

**DISCRIMINATION DES EFFETS RADIATIFS ET DES EFFETS ADVECTIFS  
À PARTIR DES OBSERVATIONS DE TEMPÉRATURES  
DU RÉSEAU MÉTÉO-ROUTIER DE WALLONIE**

MICHEL ERPICUM

LABORATOIRE de CLIMATOLOGIE ET TOPOCLIMATOLOGIE - UNIVERSITÉ DE LIÈGE

[micriel.epicum@ulg.ac.be](mailto:micriel.epicum@ulg.ac.be)

**RÉSUMÉ**

*La valeur de la température et son évolution temporelle constituent des éléments majeurs de la caractérisation des types de temps. Elles dépendent bien entendu du milieu dans lequel elles sont mesurées et elles doivent être relativisées en fonction des saisons. Elles intègrent les effets du rayonnement, de l'advection synoptique des masses d'air et des perturbations locales de l'écoulement d'air provoquées par la topographie. Quelques effets radiatifs et advectionnels sont mis en évidence à partir de données du réseau de météorologie routière de la région wallonne (Belgique).*

**MOTS CLÉS :** *Types de temps - Température.*

**ABSTRACT**

*The temperature value and its temporal variation represent major elements for the characterization of the weather types. These elements depend on the environment, in which they are measured, and the characteristics of the recorded data depend on the seasons. They take into account the radiation effect, the synoptic advection of air masses and the local disturbances of air flow due to topography. Some radiative and advective effects are highlighted with the data of the road meteorological network of the Walloon Region (Belgium).*

**KEY WORDS :** *Weather types - Temperature.*

## **Introduction**

Aucune variable d'ordre climatologique caractérisant l'état de l'atmosphère à un moment et en un lieu donnés, n'est indépendante des autres variables climatologiques.

Le choix de l'analyse de la température de l'air peut sembler banal en première analyse mais il offre l'avantage de mettre en exergue et de nuancer la notion de type de temps. La température dépend à la fois d'influences radiatives (rayonnement solaire et atmosphérique) et d'influences advectionnelles (déplacement de l'air avec ou sans changement de la masse d'air). L'évolution temporelle de la température dépend d'une part, de la position du Soleil dans le ciel, position qui dépend

du moment dans la journée et dans l'année, de la position en latitude du lieu où elle est mesurée et d'autre part du milieu dans lequel elle est mesurée (L. Fischer *et al.*, 2000). Elle dépend également de la couverture nuageuse. La variation spatiale de la température est influencée par la topographie et le milieu où elle est mesurée (M. Erpicum, 1984; J.-M. Fallot, 1992; P. Carrega, 1994 et D. Joly, 1994); elle dépend donc également du déplacement de l'air et de sa trajectoire récente qui ont pu provoquer une recharge en vapeur d'eau, la condensation (formation de brouillard ou de nuages bas) ou au contraire, l'assèchement par subsidence. Dans cette étude, nous cherchons à mettre en évidence les effets radiatifs et advectifs à partir de données de températures du réseau de météorologie routière de la région wallonne (Belgique).

### **Types de données de températures disponibles pour l'analyse des types de temps**

La température de l'air est une variable fréquemment utilisée lorsque un type de temps doit être précisé. L'information sur la température peut être exprimée soit à partir des extrêmes quotidiens mesurés sous abri à 2 mètres du sol (il s'agit là du cas le plus fréquent), soit à partir de l'amplitude de la température au cours de la journée ou d'une période (ce qui permet de se faire une idée sur la quantité de rayonnement solaire reçue ou de la couverture nuageuse présente), soit encore à partir de valeurs beaucoup moins variables au cours du cycle circadien. Dans ce cas, on peut utiliser la température du point de rosée ou la température du thermomètre mouillé ou encore la température pseudo-adiabatique potentielle du thermomètre mouillé, cette dernière étant mesurée par convention à 1 000 hPa. Ces types de températures sont plus représentatives et conservatrices de la spécificité de la masse d'air que la température de l'air « classique »; ainsi, elles permettent de mieux définir l'origine polaire ou tropicale, océanique ou continentale de la masse d'air (M. Erpicum *et al.*, 1992).

