

UN « PETIT AIR » DE MÉDITERRANÉE AU CŒUR DE LA NORMANDIE. RÉFLEXIONS SUR LE RÔLE DES FACTEURS GÉOGRAPHIQUES EN CLIMATOLOGIE D'ÉCHELLE FINE

O. CANTAT¹, L. BRUNET², P.O. COCHARD³

Géophen, LETG umr 6554 CNRS, Université de Caen, 14032 Caen ; cantat@geo.unicaen.fr

² W Environnement Vôte, 71 bis av. Gustave Flaubert, 76000 Rouen

³ Institut d'écologie appliquée, 184 route de Sandillon, 45650 St-Jean-le-Blanc

Résumé

L'objet de cet article est de voir la diversité réelle des conditions climatiques à échelle fine dans un espace supposé homogène à moyenne échelle. Cette connaissance permet d'expliquer, en partie, la présence locale en Normandie d'espèces aux affinités méditerranéennes et par conséquent totalement inattendues en climat océanique « tempéré ». La pente, l'exposition et la nature des sols sont des facteurs clés, agissant en interrelation, à l'origine de topoclimats et microclimats suffisamment différents des conditions régionales pour expliquer le maintien de ces espèces ayant des exigences climatiques que la région ne semblait pas *a priori* pouvoir satisfaire.

Abstract

The aim of this paper is to know the real climatic diversity at fine scale and its biogeographical effects. In spite of a cool and moist climate, some rocky escarpments of Normandy present animals and plants which have thermophilous and even sub-mediterranean affinities. These bio-indicators materialize very peculiar biotopes. The originality of these floristic and faunic suite is explained by local factors (topography, exposition, soil, vegetation) which make up for regional climatic condition and which offer an unexpected biogeographic refuge to these species.

Mots-clés : Suisse normande, escarpements rocheux, topoclimatologie, thermoxérophile.

Key-words : Suisse normande, rocky escarpments, topoclimatology, thermoxerophilous.

Introduction

Au nord-ouest de la France, la Normandie présente un climat océanique caractérisé par la succession rapide de types de temps contrastés mais où dominant globalement humidité, fraîcheur et vent (Escourrou, 1978). A l'intérieur de cet ensemble, la situation géographique entraîne un découpage du climat en plusieurs variantes marquées par la dégradation des conditions océaniques du nord-ouest vers le sud-est (Trzpit, 1970). A une échelle plus fine encore, les effets de site imposent parfois des conditions climatiques fort différentes des grands traits régionaux, non perceptibles par le réseau de Météo-France, mais décelables grâce à l'observation de certains bio-indicateurs (Brunet, 1998).

1. La problématique biogéographique et climatique

Dans les atlas, la limite de répartition des espèces végétales se présente comme un trait délimitant une aire dont les caractères climatiques sont globalement en accord avec les principales exigences en eau et énergie de la plante considérée. Sur le terrain, l'observation met cependant en évidence de nombreuses irrégularités par rapport à ces tracés d'ensemble : l'aire occupée par les espèces se fait ainsi souvent sur ses limites « *comme des éclaboussures qui jaillissent quelquefois assez loin* » (Lataste, 1877). Ces « éclaboussures », difficiles à cartographier en raison de leur étendue limitée et

de leur morcellement, constituent parfois de véritables « casse-tête » pour le biogéographe tant leurs présences supposent des ambiances climatiques locales éloignées des conditions moyennes régionales (Cantat, Cochard, 1998).

Ainsi, quand on se réfère aux postes climatiques les plus proches, les données ne sont pas toujours en adéquation avec l'observation des faits biogéographiques. Certes, les données collectées par Météo-France permettent d'apprécier assez finement la diversité climatique mais elles ne peuvent pas « tout » voir (Cantat, Brunet, 2001). La variété des cortèges floristique et faunique peut traduire alors l'existence de topoclimats et de microclimats contrastés. Des mesures expérimentales *in situ* permettent ensuite de quantifier l'originalité climatique de ces espaces marginaux et de comprendre les « mécanismes d'influence des facteurs locaux [...] sur les différents processus et phénomènes météorologiques » (Pasynski, 1980).

