

# THERMOGRAPHIE ROUTIERE DE LA REGION WALLONNE: METHODOLOGIE ET PRESENTATION DES RESULTATS, INTERET DE L'APPROCHE

**PH. FUNCKEN, M. ERPICUM, M. FREDERIC, G. MABILLE**

Laboratoire de Climatologie et de Topoclimatologie,  
Département de Géographie Physique, Université de Liège,  
*Sart-Tilman B, t B11, 4000 Liège, Belgique*

## **Résumé:**

Les premiers résultats de la thermographie routière hivernale nocturne de la Région Wallonne sont présentés dans cette communication. Ils ont été obtenus dans le cadre d'une convention financée par le Ministère de l'Équipement et des Transports dont le but était d'établir les variations de températures de la surface de la route sur l'ensemble du réseau routier de la Région Wallonne, selon différents types de temps. La méthodologie (collecte et traitement des données, présentation des résultats) fait l'objet d'une description détaillée.

## **Abstract:**

This paper presents the methodology and the first results of the road network thermal mapping of the Walloon Region. This project was financed by the Walloon Ministry of Equipment and Transportation. The aim of the study was to determine the nocturnal road temperature variations on the entire road network of the Walloon Region during different types of weather. The data gathering and processing methodology is described as well as the results presentation.

**Mots-clés:** Cartographie thermique, réseau routier, région Wallonne, empreinte thermique

**Key-words:** Thermal mapping, road network, Walloon region, thermal fingerprints.

---

## **Introduction**

Le Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports a confié, depuis 1992, au Laboratoire de Climatologie et de Topoclimatologie de l'Université de Liège, une étude thermique du réseau routier de la Région Wallonne. Cette étude a pour but d'établir des empreintes thermiques et des cartes thermiques du réseau routier.

Après trois années de travail, ces résultats sont d'ores et déjà utilisés dans un système de prévision des risques de conditions dangereuses pour les usagers de la route. Avec l'appui d'un réseau spécifique de stations météorologiques, le Ministère de l'Équipement et des Transports espère améliorer la sécurité des usagers de la route et l'efficacité du service d'hiver (salage, déneigement, ...). Le Laboratoire de Climatologie et de Topoclimatologie a effectué à ce jour plus de 15.000 km de mesures itinérantes de nuit lors des hivers 1992-93, 1993-94 et 1994-95.

## **1. Instrumentation utilisée**

Une fourgonnette, équipée d'une unité d'enregistrement automatique à laquelle sont reliés plusieurs appareils de mesures, a été spécialement affrétée pour la réalisation des campagnes de mesure. Les différents appareils et leurs caractéristiques techniques se trouvent ci-après:

- déclencheur magnétique: compteur des tours de roues du véhicule
- radio-pyromètre Heimann KT-85: mesure de la température de radiance de la surface de la route dans les longueurs d'onde de 9.6 à 11.5 (m, émissivité = 0.95)
- Pt100: mesures de la température de l'air à 0.2 m et 1.8 m
- sonde "SEBA": mesure de la température et de l'humidité relative de l'air à 1.8 m sous abri
- bilanmètre de rayonnement Lambrecht: mesure du bilan de rayonnement dans les longueurs d'ondes de 0.3 à 30 (m)
- sonde de pression Didcot: mesure des changements de pression en fonction du profil topographique de la route (précision 0.3 hPa)
- interrupteur: points de repères précis à inclure dans les données séquentielles

L'enregistreur a été programmé pour emmagasiner les données tous les quarts de secondes lorsque le véhicule est en mouvement. En roulant à une vitesse maximum de 90km/h, les données sont donc disponibles tous les 12.5 m au minimum.

## **2. Les empreintes thermiques**

Les données brutes de température de la route sont représentées graphiquement par tronçon de 24 km de trajet (fig 1).

La température moyenne de chaque tronçon de 24 km est calculée. Les températures observées sont représentées en écarts positifs ou négatifs par rapport à cette moyenne. Les graphiques se superposent depuis le dernier carrefour avec une autre route nationale. D'un graphique à l'autre la température moyenne change. Les comparaisons d'un graphique à l'autre doivent donc tenir compte de ce fait, ainsi que du refroidissement progressif de la température qui continue à se produire au cours de la nuit.

