

VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DES TEMPERATURES MAXIMALES EXTREMES ET SES CONSEQUENCES DANS UN VIGNOBLE DU ENTRE DOURO E MINHO (PORTUGAL)

ÂNGELA MACIEL¹; ANA MONTEIRO¹; HERVÉ QUÉNOL²;

¹ Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Via Panorâmica, s/n, 4150-564 Porto (PORTUGAL)
Telef: +351 226077145; Fax: +351 226091610; e-mail: angela@fe.up.pt; anami@letras.up.pt

² Laboratoire COSTEL, UMR6554 LETG, Université Rennes 2, Place du Recteur Henri Le Moal, 35043 Rennes (FRANCE); Telef: + 33 299142090; e-mail: herve.quenol@uhb.fr; Laboratoire de Géographie Physique, UMR8586 PRODIG, Université Denis Diderot (Paris 7), 2 place Jussieu 75251 Paris.

La température, élément indispensable pour obtenir une production viticole de qualité, est encore presque une inconnue dans plusieurs aspects (par exemple, la variabilité spatio-temporelle des données extrêmes et ses conséquences pour la vigne au niveau des terroirs viticoles). On a ainsi réalisé des mesures aux échelles fines dans un vignoble du Entre Douro e Minho (nord du Portugal) entre février et septembre. Cette étude s'est pourtant déroulée dès le débourrement de la vigne jusqu'à la récolte, ce qui correspond à la période plus vulnérable aux extrêmes thermiques.

Les températures maximales extrêmes, capables de causer des dégâts, ont été fréquentes et ont présentés une forte variabilité spatiale (oscillant à l'échelle de la parcelle ou, même, en quelques mètres) du à l'action de facteurs comme la topographie, la pente, l'occupation du sol,... La réalisation, en parallèle, d'observations agronomiques a aussi mis en évidence la relation entre le comportement de la température et celui de la vigne, une fois que l'on a enregistré des modifications dans la croissance de la vigne, des variations spatiales des taux de sucre et des dégâts.

L'intérêt des études aux échelles fines est ainsi indiscutable pour la prévention des risques climatiques grâce à son contribue pour un savoir plus exact des réalités viticoles et l'implantation d'attitudes proactives.

MOTS-CLÉS : microclimatologie, vigne, extrêmes thermiques, vulnérabilité

The temperature, fundamental element for a quality wine production, still is, in many aspects, almost unknown. We can see this, for example, in the time and space variability of extreme temperature values and its consequences for the vine at the vineyards. Having the last statement in mind, there was a monitoring at microclimatic level in a vineyard of Entre Douro e Minho (northern Portugal). This study was developed between February and September, since the first state of development to the wine-harvest (period of more vulnerability to the thermal extremes).

Besides the frequent occurrence of extreme maximal temperatures (which can cause damages), there was also a strong spatial variability (oscillating from a lot scale to only a few meters) caused by some factors like topography, slope, soil occupation, etc. A simultaneous agronomic observation has shown also a clear relation between the thermal behaviour and the vine. The last one suffered changes in its normal development and registered spatial variations of sugar rates and damages.

The interest of microclimatic studies for climatic risk prevention is unquestionable because of its contribution for a better understanding of vineyards and implementation of pro-active attitudes.

KEYWORDS: micro-climatology, vine, thermal extremes, vulnerability

1. Introduction

1.1. Objectifs

Considérant les nombreuses influences directes/indirectes du climat pour le normal développement des vignes et évidemment pour la qualité du futur vin, il est urgent définir les variables climatiques (par exemple la température) qui interviennent négativement dans les rendements des viticulteurs. On pourra ainsi éviter des dégâts trop élevés, l'inadéquation utilisation de technologies de protection de la vigne et parallèlement aider les agents du secteur de la viticulture à implémenter des attitudes proactives contre les risques climatiques.

Ce travail vise ainsi comprendre le comportement spatio-temporel aux échelles fines de la température et ses interférences dans le développement de la vigne. On a mis en évidence les conséquences néfastes et les parcelles avec un plus grand aléa pour pouvoir délimiter les zones plus critiques ainsi que les principaux facteurs.