2. Les caractères biogéographiques très singuliers de la « Suisse normande »

Dans ce secteur au nord du Bocage normand (Figure 1), la multiplicité des combinaisons naturelles (altitude, exposition, pente, nature des sols...) est à l'origine d'une grande biodiversité (Provost, 1993), en relation avec un climat où l'échelle locale prend souvent le pas sur l'échelle régionale.

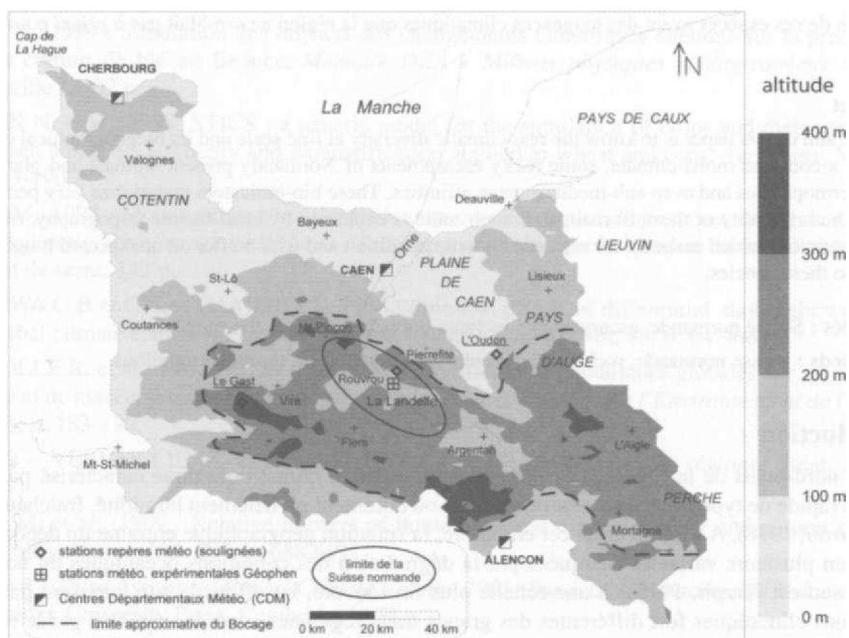


Figure 1 : Cadre géographique et repères du réseau climatologique bas-normand.

Dans les conditions les plus sévères (pluviosité, fraîcheur, vent...), on peut observer des espèces révélatrices d'ambiances type basse montagne, comme la *Decticelle des alpages* au Mont-Pinçon (Livory, 1998). Les hautes terres très représentatives de la Suisse Normande contrastent ainsi fortement avec la relative précocité végétative observée le long des cours d'eau. Dans ces parties basses qui « échappent » au réseau officiel de mesures, certains escarpements sont même occupés par des espèces très surprenantes en regard du climat normand. Ainsi, le long du versant sud de l'escarpement

de Rouvrou (Figure 2), un inventaire phyto géographique a mis en évidence quatre ensembles distincts aux préférences écologiques contrastées : l'opposition est particulièrement nette entre le bord de rivière, milieu humide et frais (43% d'hygrophiles) et la lande à bruyères sèches de l'escarpement (63% de xérophiles). Là, apparaissent en majorité des plantes thermoxérophiles (*Genévrier*, *Spergule printanière*, *Epervière de Lepeletier...*), voire méditerranéennes au sens large (*Catapode des rochers...*). La présence d'espèces animales telles que le *Lézard vert* ou le *Criquet de Barbarie* confirme l'originalité de ce biotope (Cochard, 1997).