### **Recours au calcul de la température relative**

Il est évident qu'une même température est perçue différemment par les individus en fonction de la saison à laquelle elle est observée; la sensation de cette température peut paraître douce en hiver mais être fraîche, voire très froide en période estivale.

Par ailleurs, les campagnes d'observations météorologiques minutieuses et limitées dans le temps doivent être caractérisées par rapport à la « normale » pour en connaître leur représentativité. Il est souvent utile de les distinguer les unes vis-à-vis des autres selon la température. Cette caractérisation ne peut se faire qu'en se référant à de longues séries de température disponibles à proximité de la zone d'expérimentation.

Quel que soit le jour concerné dans l'année, le recours au calcul de la température relative quotidienne (c'est à dire l'estimation de la différence entre la température observée et la température attendue habituellement le jour en question, voir figure 1) permet de caractériser de manière numérique et non subjective le degré d'anormalité positive ou négative de cette température et d'en apprécier la persistance (fig. 2).

La méthode de lissage des températures moyennes mensuelles obtenues sur de longues séries récentes et sa généralisation pour l'estimation des températures journalières attendues ont été proposées par M. Erpicum et J. Alexandre (1983).

### **Discrimination de l'effet radiatif**

Le type de temps radiatif est caractérisé par une forte amplitude de température et un ciel sans nuage de jour comme de nuit (fig. 3). Les chaussées routières réagissent alors rapidement à l'apport radiatif: ainsi, le 16 mars 2003 à Raeren, la température de la chaussée atteint 25 degrés en milieu de journée contre à peine plus de 10 degrés pour la température mesurée sous abri à deux mètres.