Même ayant observé une forte relation entre le déroulement des cycles végétatifs de la vigne et les températures maximales basses obtenues pendant la période printanière (février à

mai), une fois que ces dernières ont provoqués un retard dans le développement des plantes, on a concentré ce travail dans l'été (de juin jusqu'aux vendanges) à cause de la grande probabilité d'obtenir des températures maximales élevées et des dommages assez grands.

1.2 Site d'étude

Le terrain expérimental se situe dans le *Entre Douro e Minho* (nord-ouest du Portugal), plus précisément dans la station viticole Amândio Galhano (EVAG), sur la marge droite du fleuve Lima. Localisé proche de l'océan Atlantique et dans une vallée d'orientation ENE-OSO qui facilite l'entrée de l'influence maritime, il appartient toutefois à un climat où on peut enregistrer des températures extrêmes au long de toute l'année. Cette situation est causée, entre autre, par la présence de reliefs assez contrastés à l'ouest de la station et aux altitudes croissantes, ce qui origine des variations micro et topo climatiques.

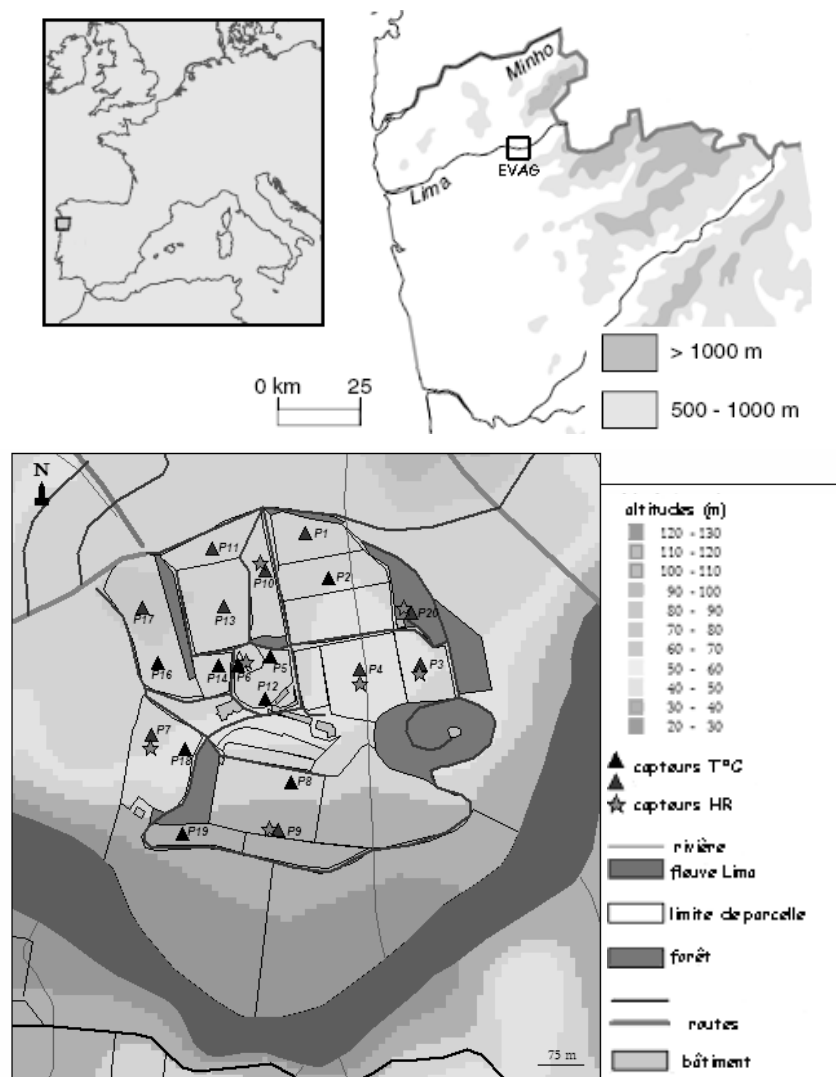


Figure 1 – Localisation et caractéristiques du terrain expérimental

L'EVAG a une exposition principale nord-sud et une pente moyenne de 3°, ce qui lui confère de bonnes conditions climatiques pour la viticulture. Les altitudes varient entre 20 m et 80 m. Mais une observation minutieuse du terrain révèle des pentes et des orientations diverses, qui ont permis prévoir de fortes variations microclimatiques. Sur le site, ils sont cultivées des variétés de vin blanc : *loureiro*, *pedernã*, *azal branco* et *trajadura*. Les variétés de vin rouge, qui sont moins vulnérables aux extrêmes thermiques, sont présentes dans trois parcelles (*vinhão* et *azal tinto*).

