



Patrice PAUL \*



8105-0 D RM

## TOPOCLIMATS THERMIQUES DANS LE VALLON DU RINGELBACH

### RÉSUMÉ

Les variations des températures minimales et maximales sont étudiées dans un petit bassin-versant des Vosges (35 ha). Elles sont assez marquées malgré une topographie peu favorable à l'accumulation d'air froid pendant la nuit et une exposition d'adret prédominante. La distinction de plusieurs topoclimats très localisés repose principalement sur les variations de l'amplitude diurne. Au contraire, les températures moyennes journalières ou mensuelles sont relativement peu contrastées.

### SUMMARY

#### **Thermal topoclimates in the Ringelbach river-basin.**

The changes of minimal and maximal temperature values are studied in a little river-catchment in the Vosges mountains (35ha). They are rather marked in spite of a topography unfavourable to the accumulation of cold air during the night and a dominant southerly exposure. The distinction of several localized topoclimates is mainly based on the variations of the diurnal temperature changes. Contrary to this fact, the mean daily or monthly temperatures show a relative by little contrast.

### ZUSAMMENFASSUNG

#### **Thermische Lokalklimaskizze im Ringelbacher Einzugsgebiet.**

Es werden die Unterschiede der Extrem-Temperaturen in einem kleinen Einzugsgebiet (35 Ha) der Vogesen untersucht. Dieselbe ist ziemlich ausgeprägt, obwohl sich die Geländeform wenig für die Anhäufung der Kaltluft während der Nacht eignet, ebensowenig wie die vorherrschende Südlage. Die Unterscheidung verschiedener sehr örtlicher Lokalklimaten beruht hauptsächlich auf Unterschiede in der Tageschwankung der Temperaturen. Dagegen stecken die Tages- oder Monatsmittel der Temperatur verhältnismässig wenig von einander ab.

### INTRODUCTION

Le but de cette communication est de faire apparaître des différenciations thermiques locales dans un petit vallon des Vosges (35 ha) près du village de Sultzeren. Celui-ci entaille un vaste adret, appartenant au versant septentrional de la vallée de la Fecht. L'espace étudié, presque entièrement dépourvu de forêts, offre l'avantage de présenter un couvert végétal assez homogène : on y trouve principalement des prairies et des pâturages, parsemés de quelques lignes d'arbres à feuilles caduques, généralement peu élevées. Les formes topographiques et les différences d'exposition constituent donc ici les facteurs dominants dans l'élaboration de contrastes thermiques locaux.

Malgré l'étendue très réduite de la zone étudiée, il n'est pas question ici de mettre en évidence des microclimats, car ceux-ci se manifestent généralement à une échelle encore plus grande dans un milieu aérien qui ne dépasse pas généralement une hauteur de 1 à 2 mètres (YOSHINO 1975, DOUGUEDROIT 1977, etc...). C'est pourquoi les données utilisées proviennent de mesures obtenues à 1,50 mètres au-dessus du sol dans des abris météorologiques.

Des recherches assez nombreuses, portant sur les variations locales de la température en région de colline ou de moyenne montagne, ont été réalisées depuis plusieurs dizaines d'années, notamment en Allemagne, dans des pays de l'Europe de l'Est, au Japon. Quelques travaux ont abouti à des typologies ou même à des cartographies climatiques détaillées à l'échelle locale (SCHNELLE 1972, OBREBSKA-STARKEL 1969) dans lesquelles s'opposent en premier lieu les zones sommitales, les versants et les fonds de vallée. Notre cadre d'étude se limite pour l'instant à une partie d'un vaste versant, disséqué par un vallon dont le profil longitudinal se caractérise par une pente assez forte.

### I - LE CADRE EXPÉRIMENTAL

#### 1) Les traits orographiques.

Le vallon du Ringelbach est situé sur la partie orientale des Vosges sous le vent de la ligne des crêtes, qui est éloignée de près de 5 km et atteint l'altitude 1300 m. L'étude porte sur la partie la plus élevée du bassin versant du Ringelbach avec un échelonnement en altitude compris entre 750 à 1000 m (fig. 1). Bien que l'ensemble du vallon appartienne à un

\* E R A 569 du C.N.R.S. - Institut de Géographie - Université Louis Pasteur - 43 rue Goethe - 67083 Strasbourg Cédex (France).