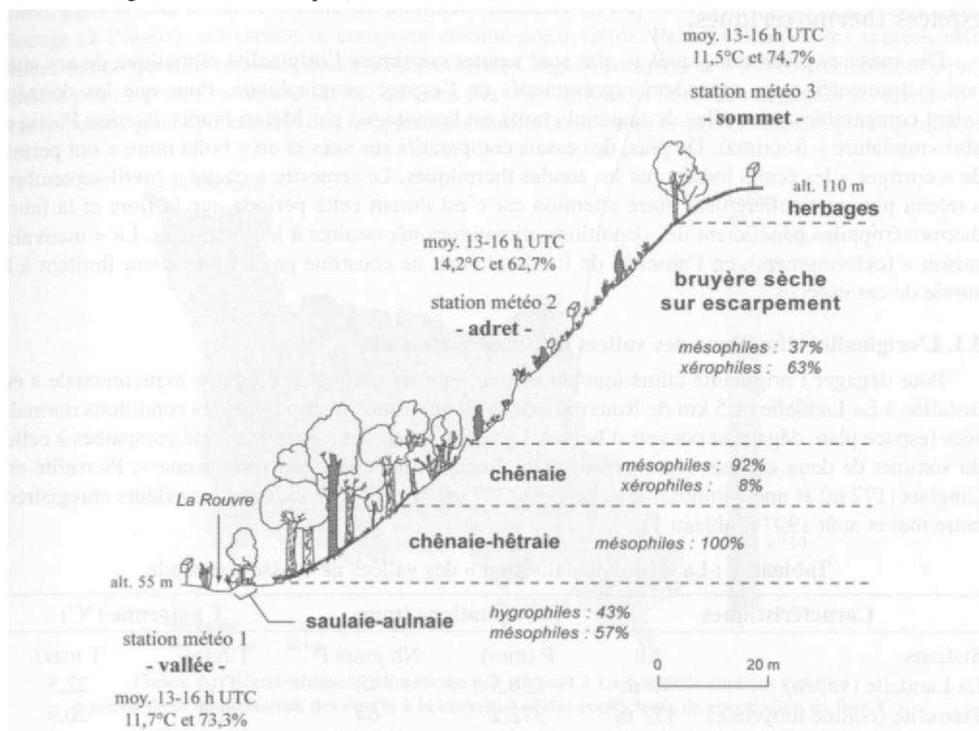


Figure 2 : Profil de la végétation le long de l'escarpement de Rouvrou (types de formations végétales et spectres de préférences écologiques) et exemple de température-hygrométrie par un après-midi ensoleillé de printemps.

Ce « refuge » biogéographique trouve son origine dans la présence d'un secteur bénéficiant d'une légère continentalisation des conditions atmosphériques et, à échelle locale, d'une « méridionalisation » du biotope :

- la continentalisation est liée à un double effet d'abri d'échelle sub-régionale (sous le vent des collines de Normandie) et locale (position de vallée), occasionnant moins d'humidité, moins de précipitations et surtout plus de soleil et de chaleur dans la journée. Mais ces « meilleures » conditions atmosphériques propres aux vallées enclavées de Suisse normande ne sont pas suffisantes pour répondre aux exigences thermiques et xériques des espèces thermoxérophiles, sans quoi on observerait une répartition plus large de ces populations dont la présence reste ici très localisée et morcelée ;

- la « méridionalisation » du biotope s'opère à l'échelle locale, grâce aux particularités du dispositif pédo-topographique : l'exposition sud, la pente forte, les sols maigres et sombres amplifient l'assèchement et la surchauffe diurne de l'interface sol-air, offrant dès lors un « cadre de vie » acceptable pour ces espèces nettement en dehors de leur aire principale de répartition.

Sous la dépendance des processus d'échelle synoptique (types de temps), le « climat vécu » sur ces escarpements s'explique donc par l'emboîtement et la combinaison des échelles régionales (dégradation du climat océanique propre au Bocage), subrégionale (effet de vallée) et locale (rôle du dispositif pédo-topographique) permettant temporairement l'établissement de topoclimats et de microclimats très singuliers.

3. La mesure expérimentale : pour une caractérisation climatique objective des espaces thermoxériques.

Des mesures météorologiques *in situ* sont venues confirmer l'originalité climatique de ces sites non instrumentés mais cependant représentatifs de l'espace géographique. Pour que les données soient comparables entre elles, le matériel choisi est homologué par Météo-France (station Pulsia et abri « miniature » Socrima). De plus, des essais comparatifs sur sites et en « boîte noire » ont permis de « corriger » les écarts induits par les sondes thermiques. Le semestre « chaud » (avril-septembre) a retenu plus particulièrement notre attention car c'est durant cette période que la flore et la faune thermoxérophiles bénéficient des conditions climatiques nécessaires à leur maintien. La « mauvaise saison » (octobre-mars), en l'absence de froid extrême, ne constitue pas ici un facteur limitant à la survie de ces espèces.