1.3. Méthodologie

Cette étude s'appuie sur des données thermiques obtenues par 19 instruments digitaux, situés au milieu des parcelles viticoles. Ils étaient installés sur des postes de 1 m 50 de hauteur pour pouvoir enregistrer en continu et sous abri la température entre février et septembre de 2003 et 2004 (période active de la vigne, pendant laquelle elle est plus vulnérable).

Parallèlement, pour vérifier les relations entre le comportement de la température et ses conséquences pour la vigne, on a également réalisés des observations agronomiques (évolution des stades physiologiques et la distribution des taux de sucre aux vendanges).

2. Variabilité spatio-temporelle des températures maximales extrêmes

2.1 Distribution spatiale des températures

L'analyse des températures maximales extrêmes ont mis en évidence une forte variabilité spatiale et une interférence importante de plusieurs facteurs comme la topographie, la proximité de la rivière, de la forêt, etc.

Les températures maximales plus élevées ont été enregistrées sur les pentes et dans les sommets des collines (P7, P10 et P17) grâce aux bonnes conditions d'interception de l'insolation. Leurs expositions sud, sud-est ou est et leur pente supérieure à 5° facilitent l'incidence des rayons de soleil et le réchauffement. P11 (parcelle plate et légèrement inclinée vers le nord) représente l'unique exception de L'EVAG car il a obtenu, jusqu'à mi juillet, les températures plus élevées du site. Cela fut expliqué par la combinaison de divers facteurs comme la topographie, la déclinaison et hauteur du soleil (figure 2).

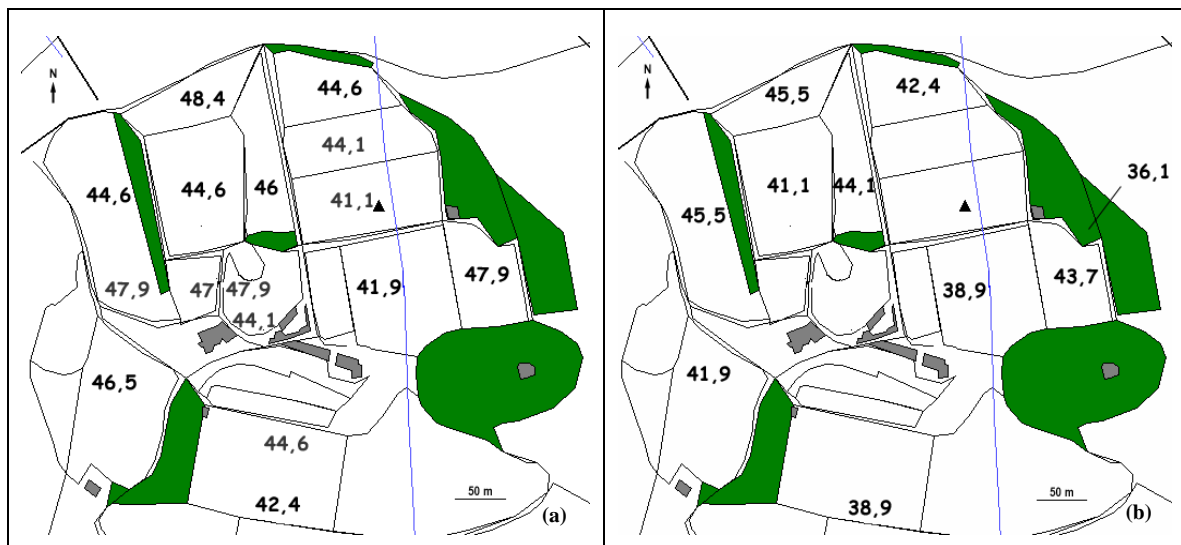


Figure 2 – Températures maximales extrêmes sous abri des jours 8 août 2003 (a) et 25 juillet 2004 (b)