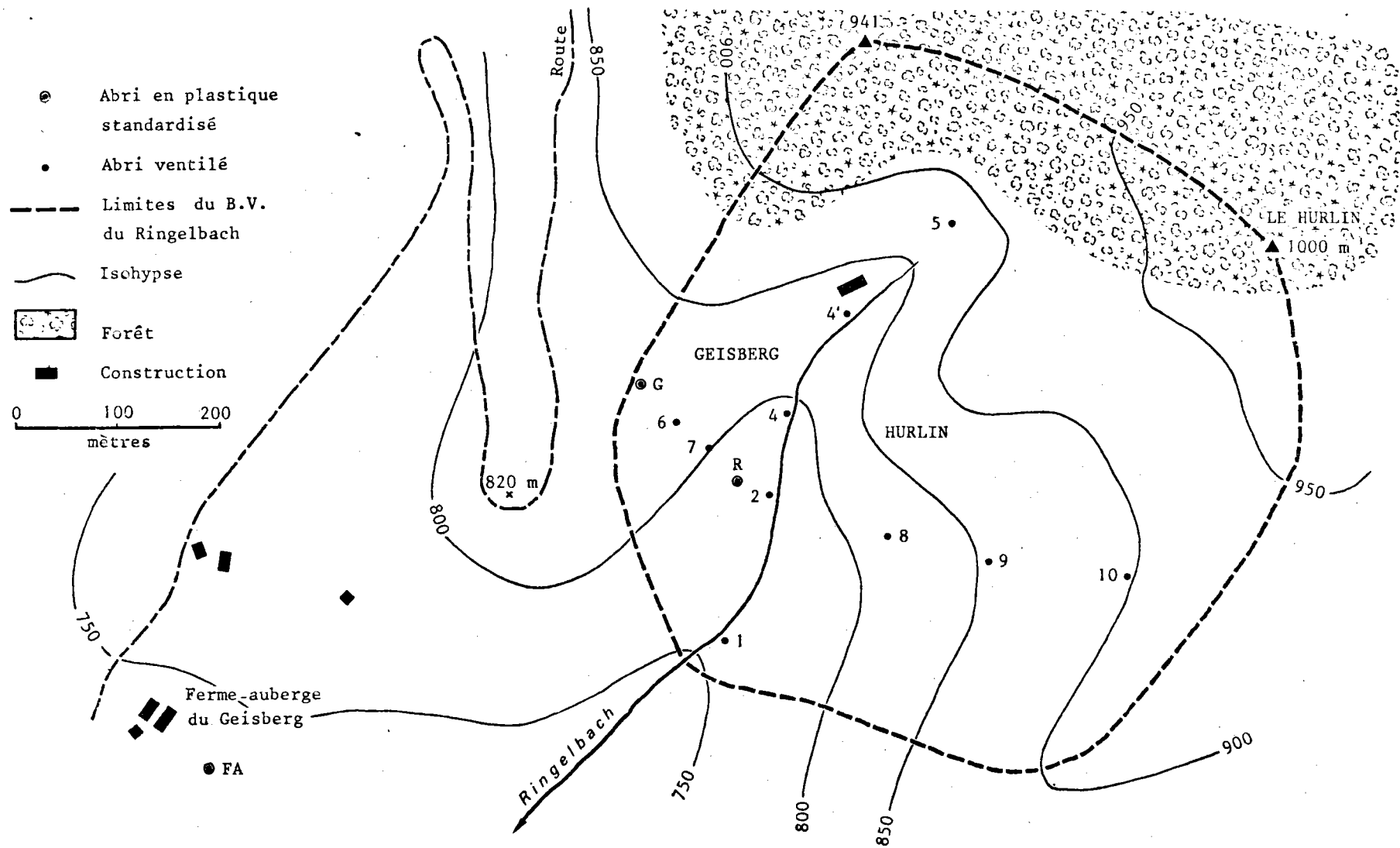


FIGURE 1 - LOCALISATION DES STATIONS DE MESURE

vaste adret, il y a toutefois une gamme assez large d'expositions allant du S.E. au S.W. et à l'W.N.W. Le regard vers l'W.S.W. prédomine sur le Hurlin, le versant oriental, ce qui retarde sensiblement l'arrivée, le matin, du rayonnement solaire direct dans le fond du vallon. Par contre, le versant opposé, appelé Geisberg, qui est surtout tourné vers le S.S.E., demeure ensoleillé jusqu'en milieu d'après-midi.

La raideur des pentes est générale : elle dépasse presque partout 100°, notamment le long du talweg (9 à 150) et atteint en moyenne 250° pour les profils de mesure sur les deux versants.

Ce bref inventaire topographique incite à penser qu'il n'est pas favorable à la stagnation nocturne de l'air refroidi par les processus radiatifs par temps anticyclonique clair et calme. Cet air froid peut en effet s'écouler facilement par gravité sur les pentes des versants et le long du talweg en direction du niveau de la Fecht, à moins de 600 m. Seuls quelques bosquets et des haies d'arbres discontinues pourraient contrecarrer légèrement ces courants d'air.