Les graphiques présentent en parallèle les informations récoltées lors du relevé routier:

- le profil topographique et les altitudes
- le numéro des routes nationales, bornes kilométriques, carrefours entre routes nationales
- les ouvrages d'art: pont, tunnels, viaducs
- les passages dans les zones habitées, les zones boisées (résineuses ou feuillues)
- les types de revêtements routiers: hydrocarbonés, bétons, pavés
- les éléments de localisation ponctuels: nom de lieu, église, ...

## **3. Les campagnes de mesure**

Par ciel clair, la courbe de refroidissement de la surface de la route correspond généralement à une courbe exponentielle. Le refroidissement est très rapide en première partie de nuit. Pendant la deuxième partie de la nuit, le refroidissement

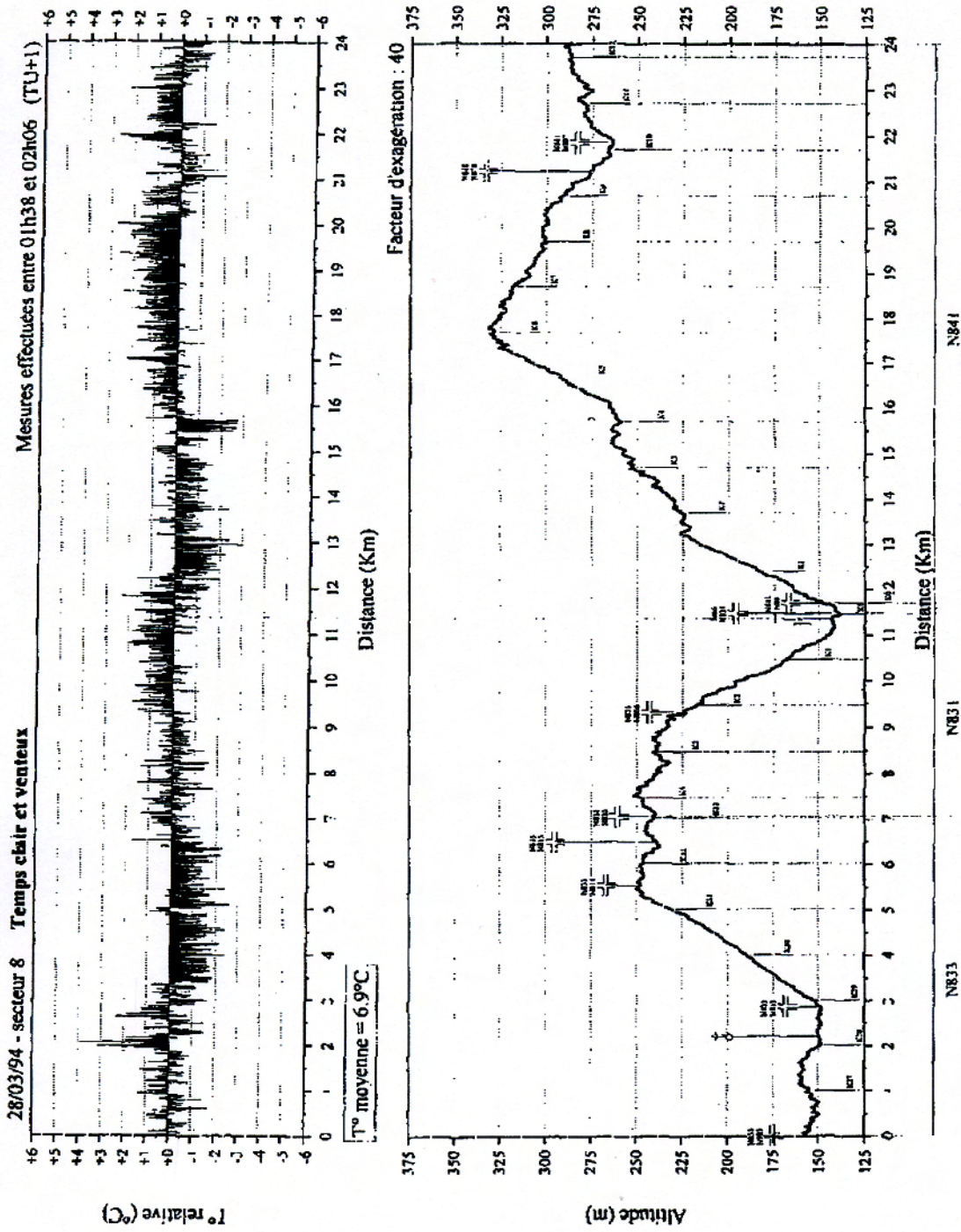


Figure 1: Exemple de la présentation d'une empreinte thermique

est souvent linéaire. De ce fait, les campagnes de mesures n'ont été entreprises qu'à partir de 01h00 (TU+1), lorsque les contrastes thermiques nocturnes de la route se sont suffisamment marqués. Les routes devant faire l'objet de mesures ont été regroupées en itinéraires prédéfinis de plus ou moins 300 km de long.