Les parcelles, qui ont une plus faible probabilité d'avoir des températures maximales extrêmes, se situent ainsi dans les secteurs plats et dans les terrasses. Cela est dû à l'incidence plus faible des rayons du soleil, à l'évaporation causée par l'existence d'énergie et de vapeur d'eau en excès fournie par la rivière (P9) ou par une déficiente drainage du sol de la parcelle P4. Le secteur plus frais est P20 qui se localise à l'intérieur d'une forêt. Ce comportement est provoqué par la grande densité de feuilles des arbres, qui réduisent le *sky view factor* et en conséquence l'énergie solaire directe qui atteint le sol. Ce réchauffement diurne est autant plus intense que les températures maximales enregistrés, une fois que les écarts entre P20 et le poste le plus proche ont atteints 6°C et entre P20 et P11 (parcelle la plus chaude du site) 10°C.

2.1 Variations temporelles des températures maximales extrêmes

Bien que avec une distribution temporelle différente, les températures maximales extrêmes se sont montrés assez fréquentes pendant les étés de 2003 et 2004. 2003 a été toutefois plus chaud que 2004, présentant la plupart des valeurs thermiques supérieures à 38°C. 2004 a généralement enregistré des températures inférieures à 36°C. L'aléas associé aux températures maximales extrêmes a été bien témoigné en août 2003, où 26,7% des jours ont eu au moins 40°C. En 2004, seulement juin et juillet ont enregistrés quelques jours avec des températures très élevées (35% des journées ont eu 35°C et près de 14% des températures supérieures à 39°C).

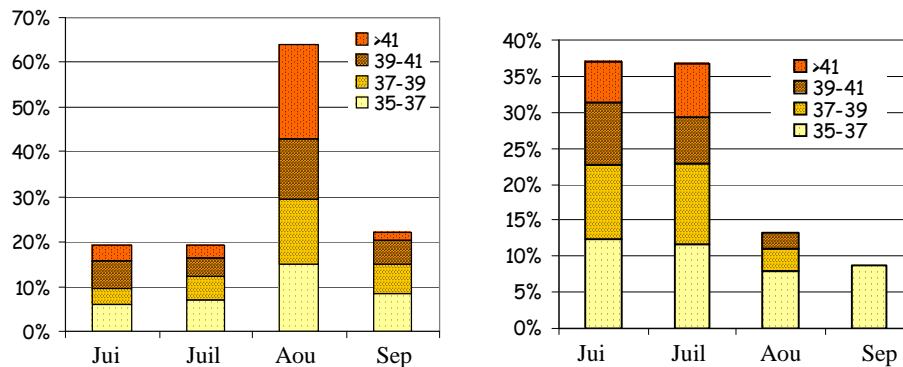


Figure 4 – Fréquences d'occurrence des températures maximales extrêmes en 2003 et 2004 (%)

La probabilité d'occurrence de dégâts est aussi rapportée avec la durée d'exposition aux valeurs extrêmes. Ces dernières ont été assez hautes (figure 4), une fois que les températures au dessus de 35°C ont une durée moyenne entre 175 et 250 minutes par jour (2,9 à 4,1 heure) pendant les mois les plus chauds (août 2003 et juin/juillet 2004). Cela a causé plusieurs dommages (stress hydrique, brunissage, ...).