D'autres facteurs, peu favorables à l'élaboration de climats locaux accentués, méritent encore d'être signalés. La fréquence des types de temps anticycloniques bien ensoleillés est assez faible, ce qui traduit la dominante océanique du climat, avec un nombre élevé de types de circulation de S.W., W. et N.W. Cette dernière caractéristique, combinée avec l'ouverture du vallon vers le S.W. et une altitude relativement forte, facilite le brassage et l'homogénéité des basses couches de l'atmosphère proches de la surface. Néanmoins, des contrastes thermiques assez nets peuvent être mis en évidence entre le sommet du Geisberg et le fond du vallon.

## 2) Les contrastes thermiques entre le sommet du Geisberg et le fond du vallon.

Deux abris météorologiques en plastique (petit modèle, type M.N.), qui procurent des données en permanence depuis 1976, permettent de mettre en évidence des contrastes thermiques locaux assez marqués, malgré la proximité des deux stations (130 mètres environ) et une dénivellation à peine supérieure à 50 mètres.

Il convient de souligner que la station du Geisberg a été implantée juste au faite d'une croupe formant des pentes légèrement convexes. Ce site présente des conditions très favorables à une bonne ventilation. Il permet donc d'observer un milieu aérologique se rapprochant assez bien de l'atmosphère libre vers l'altitude 840 m à l'est de la ligne de crêtes des Vosges. La station du Geisberg nous paraît donc bien posséder toutes les conditions requises pour caractériser le mésoclimat de moyenne altitude du bassin versant de la Fecht et convient bien comme point de référence à tout l'espace étudié (1).

Le tableau 1 fournit des éléments de comparaison pour une période de 4 années. Les températures moyennes mensuelles et annuelles au fond du vallon ne présentent pas de variations sensibles par rapport à celles du sommet du versant. Il y a donc une différenciation avec le site de fond de vallée, qui est en moyenne nettement plus froid à cause des minima. En réalité, les différenciations thermiques entre les deux sites concernent à la fois les maxima et les minima, mais leurs effets en sens contraire se compensent. L'amplitude thermique diurne est donc nettement plus accentuée au fond du vallon, surtout pendant le semestre chaud. Ce phénomène apparaît bien sur la figure 2 avec un éloignement plus grand des deux courbes de mai à octobre.

Tableau 1 - Comparaison entre les températures moyennes (°C) du Geisberg (840 m) et du Ringelbach (785 m) (période 1977-1980).

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Minimums $T_n$	G	-3,9	-1,5	1,25	1,4	6,0	9,4	11,0	11,05	9,4	6,5	0,7	-1,15	4,2
	R	-4,0	-1,75	0,6	0,6	4,8	8,45	9,6	9,45	7,7	4,9	0,05	-1,6	3,25
	$T_R - T_G$	-0,1	-0,25	-0,65	-0,8	-1,2	-0,95	-1,4	-1,6	-1,7	-1,6	-0,65	-0,45	-0,95
Maximums $T_x$	G	0,6	3,4	6,95	7,6	12,85	16,65	18,15	17,9	16,5	12,5	5,8	4,05	10,25
	R	1,3	4,1	7,9	8,7	13,9	18,1	19,7	19,2	17,6	13,9	6,8	4,65	11,3
	$T_R - T_G$	+0,7	+0,7	+0,95	+1,1	+1,05	+1,45	+1,55	+1,3	+1,1	+1,4	+1,0	+0,6	+1,05
Moyennes $\frac{T_n - T_x}{2}$	G	-1,7	1,0	4,1	4,5	9,4	13,0	14,5	14,5	13,0	9,5	3,3	1,4	7,2
	R	-1,4	1,2	4,3	4,7	9,3	13,3	14,6	14,3	12,7	9,4	3,4	1,5	7,3
	$T_R - T_G$	+0,3	+0,2	+0,2	+0,2	-0,1	+0,3	+0,1	-0,2	-0,3	-0,1	+0,1	+0,1	+0,1
Amplitudes diurnes ( $T_n - T_x$ )	G	4,5	4,9	5,7	6,2	6,9	7,2	7,1	6,9	7,1	6,0	5,1	5,2	6,0
	R	5,3	5,8	7,3	8,1	9,1	9,6	10,1	9,8	9,9	9,0	6,7	6,2	8,0
	$T_R - T_G$	0,8	0,9	1,6	1,9	2,2	2,4	3,0	2,9	2,8	3,0	1,6	1,0	2,0

(1) Les divisions spatiales du climat posent des problèmes de classification aux échelles intermédiaires (cf. YOSHINO 1975, p. 3 - 14, ERIKSEN 1975, etc.) Les échelles climatiques varient considérablement selon les divers chercheurs. Le concept de mésoclimat constitue ici un ordre de grandeur intermédiaire, qui nous paraît nécessaire entre le niveau du climat local à l'intérieur du bassin-versant du Ringelbach (50 m à 1 km) et le climat régional (> 100 km) à l'échelle synoptique du Nord-Est de la France.

