- les stations de WILDENSTEIN sur la Thur et de SAVERNE sur la Zorn sont à conserver, l'une pouvant pallier les défaillances de l'autre,
- la station de **BENFELD** sur la Lutter doit **être** déplacée pour permettre d'étudier un ruisseau phréatique plus près de son émergence.

Quant aux campagnes d'enregistrement des valeurs extrêmes, elles gardent tout leur intérêt pour l'étude de perturbations thermiques locales : impact de rejet ou effets de l'aménagement d'un cours d'eau.

LISTE DES ANNEXES

1. Localisation des stations de mesure
2. Températures moyennes journalières de :
 - . la Thur à WILDENSTEIN
 - . la Zorn à SAVERNE
3. Températures moyennes journalières de :
 - . la Thur à WILDENSTEIN
 - . la Lutter à BENFELD
4. Courbes d'évolution des températures
5. Corrélations entre températures moyennes journalières
 - 5.1. Lutter et Zorn
 - 5.2. Zorn et Thur
 - 5.3. Lutter et Thur
6. Corrélations entre températures moyennes de l'eau et de l'air
7. Températures moyennes journalières de la Lutter à BENFELD et de la nappe à ILLHAEUSERN