3.1. L'originalité climatique des vallées de Suisse normande

Pour dégager l'originalité climatique du secteur, une station météorologique expérimentale a été installée à La Landelle (1,5 km de Rouvrou), dans un environnement proche des conditions normalisées (espace plan, dégagé et couvert d'herbe). Les données de cette station ont été comparées à celles du sommet de deux collines représentatives du Bocage normand : une « moyenne », Pierrefite-enCinglais (177 m) et une « imposante », Le Gast (337 m). Voici à titre indicatif les valeurs enregistrées entre mai et août 1997 (Tableau 1) :

Tableau 1 : La « continentalisation » des vallées de Suisse normande

Caractéristiques	Précipitations (mm)			T moyenne (°C)	
	Alt.	P(mm)	Nb jours P	T mini	T maxi
Stations					
La Landelle (vallée)	75 m	258,5	48	11,0	22,5
Pierrefite (colline moyenne)	177 m	372,2	64	11,3	20,9
Le Gast (grosse colline)	337 m	426,8	77	11,2	19,1
Ecart Landelle / Pierrefite		-30,5%	-25%	-0,3	+ 1,6
Ecart Landelle / Le Gast		-39,4%	-37,7%	-0,2	+3,4

Avec un déficit pluviométrique de 30 à 40% et un excédent thermique diurne de 1 à 3°C (soit plus du double du gradient vertical « normal »), les vallées présentent indéniablement des caractères plus favorables aux espèces thermoxérophiles. L'inversion thermique moyenne visible sur les températures minimales est également « classique » pour ce genre de configuration topographique mais sans effet majeur sur l'organisation de la vie.

3.2. La détermination de la station de référence

Pour asseoir plus solidement nos conclusions sur les conséquences du climat sur le milieu, nous avons déterminé la station « officielle » la plus représentative de notre secteur d'études (Cantat, Brunet, 2001). La ressemblance de comportement pluviométrique et thermique s'appuie sur une classification de 9 mois consécutifs d'enregistrement en 1997, selon une double approche :

- par les « moyennes », pour cadrer globalement le comportement climatique de La Landelle comparativement aux stations officielles de Basse-Normandie.

- par les « coefficients de corrélation », pour mettre en évidence les analogies d'évolution journalière entre La Landelle et les stations du réseau.

La combinaison de ces deux techniques et des deux paramètres climatiques propose un classement objectif des stations de Météo-France par rapport à La Landelle, « noté » sur 20 (Figure 3). La carte fait ressortir l'existence, pour La Landelle, d'une forte « ressemblance » avec le secteur de L'Oudon, une trentaine de kilomètres au nord-est, en dehors de la Suisse Normande et des limites du Bocage. Les similitudes de contexte géographique en sont la cause : située à l'extrémité sud-est de la Plaine de Caen, dans un site « coincé » entre les premières hauteurs du Pays d'Auge (à l'est) et les collines du Bocage (à l'ouest), cet espace se comporte comme notre vallée. Paradoxalement, les stations officielles beaucoup plus proches, comme Pierrefite-en-Cinglais (seulement 3 kilomètres au nord), présentent peu de points communs du fait de leurs sites fort différents (hauteurs dégagées favorisant des précipitations plus abondantes, des températures moins contrastées et une nébulosité plus marquée).