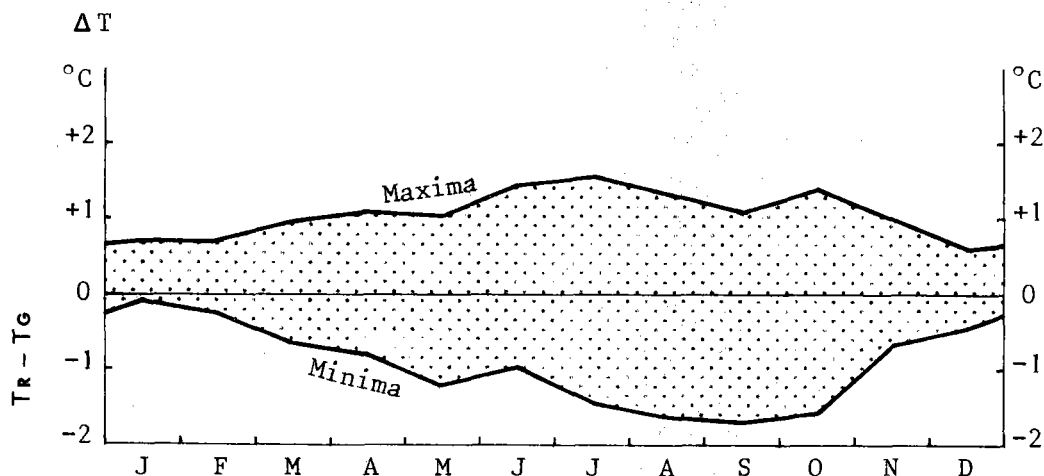


Fig. 2. : Différences thermiques moyennes ( $T_R - T_G$ ) des maximums et des minimums entre les sites permanents du Ringelbach (785 m) et du Geisberg (840 m) au cours de l'année (1977-1980).

### 3) Le réseau temporaire de mesures.

Deux lignes transversales de stations fixes ont été implantées (fig. 1) : l'une suit le talweg (sites 1 - 2 - 4 - 4' - 5) ; l'autre forme un profil en travers des versants du Geisberg et du Hurlin (sites G - 6 - 7 - R - 2 - 8 - 9 - 10). L'objectif est de déterminer l'extension spatiale du climat local mis en évidence à l'abri du Ringelbach (R) et d'analyser le comportement thermique de chacun des deux versants.

L'équipement des stations temporaires consiste en de petits abris ventilés, mis au point par l'INRA (GUYOT) et construits par G. NAJJAR (2). Ils sont munis de thermomètres classiques à maximum et à minimum, qui sont à 1,50m du sol. Le renouvellement d'air est assuré constamment par un petit ventilateur, relié à une pile dont l'autonomie est d'une dizaine de jours.

Chaque abri a été testé par comparaison avec un abri en plastique standardisé. Ce contrôle, assumé avec soin par G. NAJJAR, a été effectué sur un espace gazonné du jardin de l'Institut de Botanique de Strasbourg. Il a duré un mois. Les différences observées sont, presque toujours inférieures à 0,5° C (le plus souvent 0,2° C pour des mesures instantanées) ; un test supplémentaire, entrepris pendant quelques jours à proximité de l'abri du Ringelbach a fourni des résultats semblables. On peut donc raisonnablement considérer que les mesures obtenues dans les petits abris ventilés sont comparables à celles issues d'abris standardisés.

La gestion de ce réseau temporaire est assez lourde, puisque chaque station doit être visitée vers 6 h et 18 h T.U. C'est la raison pour laquelle nous ne disposons que d'un nombre total de 16 jours de mesures pour l'ensemble des postes. Parmi ceux-ci, seules 9 journées à type de temps anticyclonique, présentant des contrastes suffisamment tranchés, sont prises en considération. Heureusement, avec de telles conditions atmosphériques, les écarts entre stations présentent une faible variabilité d'un jour à l'autre, surtout la nuit et des chercheurs estiment même que 3 profils de mesure par nuits claires et calmes, suffisent pour déterminer des climats locaux (AICHELE 1968).