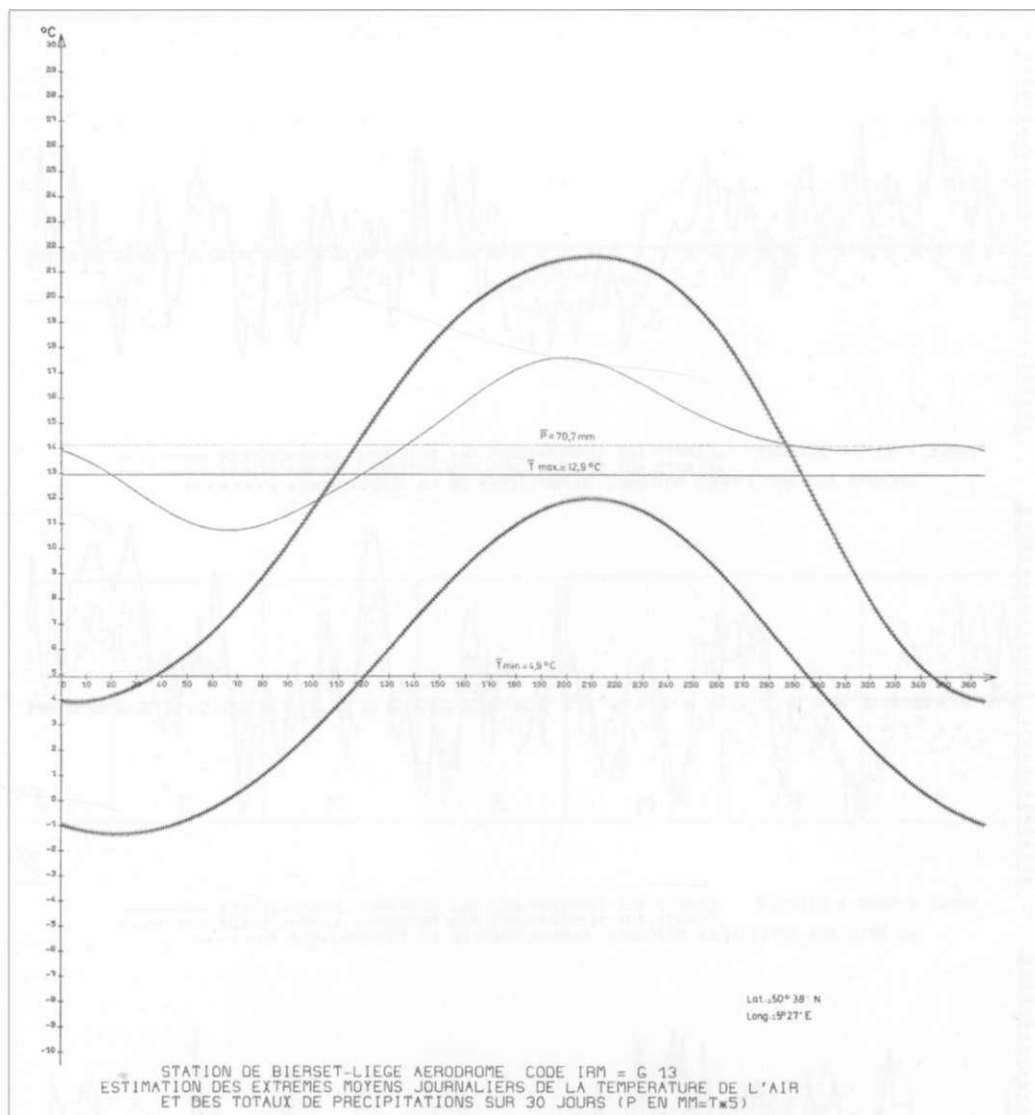


Figure 1 : Températures maxima et minima quotidiennes relatives calculées pour Liège-Bierset

L'amplitude de température moyenne quotidienne de l'air varie en fonction du moment dans l'année. A titre d'exemple, en Belgique (environ 50° latitude N), elle est de 5 °C en janvier contre 10 °C en juillet (fig. 1). De fait, lors du solstice d'hiver, la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon n'atteint que 17° au moment du passage du Soleil dans le méridien local alors qu'au solstice d'été, elle atteint 63°. De plus, près de 75 % des journées hivernales subissent un ciel très nuageux (nébulosité supérieure ou égale à 6 octas) alors qu'environ 50 % des journées estivales connaissent le même type de nébulosité. Toujours en Belgique, 75 % des nuits hivernales sont très nuageuses alors que 35 à 40 % des nuits estivales connaissent un ciel peu nuageux, c'est à dire une nébulosité inférieure ou égale à 2 octas (M. Erpicum, 1991).

Les fortes amplitudes de température sont donc constatées essentiellement en période estivale car les effets radiatifs sont beaucoup plus efficaces à cette saison : Soleil relativement haut sur l'ho-