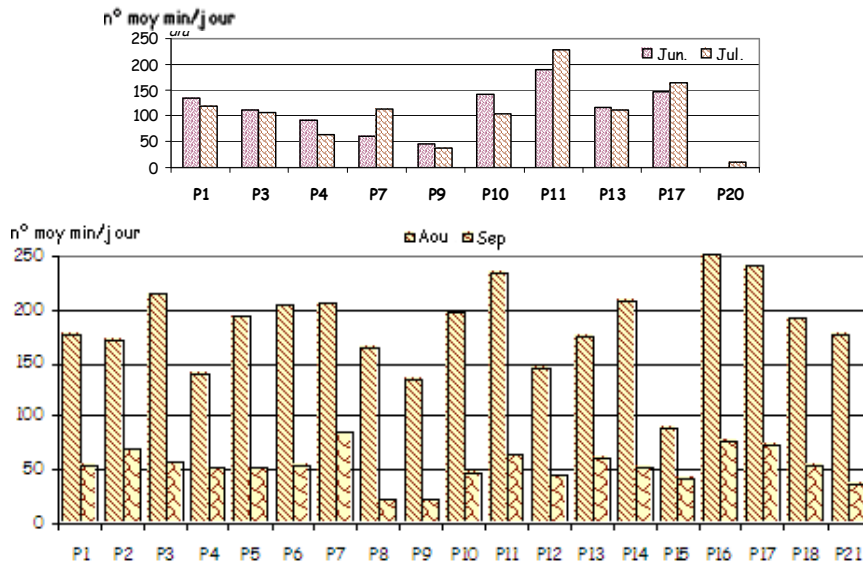


Figure 4 – Durée moyenne journalière (minutes) des températures supérieures à 35°C sous abri (août/sep. 2003)

Intensifiant cette variabilité, les températures maximales sont clairement été plus élevées pendant des journées où le ciel est clair, le vent faible ou inexistant et sous des situations anticycloniques (figure 5).

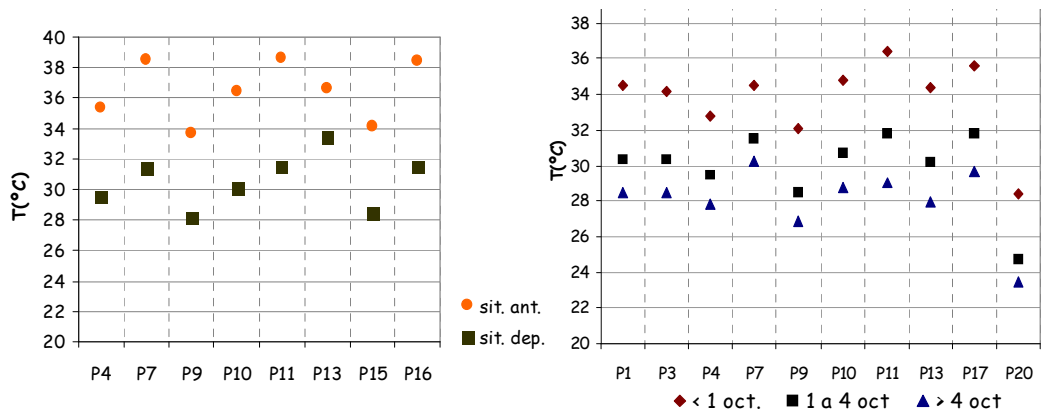


Figure 5 – Moyennes des températures maximales journalières sous abri selon la situation synoptique et la nébulosité (a- août/sep. 2003 ; b- été 2004)

3. Observations agronomiques.

Les variables agronomiques (par exemple les taux de sucre) et la qualité du futur vin présentent une forte dépendance relativement aux microclimats de chaque parcelle viticole, surtout pendant la maturation du fruit. On a obtenu des taux de sucre plus hauts dans les secteurs plus chauds (pentes et sommets des collines) et les plus bas dans les parcelles plus fraîches. Apparemment le taux de sucre peut même être plus influencé par les conditions microclimatiques que par les caractéristiques de chaque variété. On présente, par exemple, les parcelles de P8 et P13, ornementés par les mêmes variétés, qui ont des taux de sucre complètement antagoniques selon leur localisation géographique et les contrastes thermiques.