## II - LES RÉSULTATS

Le comportement des diverses stations est évidemment différent selon que l'on considère les minimums et les maximums. La répartition des températures minimales donne des résultats plus significatifs que pour les maximums, pour lesquels la variabilité interdiurne est plus grande.

### 1) Les différenciations thermiques nocturnes (fig. 3 et 4)

La position très favorable de l'abri météorologique du Geisberg (G) s'affirme par type de temps anticyclonique : c'est toujours la station la plus chaude, épargnée par les pellicules d'air froid issues du bilan radiatif négatif de la surface du sol. L'analyse des écarts thermiques moyens par rapport à cet abri (tableau 2) permet de déterminer trois secteurs :

a) **Le fond du vallon** : les plus basses températures se localisent exclusivement dans le fond du vallon (postes 1 à 5 et R). L'homogénéité est telle que nous n'avons pas jugé nécessaire de maintenir en septembre le poste 4', qui donnait des valeurs très voisines des postes les plus proches (n° 4 et 5). Le déficit thermique est de plus de 2,5° par rapport au Geisberg. Seul, le poste le plus bas présente un écart qui dépasse largement 3° C sans atteindre les extrêmes observés dans le fond de la vallée de la Fecht, à Kaltenborn, hors du domaine présentement étudié.

b) **Les moitiés supérieures des versants** sont relativement chaudes (postes 6-9-10). L'écart par rapport au sommet du Geisberg est de l'ordre de 1° C. En septembre, le versant du Hurlin semble cependant un peu plus froid par rapport au versant opposé. On peut aussi associer à cet ensemble, la station de la ferme-auberge, qui paraît même bénéficier d'une position un peu plus favorable, surtout lorsque l'on considère les 16 nuits de mesure (tous types de temps confondus).

(2) Ce travail n'aurait pu être réalisé sans la participation persévérante et efficace de G. NAJJAR, qui a assumé l'essentiel des mesures sur le terrain, dans des conditions parfois rudes, en particulier lors de la tempête du 20 juillet 1980, accompagnée de fortes pluies.

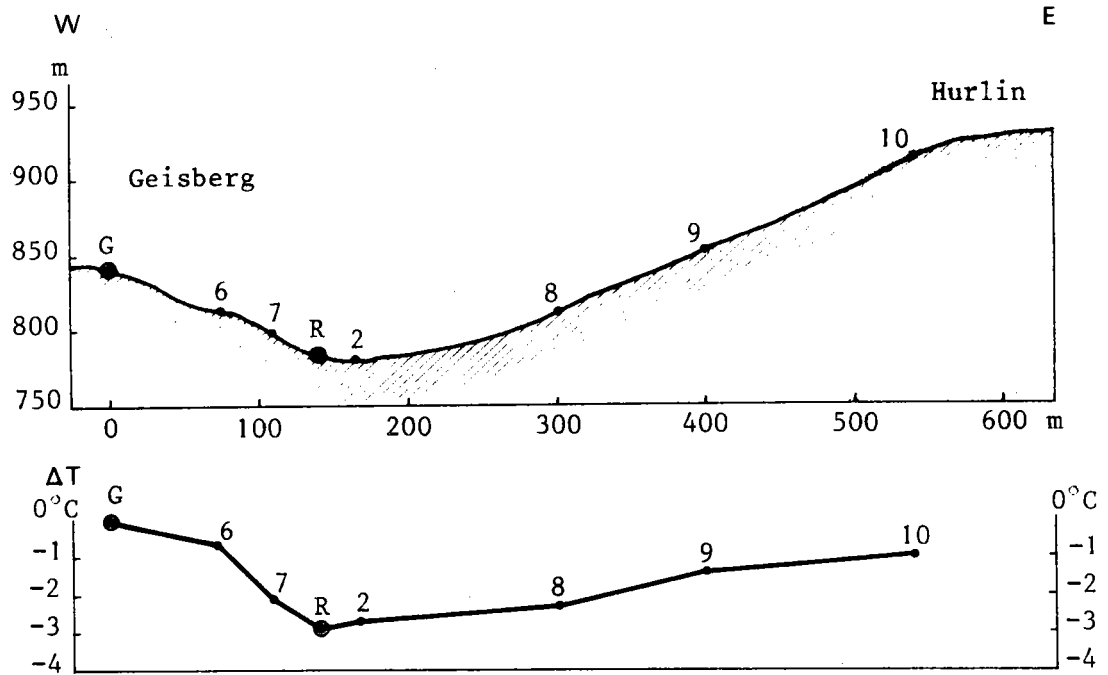


FIGURE 3 - PROFIL DE TEMPÉRATURE (MINIMA) TRANSVERSAL AU VALLON, DU RINGELBACH DURANT 5 NUITS ANTICYCLONIQUES DE SEPTEMBRE 1980

