



HAL
open science

Comparaison des températures observées sous couvert forestier et en espace ouverts dans le Jura

Daniel Joly

► **To cite this version:**

Daniel Joly. Comparaison des températures observées sous couvert forestier et en espace ouverts dans le Jura. 27ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC), Jul 2014, Dijon, France. pp.48-53. hal-01069927

HAL Id: hal-01069927

<https://hal.science/hal-01069927>

Submitted on 30 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMPARAISON DES TEMPÉRATURES OBSERVÉES SOUS COUVERT FORESTIER ET EN ESPACE OUVERT DANS LE JURA

JOLY D.

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS et Université de Franche-Comté, 32 rue Mégevand, 25030 Besançon, cedex [daniel.joly@univ-fcomte.fr]

Résumé – Deux réseaux de stations sont utilisés pour évaluer les différences entre la température sous couvert forestier et en espace ouvert. Les quatorze stations gérées par Météo France sur la montagne et les plateaux du Jura ont été appariées à une station disposée dans la forêt la plus proche. Les minima et maxima quotidiens enregistrés du 1^{er} mai 2011 au 31 octobre 2013 permettent de mesurer les écarts de température entre ces couples de stations. Sous couvert forestier, les minima sont plus doux et les maxima plus frais que dans les espaces ouverts. L'altitude est la variable qui structure le plus vigoureusement la variation spatiale des températures des deux milieux.

Mots-clés : température, forêt.

Abstract – *Comparison of temperature observed in forest and open space in the Jura.* A two networks are used to evaluate the differences between temperature in forest and open space. Each of the fourteen stations managed by Météo France are matched with a station located in the nearest forest. Minimum and maximum daily temperature recorded from May 1st, 2011 to October 31st, 2013 measure the differences between these pairs of stations. Under forest cover, minimum temperature is softer and fresher than in open spaces maximum. Altitude is the variable that most strongly structures the spatial variation of temperature of the two environments.

Keywords: temperature, forest.

Introduction

Le climat est d'ordinaire appréhendé grâce aux données observées dans des stations climatologiques localisées en secteur ouvert et dégagé. En revanche, bon nombre de types paysagers où pourtant sa connaissance pourrait présenter un grand intérêt sont peu documentés : la ville avec son îlot de chaleur est un exemple qui suscite depuis quelques années une attention croissante. Il en va de même du climat des forêts, sous la canopée (Renaud et Rebetez, 2009). Pour des raisons qui tiennent à quantité de domaines (faune, flore, exploitation forestière, activités touristiques, permanence de la neige, etc.), la variation spatiale de son climat mérite d'être étudiée en détail. Le climat au sein de la forêt évolue dans le temps et dans l'espace selon des modalités qui ont peu de choses à voir avec celles qui sont observées dans les sites ouverts (Chen *et al.*, 1993 ; Geiger *et al.*, 2003). Les composantes du bilan radiatif sont très particulières en ce sens où le rayonnement solaire direct (Carlson and Groot, 1997) est très réduit, masqué par la végétation (Porte *et al.*, 2004). La vitesse du vent est amoindrie (Grimmond *et al.*, 2000), tandis que les précipitations sont restreintes, une bonne partie de ce qui est capté par les arbres retournant dans l'atmosphère avant d'avoir atteint le sol (Lee, 1978). La température est également impactée par la biomasse qui minimise les maxima et relève les minima quotidiens (Geiger *et al.*, 2003 ; Grimmond *et al.*, 2000 ; Porte *et al.*, 2004 ; Potter *et al.*, 2001).

La plupart des études sur cette question portent sur la comparaison de un ou plusieurs éléments du climat observés en quelques stations. Les travaux de Renaud (2010) et Renaud et Rebetez (2009 ; 2011), qui s'appuient sur les relevés effectués en quatorze sites distribués en Suisse, sont plus complets. L'étude qui est présentée ici s'inscrit dans cette démarche. Il s'agit d'analyser, de manière systématique, les écarts entre la température observée sous couvert forestier et hors forêt (Météo France) à partir d'un réseau distribué sur un espace d'échelle régionale (les plateaux et la montagne du Jura). Le réseau, comportant quatorze sites, est structuré par les postes Météo France disponibles dans ou à proximité du PNR-HJ, au voisinage desquels des capteurs sous forêt ont été installés.