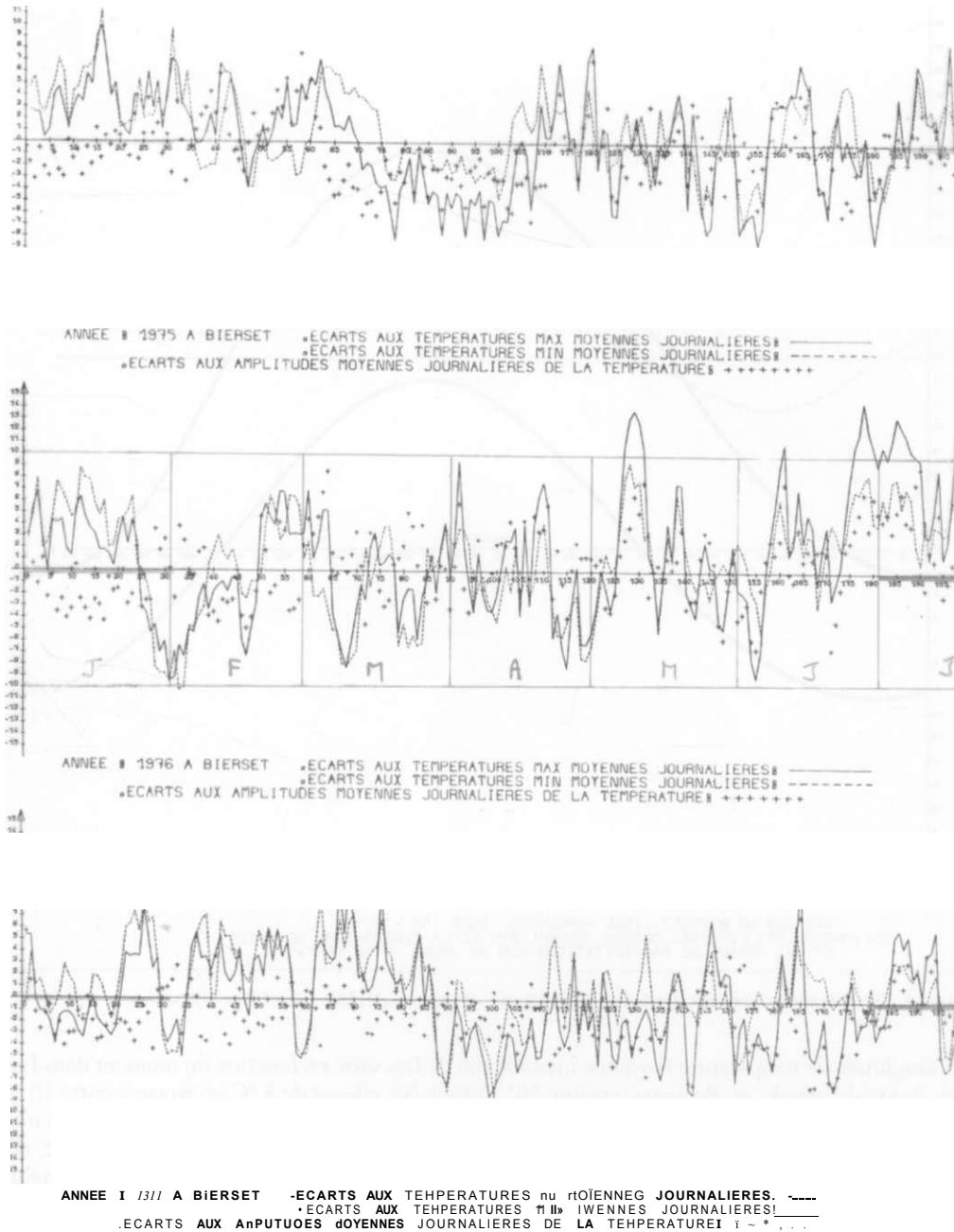


Figure 2 : Évolution temporelle des écarts aux températures maximales et minimales et aux amplitudes quotidiennes attendues pour Liège-Bierset

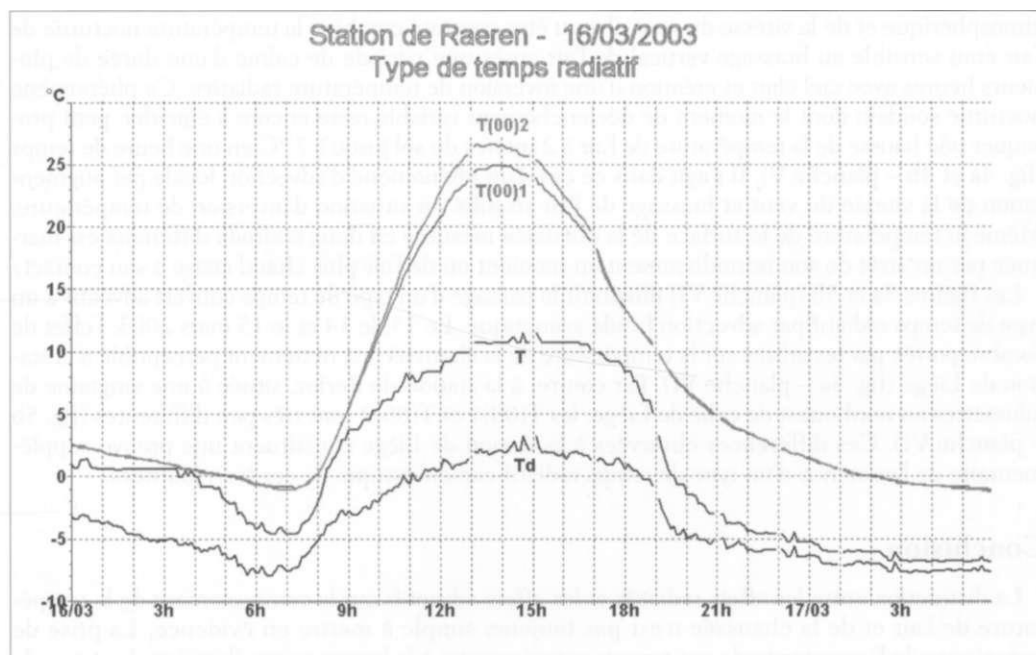


Figure 3. — Exemple d'évolution de la température par type de temps radiatif : air à 2 m (T et Td) et température de la chaussée (T[00]1 sur la bande de droite et T[00]2 sur la bande de gauche).

rizon pendant le jour et nuits à ciel beaucoup plus souvent dégagé. En été, les nuages sont essentiellement convectifs et leur cycle de vie est souvent limité à la période diurne. La différence entre l'amplitude de température journalière observée et l'amplitude de température attendue, qui est déduite des courbes obtenues par lissage des températures maximales et minimales mensuelles grâce aux séries périodiques de Fourier, permet de calculer le degré d'anormalité positive ou négative dû aux effets radiatifs (fig. 2).