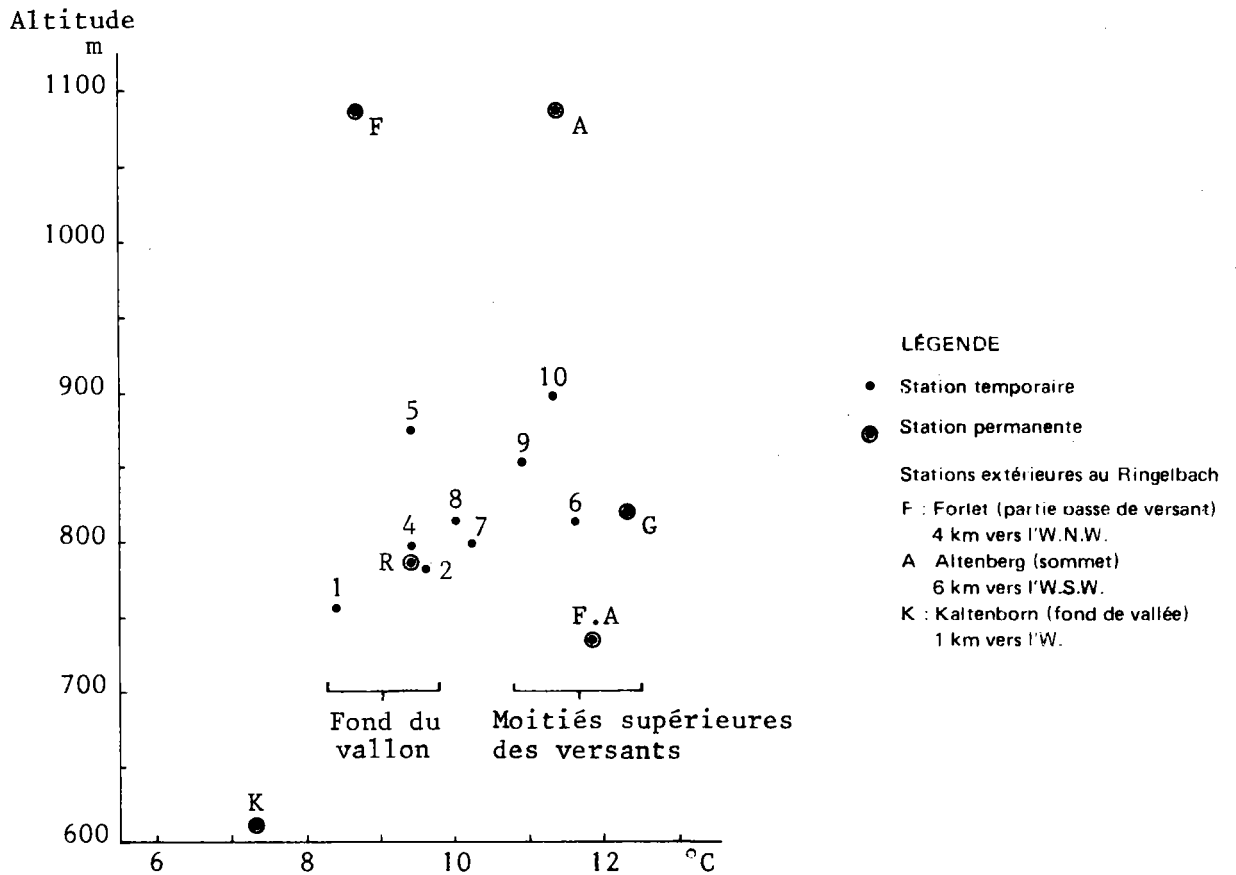


FIGURE 4 - MOYENNE DES MINIMUMS DE 5 NUITS ANTICYCLONIQUES (18 - 19 - 20 - 29 - 30 SEPTEMBRE 1980)

c) **Les parties basses des versants (postes 7 et 8)** constituent des zones étroites de transition rapide avec le fond du vallon. Le poste n° 7 se rapproche tantôt de l'abri n° 6, plus élevé, tantôt de l'abri du Ringelbach. La faiblesse plus ou moins marquée du vent synoptique joue probablement un rôle important dans la fluctuation et la limitation vers le haut de la couche froide du vallon. La station n° 8 semble un peu plus fraîche que le point 7 ; ce fait est peut-être associé à l'allure légèrement concave des pentes dans ce secteur.