Les routes ont fait l'objet de mesures par quatre types de temps (fig 2):

- temps clair et calme: contrastes de température maximums,
- temps clair et venteux: contrastes de température intermédiaires,
- temps couvert et calme: contrastes de température intermédiaires,
- temps couvert et venteux: contrastes de température faibles, influence forte du gradient d'altitude.

Les campagnes de mesure par type de temps clair et calme ont été effectuées deux fois.

#### **4. Les cartes thermiques**

Les données de plusieurs itinéraires différents sont retranscrites sous forme d'une carte thermique. L'échelle choisie pour garder une résolution acceptable mais qui permet toutefois d'avoir une vue d'ensemble est le 1/50 000ème.

Pour l'établissement des cartes thermiques, les données ont subi deux types de traitement:

- compensation des refroidissements nocturnes:

Les données étant récoltées entre 01h00 TU+1 et le lever du soleil, les valeurs de température récoltées en début de nuit ne sont pas comparables à celles récoltées en fin de nuit. Par conséquent, les données sont compensées en fonction du refroidissement, voire du réchauffement qui s'est produit lors de chaque nuit. Pour établir le refroidissement (ou réchauffement) de la chaussée qui s'est produit lors de chaque nuit de campagne, des modules d'enregistrement de la température de surface ont été disposés à différents endroits répartis dans les régions étudiées. Ces appareils sont munis d'une sonde de température de contact vissée dans le revêtement hydrocarboné. En fonction des taux de refroidissements enregistrés grâce à ces sondes, les données sont corrigées afin d'approcher au mieux la température atteinte à 06h00 TU+1.

- compensation des différences de température d'une nuit à l'autre:

Les campagnes de mesures effectuées lors de nuits différentes, le long d'itinéraires différents, mais par même type de temps, doivent faire l'objet d'une seule carte thermique. Or, la température générale d'une nuit à l'autre est différente. Il est donc nécessaire d'estimer cette différence. Pour ce faire, des tronçons en commun ont été prévus entre des campagnes le long d'itinéraires différents. Ces tronçons communs connaissent habituellement les mêmes fluctuations de températures relatives lors des mêmes types de temps.

Lorsque les mesures de toutes les nuits que l'on veut représenter sur une même carte sont compensées, la moyenne de température générale est calculée. Les données de température sont représentées de part et d'autres de cette moyenne générale en classes de 1°C auxquelles on associe par convention une teinte.