1. Aire d'étude, données et méthode

L'aire d'étude est centrée sur le Parc naturel régional du Haut-Jura (PNR-HJ) et s'étend jusque sur le premier plateau du Jura. Les altitudes, qui s'élèvent par pallier, sont comprises entre 250 m (partie aval des vallées) et 1 720 m (Crêt de la Neige). De profondes vallées s'immiscent à l'intérieur des plateaux et de la montagne (l'Ain, la Valserine, la Bienne). La forêt présente un taux de recouvrement supérieur à 60 %. Les essences se répartissent plus en fonction de la topographie que de l'altitude : les vals défrichés s'opposent aux monts boisés. Elle est composée des associations typiques de la France de l'Est avec trois étages principaux : l'étage collinéen jusqu'à 600 m (chênaie-hêtraie-charmaie), l'étage montagnard inférieur sur le second plateau (hêtraie-sapinière) et l'étage montagnard à partir de 900 m où les résineux dominent (sapin, épicéa).

1.1. Données de température

Du réseau de Météo France (MF) ont été extraits les minima et les maxima journaliers enregistrés en quatorze stations situées dans ou à proximité du PNR-HJ. La température sous couvert forestier (SCF) a été mesurée toutes les 6 mn grâce à quinze capteurs de type HOBO PRO V2, installés à l'intérieur de boîtiers protecteurs, accrochés sur le côté nord des arbres, en vis-à-vis des postes de Météo France (Fig. 1). La chronique utilisée ici s'étale entre le 1^{er} mai 2011 et le 31 octobre 2013. Le minimum et le maximum journalier ont été extraits de la base de données qui présente des données manquantes pour seulement deux appareils vandalisés puis réinstallés quelques mois plus tard.