En somme, l'extension nocturne de la zone froide du vallon ne semble pas remonter au-delà de 15 à 20 m d'altitude relative le long du profil transversal de mesure (fig. 3). Quelques mesures mobiles, effectuées au niveau des autres postes du talweg, permettraient de préciser assez facilement cette limite sur les versants et de repérer l'influence éventuelle des lignes d'arbres.

Tableau 2 - Écart thermique moyens par rapport à l'abri du Geisberg (840 m) - Températures minimales

Poste	Altitude	Caractéristiques du site	4 nuits anticycloniques en juillet 80	5 nuits anticycloniques en septembre 80	16 nuits tous types de temps confondus juillet - septembre 80
1	755	Site moyennement dégagé 2 m au-dessus du talweg Site le plus bas	- 3,3° C	- 3,9° C	- 2,6° C
2	782	Site bien dégagé A proximité de l'abri « Ringelbach » Sol saturé d'eau	- 2,7	- 2,7	- 1,9
R	785	Abri « Ringelbach » Léger replat au-dessus du talweg (3m). Rideau d'arbres à proximité	- 2,9	- 2,9	- 2,0
4	796	Site bien dégagé Sol saturé d'eau	- 2,7	- 2,9	- 2,0
4'	830	Site bien dégagé Prairie	- 2,7	X	X
5	874	Site bien dégagé près du talweg ici peu marqué Pâturage	- 2,6	- 2,9	- 2,0
6	813	Partie supérieure du versant bien dégagé. Pâturages	- 0,9	- 0,7	- 0,5
7	799	Partie inférieure du versant bien dégagé. Fougères	X	- 2,1	X
8	812	Partie inférieure du versant assez bien dégagé Pâturage	- 2,3	- 2,3	- 1,5
9	852	Secteur médian du versant bien dégagé. Pâturage	- 0,9	- 1,4	- 1,0
10	899	Partie supérieure du versant, bien exposée au flux de SW à NW Pâturage.	- 0,9	- 1,0	- 0,8
Ferme auberge (F.A.)	735	Léger adret bien dégagé. Prairie	- 0,9	- 0,5	- 0,3
Kaltenborn	610	Fond de vallée de la Petite Fecht. Assez bien dégagé.	- 3,7	- 4,6	- 2,9

## 2) Les différenciations thermiques diurnes

L'analyse porte seulement sur 6 journées anticycloniques bien caractéristiques grâce à une fraction d'insolation, qui dépasse généralement 0,90. Une forte dispersion des écarts de chaque poste par rapport à la station de référence rendait illusoire l'étude de l'ensemble des journées de mesures, en particulier lorsqu'il y a des variations fréquentes et aléatoires de la nébulosité. Le tableau 3 permet néanmoins de faire ressortir quelques tendances significatives.

a) **Le fond de vallée est une zone assez chaude** : les postes n°1, 2, 4 et 5 présentent des excédents assez marqués en juillet (1,3 à 1,6° C) ; plus faibles en septembre (0,4 à 0,9° C). L'abri du Ringelbach est de loin nettement plus chaud, surtout en juillet. Une bonne exposition en début d'après-midi, et un certain effet de confinement, entre le versant et une ligne d'arbres, provoquent une diminution notable de la vitesse du vent, ce qui pourrait expliquer cet excédent de chaleur. En outre, le terrain herbeux, mais sec, se différencie du sol saturé, voire marécageux des points 2 et 4.

b) **Le point de référence du Geisberg** est le plus souvent l'endroit le plus frais pendant la journée, à cause de sa position favorable aux flux advectifs.

c) **Le versant du Geisberg** semble plus chaud que celui du Hurlin, du moins en milieu de journée, comme le montre la comparaison des postes 6 et 7 du Geisberg par rapport aux postes 8, 9 et 10 du Hurlin, où l'altitude plus élevée exerce sûrement une influence notable. Le déficit est moins net en juillet aux points 9 et 10, où, pendant l'après-midi, période du maximum, l'exposition vers l'Ouest s'avère plus favorable qu'en septembre.

Tableau 3 - Écarts thermiques moyens par rapport à l'abri du Geisberg (840 m) - Températures maximales

Poste	Altitude	22 - 23 juillet 80	18-19-20 septembre 80
1	755	+ 1,35	+ 0,5
2	782	+ 1,65	+ 0,9
R	785	+ 2,2	+ 1,4
4	796	+ 1,5	+ 0,7
5	874	+ 1,3	+ 0,4
6	813	+ 1,5	+ 1,15
7	799	X	+ 1,25
8	812	+ 0,8	+ 1,1
9	852	+ 0,85	- 0,05
10	899	+ 0,8	- 0,1
F.A.	735	+ 0,7	+ 0,65

Au total, les différenciations concernant les maximums demeurent relativement faibles sauf pour l'abri du Ringelbach, et en juillet, pour tout le fond du vallon nettement plus chaud. Les brises diurnes remontant de la vallée, l'ouverture du vallon aux vents de SW fréquents, l'exposition dominante d'adret et l'homogénéité assez grande du couvert végétal peuvent expliquer cette uniformité relative des températures maximales.