Lors de campagnes d'enregistrements au pas de temps de 6 minutes de la température de l'air mesurée sous abri à 2 mètres du sol et de la température de la surface d'une chaussée routière accompagnées d'enregistrements du rayonnement global et du rayonnement atmosphérique, il a pu être démontré combien l'évolution de la température nocturne de la surface de la chaussée était sensible aux conditions radiatives (Epicum *et al*, 2000).

### Discrimination de l'effet advectif

L'émagramme « Skew T - Log P » permet d'obtenir la température pseudo-adiabatique potentielle du thermomètre mouillé de la masse d'air concernée si on connaît T, P et un paramètre de l'humidité de l'air.

- Tant que cette température reste constante, la masse d'air ne change pas. Dans ce cas, il n'y a pas d'advection synoptique.
- Lorsque les conditions atmosphériques sont convectives, il est possible de calculer, grâce à cet émagramme, la hauteur au-dessus du sol de la base des nuages cumuliformes. La présence de ces nuages fait également partie de la caractérisation du type de temps.

Lors de campagnes d'enregistrements au pas de temps de 6 minutes de la température et de l'humidité relative de l'air accompagnées d'enregistrements du rayonnement global, du rayonnement

atmosphérique et de la vitesse du vent, il a pu être constaté combien la température nocturne de l'air était sensible au brassage vertical de l'air après une période de calme d'une durée de plusieurs heures avec ciel clair et création d'une inversion de température radiative. Ce phénomène nocturne soudain dont le moment de déclenchement variable reste encore à élucider, peut provoquer une hausse de la température de l'air à 2 mètres du sol jusqu'à 7 °C en une heure de temps (fig. 4a et 4b - planche V). Il s'agit dans ce cas d'un phénomène d'advection locale par augmentation de la vitesse du vent et brassage de l'air stratifié en situation d'inversion de température. Même la température de la surface de la chaussée mesurée en deux endroits différents est marquée par un arrêt de son refroidissement au moment où de l'air plus chaud arrive à son contact.

Les figures 5a et 5b (planche VI) illustrent le passage d'un type de temps couvert advectif à un type de temps radiatif par advection froide synoptique. Le 13, le 14 et le 15 mars 2003, l'effet de l'ombre portée par les arbres sur la température de la chaussée est nettement perceptible à la station de Liège (fig. 5a - planche VI). Par contre, à la station de Berloz, située à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de celle de Liège, les T(00)1 et T(00)2 sont très peu différentes (fig. 5b - planche VI). Ces différences observées à la station de Liège constituent une preuve supplémentaire de l'existence d'un type de temps radiatif caractéristique de ces trois journées.

## Conclusion

La distinction entre les effets radiatifs et les effets advectifs sur le comportement de la température de l'air et de la chaussée n'est pas toujours simple à mettre en évidence. La prise de conscience de l'importance de ces aspects est nécessaire à la bonne compréhension des types de temps en tant qu'ambiances climatiques. L'identification des types de temps par des analyses multivariées et des campagnes de mesures sur le terrain bien instrumentées, menées à des moments et des saisons différentes, est indispensable pour l'amélioration de leur connaissance.