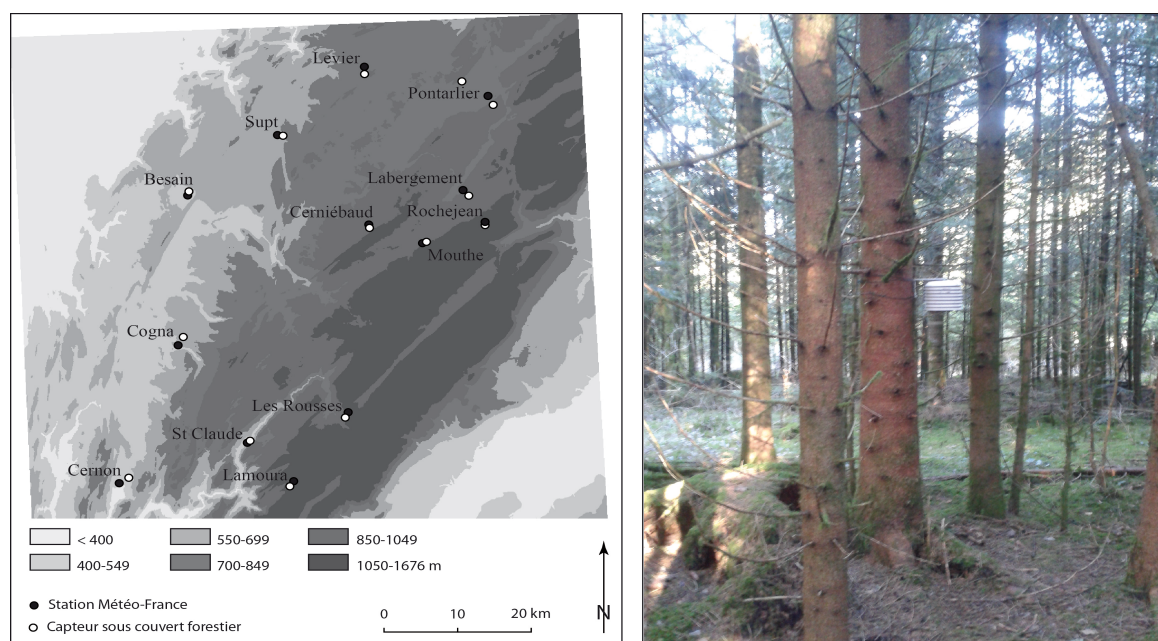


Figure 1 : Localisation des stations et photographie du capteur de Labergement

Un appariement entre les données issues des stations de Météo France et des stations sous couvert forestier a été effectué pour que la comparaison porte exactement sur les mêmes jours. En moyenne, l'écart en Z entre chaque couple de station s'établit à 25 m et la distance entre les deux stations homologues est de 1,3 km.

1.2. MNT

Du modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN à 50 m de résolution on dérive six nouvelles variables (Joly *et al.*, 2012) : la pente, le sinus et le cosinus des versants ; l'ampleur des reliefs positifs qui apparaissent dans le paysage sous la forme de crêtes et de monts

(AmplB) et des vallées (AmplC) ; le rayonnement global théorique qui est calculé pour l'équinoxe en tenant compte des masques topographiques jusqu'à cinq kilomètres autour de chaque point. La colinéarité entre chacune de ces variables est globalement faible. Un seul couple de variables (rayonnement global et cosinus des versants) est affecté d'un $r > 0,5$. La variable cosinus n'a pas, pour cette raison, été retenue dans cette étude.

1.3. Méthode

Des calculs de moyenne et de différence permettront d'abord de mesurer les écarts entre les températures observées dans les deux milieux. Ensuite, des régressions linéaires simples fourniront des éléments concernant la structure des variations spatiales des températures. Pour ce faire, ces dernières seront considérées comme les variables expliquées. Les six indicateurs dérivés du MNT seront considérés comme variables explicatives. Les calculs seront successivement appliqués aux 782 jours de mesures sous couvert forestier et dans les espaces ouverts. Au total, 8 904 (742 x 2 jours x 6 variables topographiques) régressions ont été effectuées. Seules les valeurs des coefficients de corrélation supérieures à 0,5 seront retenues pour être comptabilisées.

2. Résultats

2.1. Températures dans le val d'Arlier

Pour comparer les températures minimales et maximales quotidiennes, nous nous appuyerons sur la station MF de Pontarlier et sur deux stations SCF distantes de 2 et 4 km, l'une en adret du val (hêtraie sapinière), l'autre en ubac (sapinière). L'écart d'altitude entre elles ne dépasse pas 50 m. À titre d'exemple, nous proposons les températures de juillet.

2.1.1. Les 31 minima et maxima quotidiens de juillet 2011

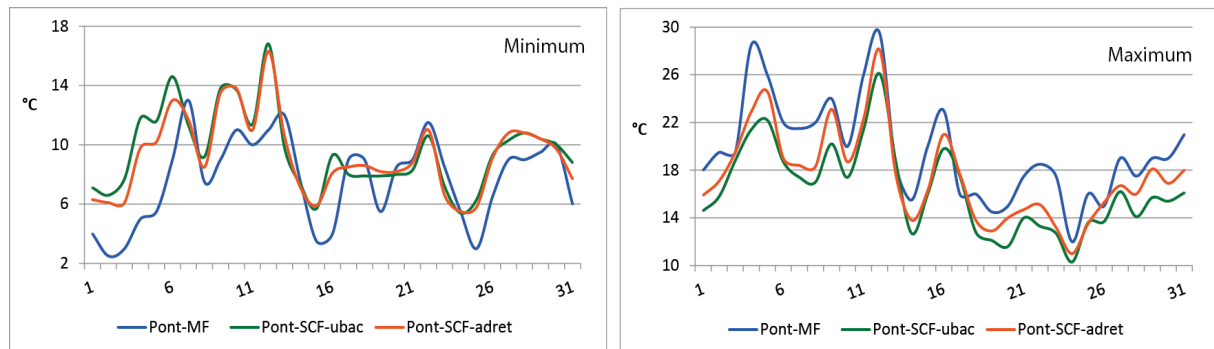


Figure 2 : Températures minimales et maximales de juillet 2011 à Pontarlier-MF et aux deux stations SCF qui l'encadrent de part et d'autre du val d'Arlier