### III – ESSAI DE CLASSIFICATION D'UNITÉS TOPOCLIMATIQUES

L'abaissement nocturne de la température, combiné avec l'élévation des maximums lorsque l'on se dirige vers le fond du vallon se traduit par une augmentation très sensible de l'amplitude diurne. Celle-ci atteint 2,0° C en moyenne (tableau 1) et dépasse régulièrement le seuil de 4° C par temps anticyclonique. Ces variations d'amplitude thermique diurnes permettent de distinguer quelques subdivisions topoclimatiques dans le bassin versant du Ringelbach, en dehors de la zone forestière sommitale peu étendue.

- **les sommets et les croupes élevées**, frais le jour, forment les secteurs les plus doux la nuit, sauf par régime cyclonique rapide. Un poste au Hurlin, complétant l'abri du Geisberg, confirmerait probablement cette tendance.

- **les pentes moyennes et supérieures des versants**, douces la nuit, sont assez chaudes le jour. Les différences d'exposition ne semblent pas ici assez marquées pour créer des contrastes sensibles.

- **le fond de vallée** présente les amplitudes diurnes les plus fortes. Le confinement relatif du Ringelbach dû aux arbres, accentue légèrement cette tendance. La présence de sols marécageux (postes n° 2 et 4) ne semble guère abaisser les températures diurnes et ne paraît agir qu'à un niveau microclimatique, c'est-à-dire à une hauteur inférieure à 1,50 m au-dessus du sol.

- **les parties inférieures des versants**, chaudes le jour, présentent néanmoins une amplitude thermique plus faible qu'au fond du vallon à cause de minimums nocturnes déjà moins bas. Le risque de gel aux saisons intermédiaires y est sûrement moins grand.

### CONCLUSION

Contrairement aux fonds de vallée comme à Kaltenborn, le talweg du Ringelbach, en pente forte, ne paraît pas modifier nettement les températures moyennes mensuelles ou annuelles, sauf dans le cas, assez rare, de longue période sèche et ensoleillée prépondérante pendant un ou plusieurs mois, comme en juin 1976 ( $\Delta T = 0,9^\circ \text{C}$ ). Les variations importantes de **l'amplitude thermique diurne** constituent le principal élément de différenciation topoclimatique, susceptible d'avoir des effets sur le développement de la végétation.

Quelques stations fixes supplémentaires et un petit nombre de séries de mesures mobiles entre ces sites pourraient préciser l'extension des unités topoclimatiques du bassin versant du Ringelbach et de vérifier si les variations dans la concavité ou la convexité de pentes souvent raides exercent une influence sensible sur la température.

**BIBLIOGRAPHIE**

- AICHELE J.** (1968) : Über die Verwendung fahrbarer Temperaturschreiber bei geländeklimatischen Untersuchungen, *Angew. Meteor.*, 5, 267-276
- DOUGUEDROIT A.** (1977) : Les échelles d'ordre microclimatique. *Actes des Journées Nationales de Climatologie (Dijon, nov. 1975)*, 73-98
- ERIKSEN W.** (1975) : *Probleme der Stadt- und Geländeklimatologie*, Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt, 114 p.
- NAJJAR G.** (1980) : Essai de spatialisation de l'évapotranspiration potentielle dans le bassin-versant du Ringelbach, *Rech Geogr à Strasbourg*, 13,55-62.
- NAJJAR G., AMBROISE B.** (1980) : Abri simplifié pour évaporimètre Piche, *Rech. Geogr. à Strasbourg*, 15, sous presse
- OBREBSKA-STARKEL B.** (1969) : Some results of investigations of meso- and microclimatic conditions in small mountain drainage areas in the Beskides, *Acta Climatologica*, Szeged, VIII, 1-4, 67-81
- PAUL P.** (1977) : Remarques préliminaires à propos des deux climats locaux dans le bassin-versant expérimental de Soultzeren, *Rech. Geogr. à Strasbourg*, 4, 93-98
- SCHNELLE F.** (1972) : Lokalklimatische Studien im Odenwald, *Berichte des Deutschen Wetterdienstes*, n° 128, Offenbach, 38 p
- YOSHINO M.M.** (1975) : *Climate in a small area*, Un. of Tokyo Press, Tokyo, 549 p.