## Bibliographie

- CARREGA (P.), 1994. - *Topoclimatologie et habitat*, thèse de Doctorat, *Revue d'analyse spatiale quantitative et appliquée*, Nice, 35/36, 408 p.
- ERPICUM (M.), ALEXANDRE (J.), 1983. - « Variabilité intra- et interannuelle des extrêmes journaliers de la température : proposition d'une méthode de travail », *Hommes et Terres du Nord*, 83 (3), p. 3-7.
- ERPICUM (M.), 1984. - *Variation temporelle des disparités locales de la température en Haute-Belgique. Analyse menée en fonction du milieu géographique et des variables météorologique concomitantes*, thèse de Doctorat, Université de Liège, inédite, 2 vol.
- , 1991. - « La topoclimatologie, un outil au service de l'agronomie. Exemples pris en Belgique », *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 26 (1), p. 91-111.
- ERPICUM (M.), MABILLE (G.), ALEXANDRE (J.), 1992. - « Advection des masses d'air et température de l'air près du sol : recherche d'une méthode d'analyse », *Publication de l'Association Internationale de Climatologie*, 5, p. 415-423.
- ERPICUM (M.), ALEXANDRE (J.), ETIENNE (H.), FRÉDÉRIC (M.), MABILLE (G.), NYSSSEN (T.), 2000. - « Conditions radiatives nocturnes hivernales et température de la chaussée : l'exemple de la station météorologique de Berloz (Belgique) », *Publication de l'Association Internationale de Climatologie*, 13, p. 465-472.
- FALLOT (J.-M.), 1992. — *Étude de la ventilation d'une grande vallée préalpine : la vallée de la Sarine*, thèse de Doctorat, Fribourg (CH), Copyta, 475 p.
- FISHER (L.), NAJJAR (G.), PAUL (P.), 2000. - « Dynamique de l'îlot de chaleur urbain pendant une période estivale sur l'agglomération de Strasbourg », *Publication de l'Association Internationale de Climatologie*, 13, p. 473-481.
- JOLY (D.), 1994. - *Ambiances climatiques instantanées au Spitsberg. Pour une approche méthodique par niveau d'échelle*, thèse de Doctorat, *Ann. Litt. Univ. Franche-Comté*, n° 529, Cahiers de Géographie, vol. 33, 404 p.

Station de Raeren - 24/02/2003

Type de temps radiatif - effet d'advection locale

(réchauffement nocturne par brassage soudain de l'inversion de température)

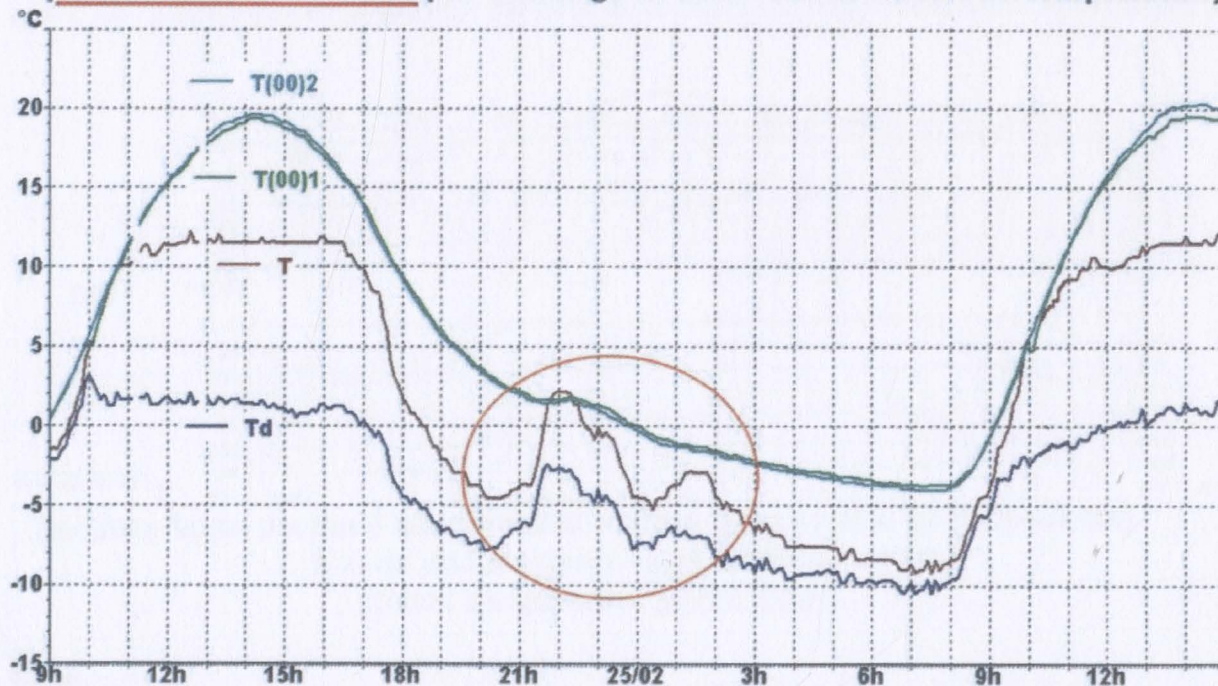


Figure 4 : Exemple d'advection locale par type de temps radiatif : T de l'air à 2 m (T et Td) et T de la surface de la chaussée [T(00)1 et T(00)2]