La figure 2 montre que les minimales SCF présentent une valeur supérieure de 3 à 4°C à celle des espaces ouverts au cours de journées ensoleillées (ex. du 1^{er} au 6). En revanche, les écarts sont faibles (1 à 2°C) les jours avec forte nébulosité accompagnée de pluie (ex. du 17 au 24). En moyenne, l'écart entre la station SCF ubac et la station SCF adret d'une part et Pontarlier-MF d'autre part est de respectivement 1.9 et 1.6°C. Les maximales SCF sont assez bien synchronisées avec la station MF. Les températures maximales sous couvert forestier sont plus faibles (-3,2° et -2°C pour l'ubac et l'adret) qu'en espace ouvert. L'amplitude moyenne journalière, de 11.9°C en espace ouvert, chute à 8.3° et 6.8°C en adret et ubac.

2.1.2. Les 93 minima et maxima quotidiens de juillet (2011-2012-2013)

La figure 3 montre que la relation entre les minimales des deux stations n'est pas de bonne qualité ($r^2 = 0,28$). Avec les températures maximales, il en va tout autrement : le r^2 plus élevé (0,76) indique que les deux séries varient de manière analogue.

La pente de la droite d'ajustement indique que, pour 1° de variation à Pontarlier-MF, la température minimale ne varie que de 0,5°C sous couvert forestier. La forêt freine l'ampleur des variations de la température d'un jour à l'autre. Les maxima sous couvert forestier varient au rythme de 0,8°C pour 1° en espace ouvert. La turbulence induite par le vent plus fort le jour que la nuit explique cette différence.

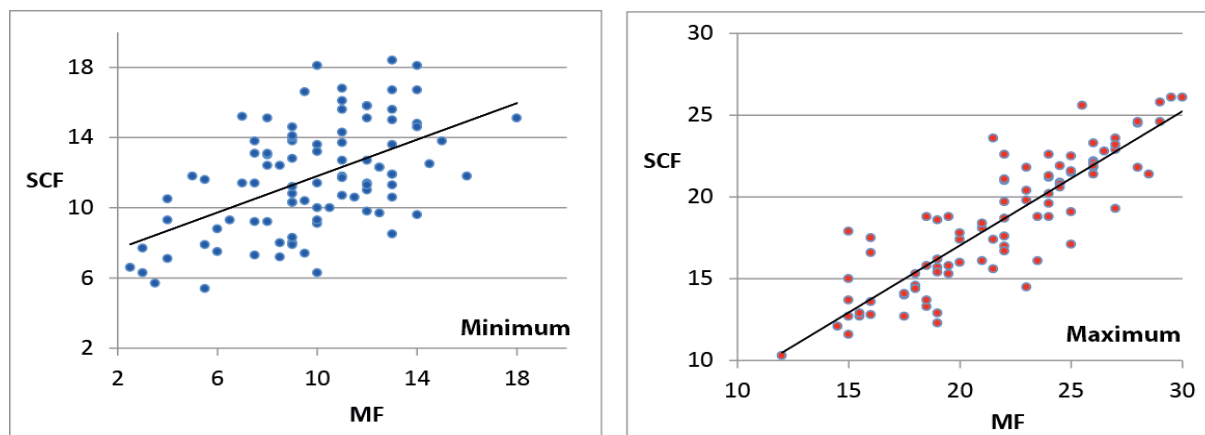


Figure 3 : Graphes des températures minimales et maximales de juillet 2011, 2012 et 2013 à Pontarlier-MF et Pontarlier SCF-ubac