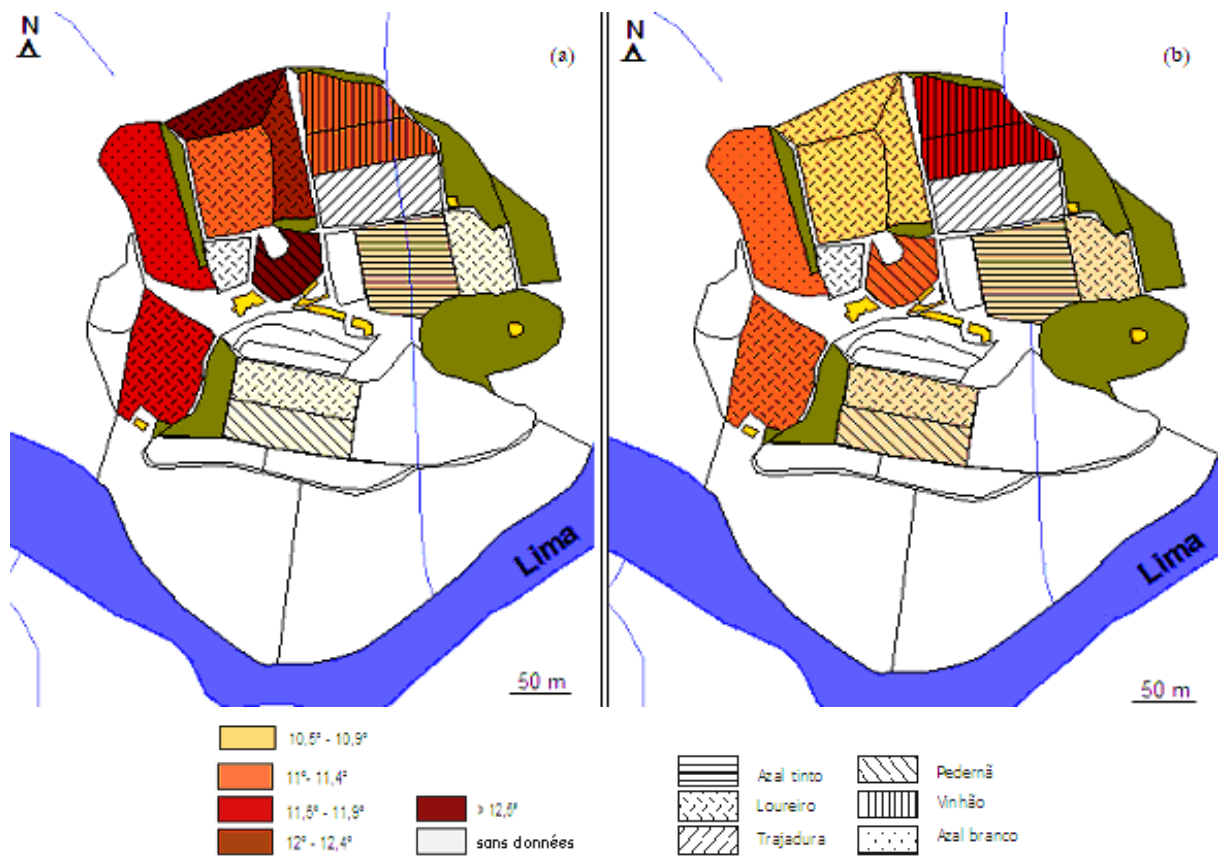


Figure 5 – Distribution spatiale des taux de sucre et des variétés de vin par parcelle en 2003 (a) et 2004 (b)

Toutefois le comportement thermique des mois de août et septembre peut modifier par complet la qualité du vin. Comme l’an de 2003 a été beaucoup plus chaud pendant la

maturation, 2004 a pourtant une plus grande homogénéité des taux ainsi comme des valeurs plus basses, lors des vins d'inférieure qualité.

4. Conclusion

Au long des cycles végétatifs 2003 et 2004, la température et ses valeurs extrêmes ont influençaient indubitablement le développement de la vigne du a la coexistence temporelle de l'aléas et de la vulnérabilité, ce qui a eu des conséquences négatives sur la production viticole.

En résumé, sur quelques mètres et l'intérieur d'une exploration viticole, il existe des différences climatiques significatives. Les études microclimatiques aux échelles fines sont ainsi incontournables pour comprendre la forte variabilité spatio-temporelle présente dans tous les terroirs viticoles (fréquemment presque une inconnue) afin de répondre de forme adéquate aux défis lancés par le climat toutes les années. Ces travaux sont d'autant plus important si on considère la croissante compétitivité a que le secteur de la viticulture se confronte actuellement.