Station de Raeren - 24/02/2003  
 Type de temps radiatif - effet d'advection locale  
 (réchauffement nocturne par brassage soudain de l'inversion de température)

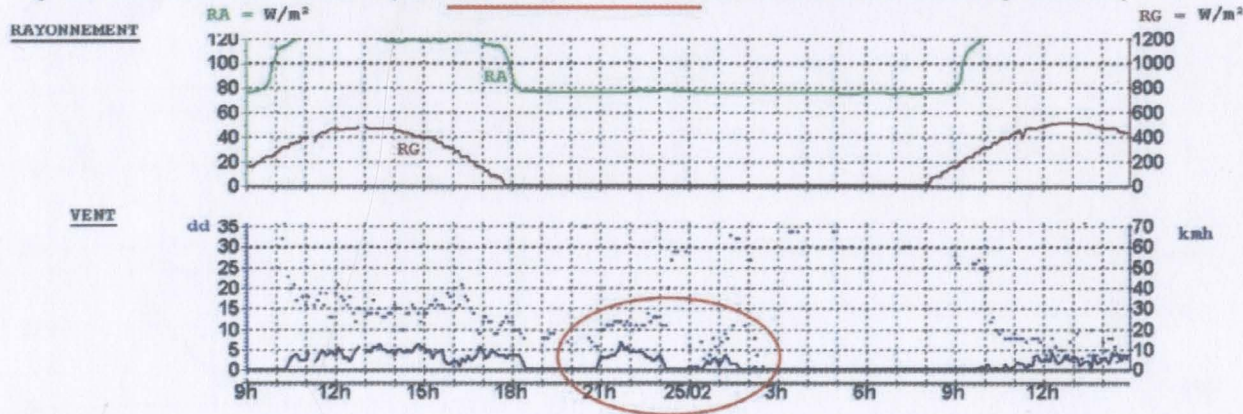


Figure 4bis : Exemple d'advection locale par type de temps radiatif [perte IR (RA), rayonnement global (RG), direction du vent (dd) et vitesse du vent (kmh)]



Station de Liège - 08/03/2003 au 15/03/2003  
Succession de temps couvert puis radiatif  
Advection froide synoptique