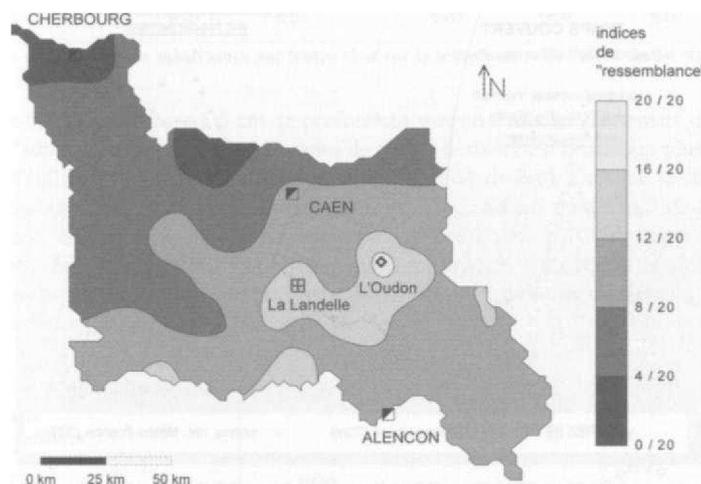


Figure 3 : "Ressemblance" climatique par rapport à La Landelle (indices calculés à partir de la combinaison des écarts à la moyenne et des coefficients de corrélation de P et T°).

4. Les mesures sur l'escarpement de Rouvrou

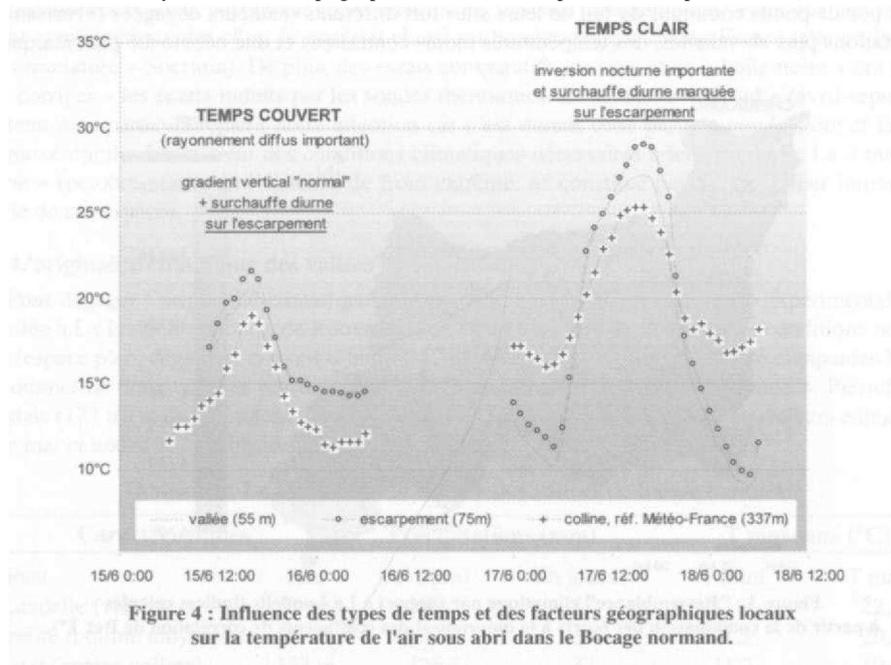
Enfin, des campagnes de mesures expérimentales effectuées le long des escarpements rocheux entre 1995 et 2002 ont exprimé concrètement l'assèchement et la surchauffe à l'interface sol-air, conditions *sine qua non* au maintien d'espèces thermoxérophiles dans notre région.

- l'analyse du facteur « eau » : les précipitations peu abondantes du secteur de La Landelle ne sont pas encore plus indigentes sur l'escarpement de Rouvrou. L'origine atmosphérique de la xéricité de certains biotopes est donc renforcée par d'autres éléments. La prise en compte des caractères géologiques, topographiques et édaphiques fournit une explication à l'assèchement local de l'interface air-sol : la présence de roches imperméables, de sols maigres et de la forte pente limite l'infiltration et favorise l'évacuation rapide des eaux de pluie vers le bas du versant. Il s'agit donc plus d'une sécheresse pédologique qu'atmosphérique. Cependant, la faible quantité d'eau à évaporer contribue à un échauffement plus rapide et plus fort de l'escarpement, ce qui accroît son assèchement (voir valeurs hygrométriques sur la figure 2). Il s'agit en quelque sorte d'une rétroaction positive dans le système formé par le sol, l'air et le climat.

- l'analyse du facteur « énergie » durant le semestre chaud : durant cette période, la plus grande fréquence des temps clairs et calmes est particulièrement propice à l'expression des

facteurs géographiques locaux sur les températures. Quelques exemples représentatifs illustreront notre propos.