5. Bibliographie

- Arya, S.P., 1988 : *Introduction to micrometeorology*. Academic Press, 285p.
- Association Viticole Champenoise, 1991 : Les gelées de printemps. *Le vigneron champenois*, hors série, 4-44
- Cellier, P., 1989 : Mécanismes du refroidissement nocturne:application à la prévision des gelées de printemps. *Le gel en Printemps – seminaire*, 145-163
- Endlicher, W., 1980 : L'utilisation de mesures itinérantes et de thermographies comme moyen d'études du mésoclimat – l'exemple des vignobles du Kaiserstuhl. *Recherches géographiques à Strasbourg*, **13/14**, 127-133
- Erpicum, M., 1980 : Les contrastes thermiques nocturnes entre vallée et plateau : esquisse de leur modélisation a partir de facteurs climatiques locaux et régionaux mesurés en Haute Belgique. *Recherches géographiques à Strasbourg*, **13/14**, 107-113
- Geiger, M., 1980 : Recherches topo climatiques au Palatinat. *Recherches géographiques à Strasbourg*, **13/14**, 95-102
- Geiger, R., 1990: *Manual de Microclimatologia –o clima da camada de ar junto ao solo*. Fundação Calouste Gulbenkian, 637p.
- Gerbier, N., Rémois, P., 1977 : *Influence au climat sur la qualité et la production du vin de Champagne*. Direction de la Météorologie, 45p.
- Girard, G., 1994 : *Gelées printanières en Medoc: le dispositif de protection par aspersion employé au Château Margaux*. Ministère de l'agriculture et de la pêche, 78p.
- Maciel, A., 2005 : *Pertinência dos estudos de Microclimatologia para a prevenção de riscos climáticos num vinhedo do Entre Douro e Minho*. Dissertação de mestrado em Gestão de Riscos Naturais, apresentada na Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 202p.
- Monteiro, A., 2005 : *Atlas Agroclimatológico do Entre Douro e Minho*. 302p.
- Oke, T. R., 1987: *Boundary Layer Climates*. Routledge, 435p.
- Quenol, H., 2002 : *Climatologie appliquée aux échelles fines*. Univ. des Sciences et Technologies de Lille,
- Quenol, H., 2003 : *Evaluation des potentialités climatiques aux échelles fines dans le vignoble de vinho verde (région de Entre Douro e Minho)*. 42p.
- Quenol H., Maciel Â., Monteiro A. e Beltrando G., 2004 : Mesures climatiques aux échelles fines (météorologiques et agronomiques) et variabilité spatiale du gel printanier dans le vignoble de Vinho Verde *Parutions aux Presses Universitaires de Rennes*, **193**

1. Introdução

1.1. Objectivos

Tendo por base as influências directas e/ou indirectas dos elementos climáticos (nomeadamente da temperatura) no adequado desenvolvimento e crescimento da vinha e posteriormente na qualidade da produção vitícola, é premente definir as variáveis climáticas que intervêm negativamente nos rendimentos da vinha para evitar danos demasiado elevados, o inadequado uso de tecnologias de protecção da vinha e ajudar os agricultores a realizar uma protecção mais eficaz contra os riscos.

Este trabalho procurou assim analisar o comportamento espacio-temporal da variável temperatura e, paralelamente, estudar as inter-relações existentes entre este elemento e o comportamento das videiras, salientando eventuais consequências nefastas, com o intuito de delimitar eventuais áreas de risco e principais factores intervenientes.

Embora se denotasse um forte relação entre os ciclos vegetativos da vinha e as temperaturas máximas diárias relativamente baixas (mesmo abaixo do zero de vegetação) no período primaveril (Fevereiro a Maio), concentrou-se este trabalho no período estival (Junho às vindimas) pela maior recorrência das temperaturas máximas e danos mais evidenciados.

1.2 Campo experimental

A área de estudo localiza-se no Entre Douro e Minho (noroeste de Portugal), mais especificamente, na Estação Vitivinícola Amândio Galhano (EVAG), na margem direita do rio Lima (concelho de Arcos de Valdevez). Embora se situe próximo do Oceano Atlântico e apresente uma orografia com orientação ENE-OSO, propícia à penetração da influência marítima, enquadra-se num subtipo climático onde se registam alguns valores extremos no Inverno e no verão). A morfologia acidentada a Oeste da EVAG e altitudes crescentes a partir do oceano acentuam os contrastes e favorecem o surgimento de variações micro e topoclimáticas.

A EVAG possui uma exposição predominante norte-sul, um declive médio de 3°, o que lhe confere boas condições climáticas para a prática da viticultura. As altitudes estão compreendidas entre 20 e 80 m. Contudo, uma observação minuciosa da morfologia revela a existência de declives e orientações variadas (este, oeste e norte) e permite antever variações a nível microclimático. A nível agronómico, predominam as castas brancas (loureiro, pedernã, azal branco e trajadura). Apenas três parcelas possuem castas tintas (vinhão e azal tinto) que possuem a menor vulnerabilidade perante os extremos térmicos.