2.2. Écarts mensuels moyens entre espaces ouverts et sous forêt

Les écarts moyens mensuels entre espaces ouverts et boisés sont calculés en intégrant les quinze couples de stations. Concernant les minima, aucune variation nette ne se dessine (Fig. 4). Les écarts restent stables tout au long de l'année, proches de +1°C avec de petites fluctuations de 0,5°C entre février et mars qui peuvent être expliquées par le faible nombre d'observations cumulées au cours des mois en question. Une tendance se dessine avec les écarts des maxima qui opposent l'hiver et le printemps où les écarts sont assez faibles (-1 à -2°C sous forêt) et à l'été où ils sont proches de -3°C. L'évapotranspiration peut expliquer cette variation. Faible ou nulle l'hiver, son pouvoir réfrigérant est très réduit. En revanche, en été, elle est maximale, ce qui contribue à rafraîchir les températures au sein de la forêt.

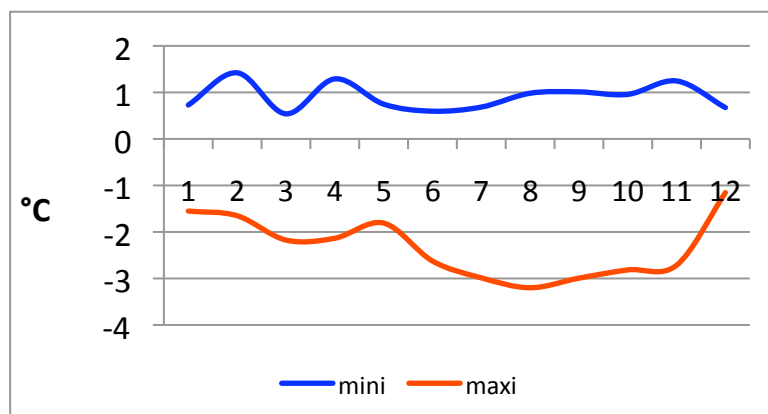


Figure 4 : Écart moyen des températures entre les espaces ouverts et les espaces sous couvert forestier ; minimales et maximales mensuelles

2.3. Structure spatiale

L'altitude est la variable qui structure le plus la variation spatiale des températures tant minimales que maximales (Fig. 5). Cette variable explique les maximales ($r > 0,5$ dans 88 et 95 % des cas pour SCF et MF) un peu plus souvent que les minimales (67 et 70 %). La profondeur des vallées à l'intérieur desquelles sont localisées les stations arrive ensuite, mais loin derrière l'altitude et beaucoup plus souvent pour les maximales sous couvert forestier (28 %) que les maximales en espace ouvert (12 %) ou les minimales SCF (8 %). Les minimales en espace ouvert ne sont quasi jamais influencées par cette variable. L'ampleur des bosses explique significativement seulement 6 et 4 % des maximales et des minimales MF. Le rayonnement global influence d'abord les minimales en secteur ouvert (20 %) ; le sinus des versants agit surtout sur les maximales sous couvert forestier (10 %).

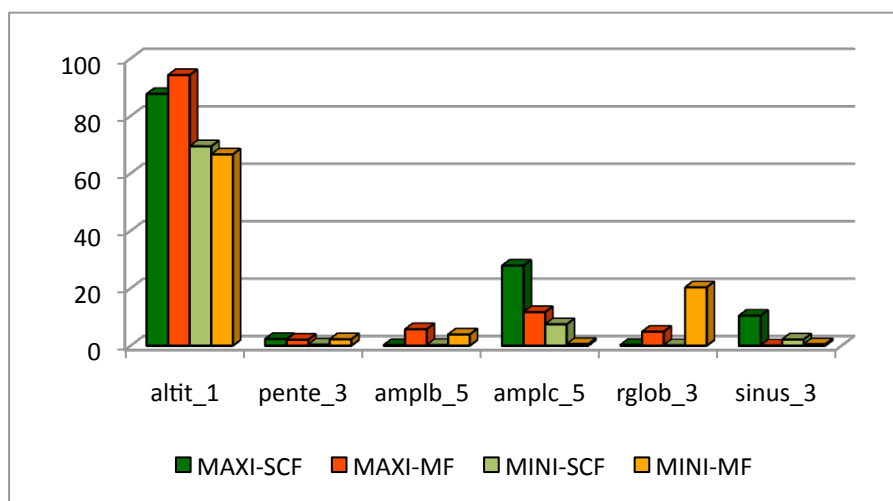


Figure 5 : Fréquence des $r > 0,5$ entre températures minimales ou maximales relevées sous couvert forestier et en espace ouvert, et les six variables topographiques explicatives