Pour la température de l'air sous abri, l'adret se singularise par une « surchauffe » notable en milieu d'après-midi, l'écart dépassant couramment 2°C avec le fond de vallée (Figure 4). Le fond de vallée étant lui-même plus chaud de 1 à 3° que les collines environnantes (voir tableau 1). Par temps couvert, la « surchauffe » est moins marquée mais elle apparaît néanmoins grâce à l'absorption du rayonnement solaire diffusé par les nuages et sa transformation en chaleur sensible, facilitée par la nature même de cette partie de l'escarpement (couleur sombre de la roche, sécheresse du milieu et concentration des rayons due à la topographie en forme d'amphithéâtre exposé au sud).



La température à l'interface sol-air complète cette approche normalisée. En raison du confinement de l'air près du sol, les êtres vivants subissent des variations thermiques bien plus importantes encore que ne l'indiquent les relevés « sous abri ». Pour évaluer le potentiel vital d'un biotope, le biogéographe « doit compléter l'étude des conditions climatiques générales et locales par une analyse très précise des microclimats » (Huetz de Lempis, 1970).

La figure 5 est un exemple de différences diurnes à l'interface air-sol par temps clair et calme. L'écart de la température de contact entre les schistes de l'escarpement et l'herbe de l'aérodrome d'Alençon peut atteindre 20°C en milieu de journée ; à 10 cm au-dessus du sol, malgré le brassage convectif, la différence est encore fréquemment supérieure à 8°C dans l'après midi.

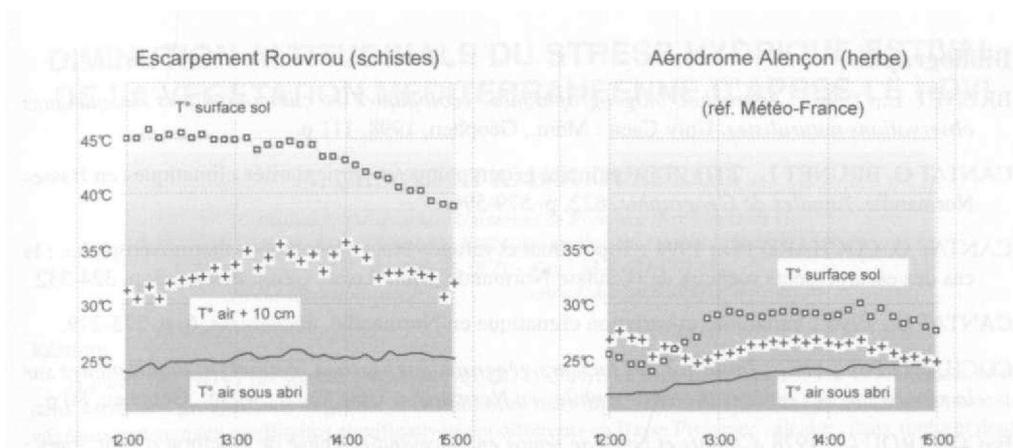


Figure 5 : Influence de la nature du substratum par temps clair sur la température de l'air et du sol (ex. 9 octobre 1995).

Sur la figure 6, la température à 5 cm de profondeur met en évidence l'intensité de la surchauffe dans le sol sur l'adret. Comparativement, le fond de vallée herbeux est beaucoup plus frais et à évolution lente et régulière (sol profond et humide en bordure de rivière). Lorsque le soleil décline, la température baisse rapidement sur l'escarpement mais ne descend pas en dessous de 20°C. La durée limitée de la phase nocturne en été permet de conserver une bonne partie des apports calorifiques solaires, malgré la forte déperdition par rayonnement infrarouge. Ce comportement thermique est essentiel pour des espèces comme le Lézard vert, par exemple, dont la survie dépend d'un important cumul de chaleur pour l'incubation de ses œufs (Rykena, 1992).