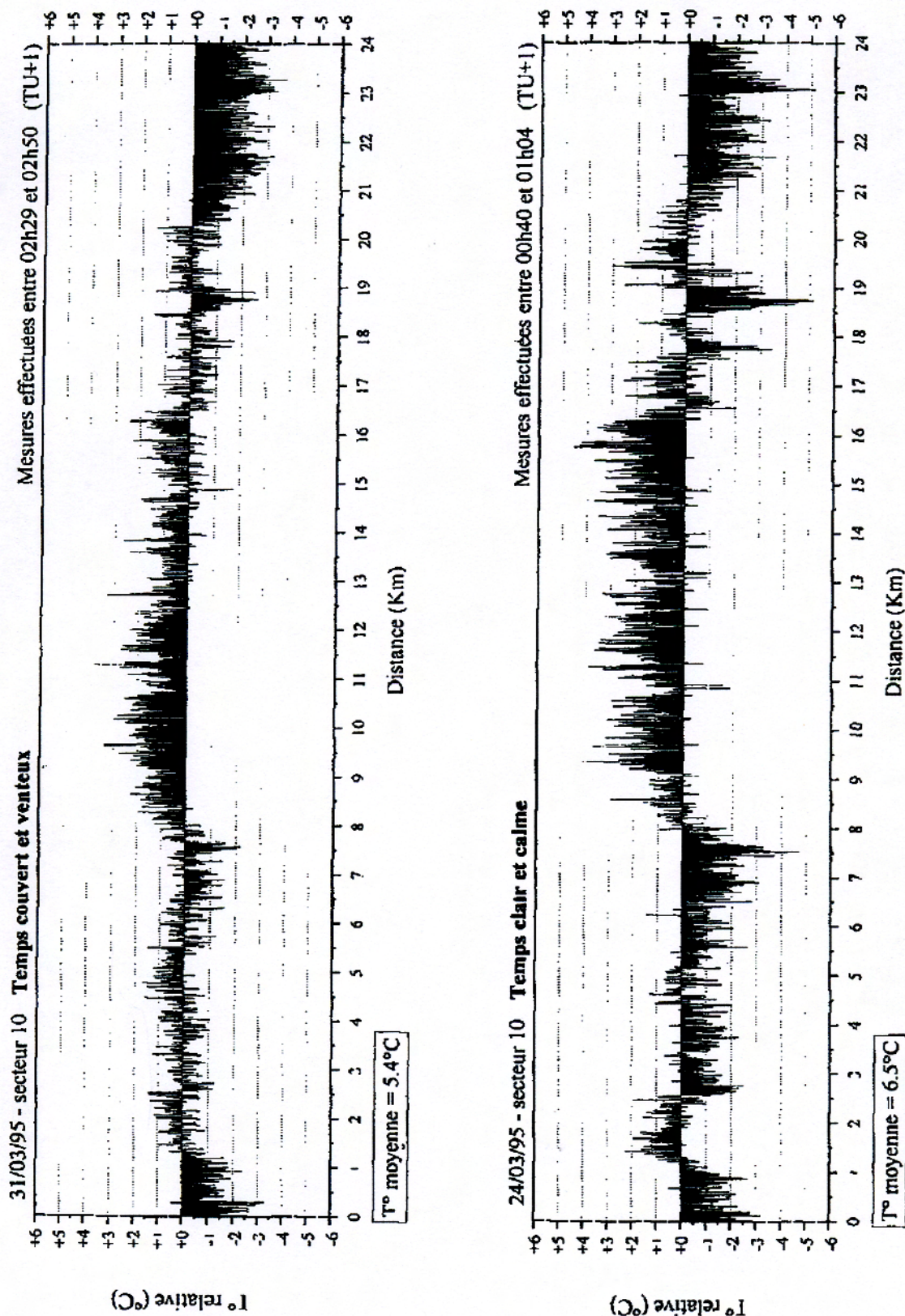


Figure 2: Empreinte thermique relevée sur la même portion de route lors de deux types de temps différents

## **5. Intérêt de l'approche topoclimatologique**

Le bilan thermique d'une portion de route lors d'une nuit d'hiver dépend de nombreux facteurs. Parmi ceux-ci, citons les plus importants:

- type de revêtement routier: béton, pavés, hydrocarbures, revêtement neuf, usagé, .
- conditions d'exposition à l'insolation durant le jour
- environnement urbain, rural ou forestier, proximité d'étendues d'eau
- apport de chaleur anthropique: environnement urbain, trafic, .
- conditions de dégagement favorisant les radiations infra-rouge
- facteurs topographiques: altitude, site de versant, de vallée, de plateau
- présence d'ouvrage de génie civil: ponts, tunnels, viaducs, route en inversion de relief, en tranchée
- conditions météorologiques des heures précédant la mesure

Tous ces facteurs entrent en ligne de compte pour l'établissement des caractéristiques thermiques de la route étudiée. Néanmoins dans certains cas, l'un ou l'autre de ces facteurs peut exercer une influence prédominante.

## **Conclusion**

Les avantages mis en évidence par l'approche topoclimatologique sont multiples et ont déjà fait l'objet de nombreuses publications récentes (Bogren et Gustavsson, 1991; Gustavsson, 1995; Thornes 1984). Beaucoup de recherches restent à accomplir et le topoclimatologue peut apporter son expérience lors de l'explication des caractéristiques thermiques d'une route. La base de données récoltée lors de ces trois années de campagnes de mesures doit être mise à profit pour la recherche de facteurs systématiques d'explications de certains comportements thermiques. L'étude de l'environnement de la route doit être approfondie pour mieux comprendre les caractéristiques des advections d'air à la surface de la chaussée.

## **Bibliographie**

- BOGREN J et GUSTAVSSON I, 1991: Nocturnal air and road surface temperature variations in complex terrain. *Int. J. Climatol.*, 11, 443-455.
- GUSTAVSSON I., 1995: A study of air and road-surface temperature variations during clear windy nights. *Int. J. Climat.*, 15, 919-932.
- PERRY A, SYMONS L et al, 1991: *Highway Meteorology* E & FN Spon, London
- THORNES J.E., 1984: *The prediction of ice-formation on motorways*, PhD Thesis, University of London.