Conclusion

Précisons d'emblée que les statistiques portant sur les données quotidiennes et surtout mensuelles sont fragiles du fait que la série d'observation est courte (deux ans et demi) et qu'elle porte, dans le meilleur des cas, sur trois mois au maximum (mais un seul en février et mars [2013]).

L'amplitude journalière de juillet 2011 est plus faible sous couvert forestier qu'en espace ouvert suite à des températures minimales plus élevées (de 1°C environ) et les températures maximales plus basses (de 2 à 3°C). Ces valeurs sont confirmées par l'écart mensuel moyen des températures entre les deux milieux. Un autre développement a montré que, statistiquement, les minima sous couvert forestier sont assez indépendants de ceux de la station de Météo France tandis que les maxima y sont beaucoup liés. À côté de ces différences, la structure de la variation spatiale des températures est analogue d'un milieu à l'autre. L'altitude ressort très fréquemment comme la variable structurante de la température. La pente des versants et l'ampleur des reliefs positifs jouent un rôle négligeable.

Quand la base de données sera plus étoffée, on envisagera la différenciation des résultats selon le type de forêt, la situation topographique ou les trois étages du Jura.

Remerciements

À Météo France pour la gratuite des données ; au Parc naturel régional du Haut-Jura qui, dans le cadre du programme LEADER « Haut-Jura : l'énergie du territoire », a financé

l'acquisition et la mise en place des capteurs, puis l'acquisition des données sous couvert forestier ; aux maires des communes et aux propriétaires privés qui nous ont permis d'installer les capteurs dans la parcelle de forêt qu'ils possèdent.

Références bibliographiques

- Grimmond C.S.B., Robeson S.M. and Schoof J.T., 2000: Spatial variability of micro-climatic conditions within a mid-latitude deciduous forest. *Climate Research*, **15(2)**, 137-149.
- Lee R., 1978: *Forest microclimatology*. Columbia University Press, New York, 276 p.
- Chen J.Q. *et al.*, 1999: Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology - Variations in local climate can be used to monitor and compare the effects of different management regimes. *Bioscience*, **49(4)**, 288-297.
- Geiger R., Aron R.H. and Todhnter P., 2003: *The climate near the ground*. Rowman & Littlefield Publishers, Inc, Lanham, Maryland, 584 p.
- Joly D., Bois B., Zaksek K., 2012: Rank-ordering of topographic variables correlated with temperature. *Atmospheric and Climate Science*, **2(2)**, 139-147, DOI: 10.4236/acs.2012.22015DOI.
- Potter B.E., Teclaw R.M. and Zasada J.C., 2001: The impact of forest structure on near-ground temperatures during two years of contrasting temperature extremes. *Agricultural and Forest Meteorology*, **106(4)**, 331-336.
- Renaud V., 2010 : *Comparaison des caractéristiques climatiques sous couvert forestier et hors couvert ; potentiel bioclimatique de la forêt pour le bien-être humain*. Thèse n°4795, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 105 p.
- Renaud V. and Rebetez M., 2009: Comparison between open-site and below-canopy climatic conditions in Switzerland during the exceptionally hot summer of 2003. *Agricultural and Forest Meteorology*, **149(5)**, 873-880.
- Renaud V. and Rebetez M., 2011: Comparison between open-site and below-canopy climatic conditions in Switzerland for different types of forest during 10 years (1998-2007). *Theor. Appl. Climatology*, **105**, 119-127.