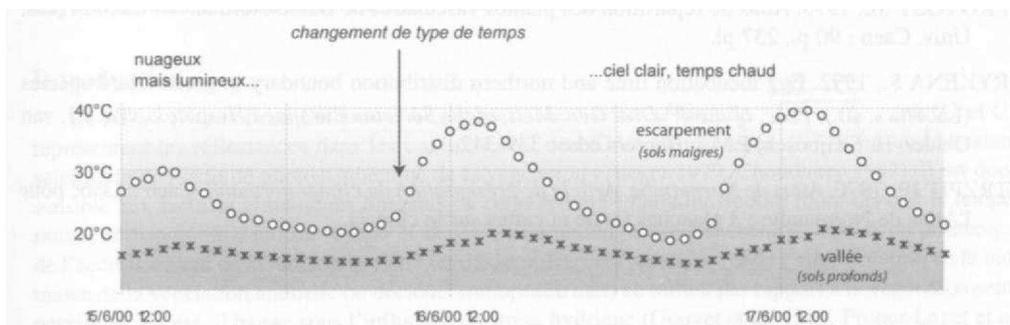


Figure 6 : Influence des types de temps et de la nature du substratum sur la température dans le sol à 5 cm de profondeur.

Conclusion

Dans les milieux à la topographie accidentée, les données régionales de référence masquent souvent une partie des configurations climatiques possibles et parfois décisives pour l'implantation et le maintien d'espèces atypiques. L'exemple des vallées de Suisse normande et de l'escarpement de Rouvrou a confirmé l'existence de facteurs géographiques pouvant compenser localement les conditions climatiques d'échelle régionale. La réponse au paradoxe climat océanique / espèces « méditerranéennes » trouve donc une explication dans la prise en compte des échelles fines de la climatologie. L'instrumentation de secteurs « hors normes » et l'analyse à des pas de temps courts permet alors d'appréhender le rôle et l'intensité variables des facteurs géographiques dans l'établissement des topoclimats et des microclimats.

Bibliographie

- BRUNET L., 1998 : *Approches biogéographiques, écologiques et climatologiques de quelques observations naturalistes*. Univ Caen : Mém., Géophen, 1998, 111 p.
- CANTAT O, BRUNET L., 2001 : Discontinuité géographique et particularités climatiques en Basse-Normandie. *Annales de Géographie*, 622, p. 579-596.
- CANTAT O, COCHARD PO., 1998 : Topoclimat et refuges biogéographiques thermoxérophiles : le cas des escarpements rocheux de la Suisse Normande. *Bull. Assoc. Géog. Franc.*, 3, p. 324-332.
- CANTAT O., 1995 : Variabilité et variation climatique en Normandie. *Sécheresse*, 6, p. 273-279.
- COCHARD P-O., 1997 : *Influence des facteurs géographiques locaux, naturels et anthropiques sur la répartition des espèces thermoxérophiles en Normandie*. Univ Caen : Mém., Géophen, 80 p.
- ESCOURROU G., 1978. *Climats et types de temps en Normandie*. Thèse de Doctorat d'Etat, Paris : Champion, 1081 + 525 p.
- HUETZ DE LEMPS A., 1970. La végétation de la Terre. Paris, Masson, 144 p.
- LATASTE F., 1877. Catalogue des Batraciens et Reptiles des environs de Paris et distribution géographique des Batraciens et Reptiles de l'Ouest de la France. *Ann Soc Linéenne de Bordeaux*.
- LIVORY A., 1998. Des précisions sur la distribution de la Decticelle des alpages. *L'Agriope* ; 20 : 37-38.
- PASYNSKI J., 1980. Les buts et méthodes de la cartographie topoclimatique. *Recherches Géographiques à Strasbourg* ; 13-14.
- PRO V O S T M . , 1993. Atlas de répartition des plantes vasculaires de Basse-Normandie. Caen : Press. Univ. Caen ; 90 p., 237 pl.
- RYKENA S., 1992. Egg incubation time and northern distribution boundary in green lizard species (*Lacerta s. str.*). *Proc. of the 4th Ord. Gen. Mett. of the Societas Europaea Herpetologica*. J.J. van Gelder, H. Strijbosch, P.M.J. Bergers eds. ; 339-342.
- TRZPIT JP, 1970. *Atlas de Normandie, Article de présentation du climat normand*. Caen : Assoc pour l'Atlas de Normandie ; 3 planches (texte et cartes sur le climat).