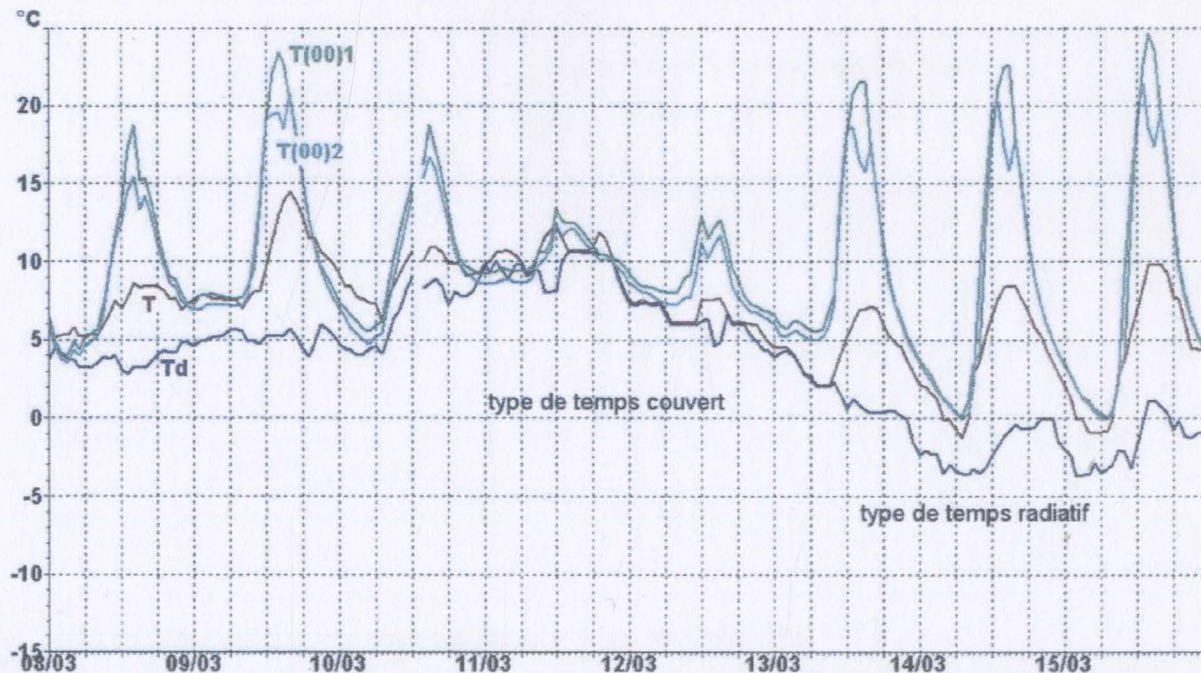


Figure 5 : Exemple de passage d'un type de temps couvert à un type de temps radiatif par advection synoptique froide (baisse continue de  $Td$  entre le 11 mars à midi et le 13 mars à midi)

**Station de Berloz - 12/03/2003 au 19/03/2003**  
**Succession de temps couvert advection, radiatif advection puis radiatif simple**  
**Advection froide synoptique**

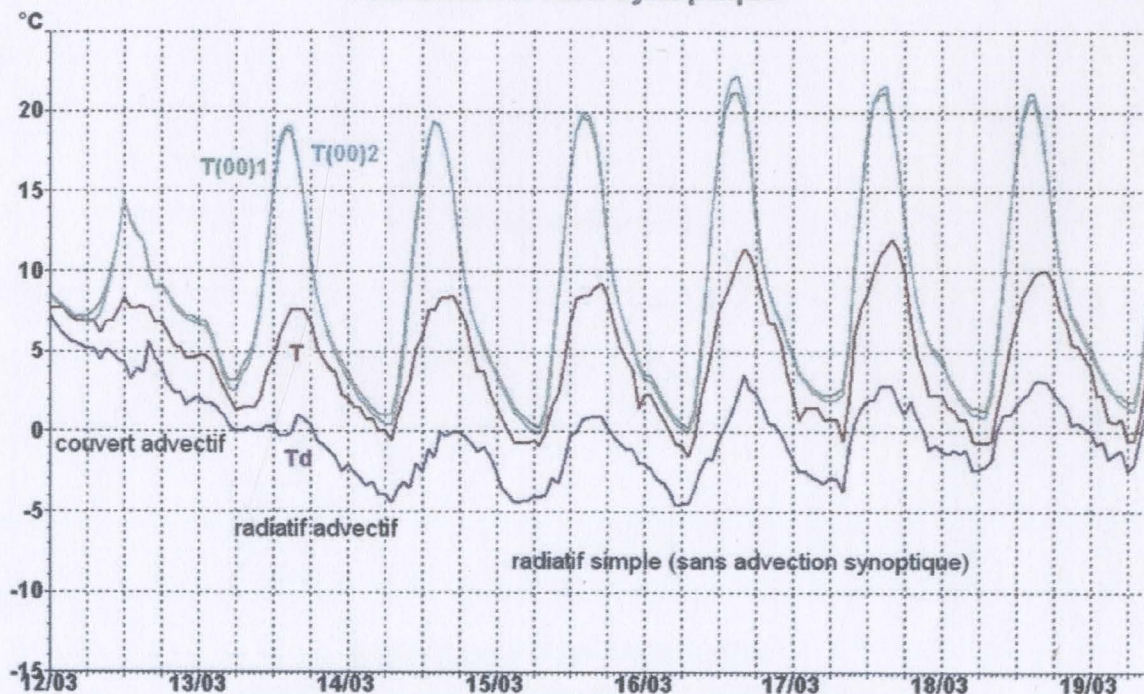


Figure 5bis : Exemple de passage d'un type de temps couvert advection à un type de temps radiatif (sans advection) par une journée à type de temps radiatif advection