1.3. Metodologia

Tendo em consideração as características morfológicas da EVAG, foram instalados, no centro de várias parcelas agrícolas, 19 instrumentos digitais para monitorizar em contínuo e sob abrigo a temperatura. Sendo a vinha objecto de estudo, a recolha de dados decorreu de Fevereiro a Setembro 2003 e 2004 (do choro à vindimas das videiras).

Paralelamente, para avaliar a vulnerabilidade das vides perante os condicionalismos climáticos, foram igualmente realizadas observações de cariz agronómico.

2. Variabilidade espacio-temporal das temperaturas máximas extremas

2.1 Distribuição espacial das temperaturas

As parcelas com menor probabilidade de ocorrência de temperaturas demasiado elevadas localizaram-se nas parcelas de fraco declive e geralmente em socalco (P3, P4, P9 e P13), o que se relacionou com a menor incidência dos raios solares, a ocorrência do processo de evaporação por coexistência de energia e vapor de água dada a proximidade do rio (P9) ou drenagem deficiente do solo da parcela (P4).

A área mais fresca da EVAG é P20 por se localizar no seio de uma área florestal, ou seja, devido à elevada densidade das folhas e das copas das árvores. Com um reduzido *sky view factor*, a energia solar directa recebida no seio do manto florestal é diminuta, o que modera o aquecimento diurno. Essa influência amenizadora das árvores é mais intensa quanto maior for a temperatura máxima atingindo-se diferenças de 6°C em relação ao ponto de medição mais próximo (P3) e 10°C comparativamente com a área mais quente (P11).

Em oposição, as temperaturas máximas diárias foram mais elevadas nas vertentes e nos cumes (P7, P10, P17) devido às óptimas condições de exposição aos raios solares. A orientação sul, sudeste ou este e a inclinação superior a 5° facilitam a interceptação da radiação solar directa proporcionando um maior aquecimento diurno¹. A única excepção foi P11 (parcela plana e ligeiramente inclinada a norte) ostentou até Julho as temperaturas máximas diárias mais elevadas da EVAG, situação explicada pela conjugação de factores como a topografia, a declinação e altura do sol.

2.1 Oscilações temporais das temperaturas máximas extremas

Embora com uma distribuição temporal distinta, as temperaturas máximas extremas no período estival (momento em que os dados destes extremos térmicos são mais marcantes), foram recorrentes nos dois anos em estudo. 2003 ostentou uma clara predominância das temperaturas máximas diárias superiores a 36°C visto 2004 ter apenas valores inferiores a 38°C. O *hazard* associado às elevadas temperaturas encontrou-se bem testemunhado em Agosto de 2003, onde 26,7% dos dias registaram 40°C ou mais.

2004 apresentou também valores térmicos relativamente elevados, principalmente em Junho e Julho, onde 35% dos dias registaram temperaturas superiores a 35°C e 14,4% e 13,9% acima dos 39°C.

Agravando a probabilidade da ocorrência de danos, o período de exposição foi relativamente elevado, uma vez que a exposição a temperaturas superiores a 35°C oscilou entre 175 e 250 minutos diários (2,9 a 4,1 horas) nos períodos mais quentes dos dois (Agosto 2003 e Junho/Julho 2004). Esta situação, associada ao stress hídrico sentido no momento, causou alguns danos.

Acentuando essa variabilidade, os dias mais propícios à ocorrência de temperaturas máximas extremas são claramente aqueles que apresentam uma situação anticiclónica, com céu limpo, vento fraco ou inexistente dado o maior aquecimento proporcionado pelos raios solares.

3. Observações de cariz agronómico.

As variáveis agronómicas (mais precisamente o teor da açúcar) e a futura qualidade do vinho apresentaram uma forte dependência relativamente às condições microclimáticas de cada parcela, principalmente durante a maturação do fruto. registaram-se graus de açúcar mais

elevados nas áreas ditas mais quentes, ou seja, as vertentes e os topos das colinas. O comportamento térmico oposto em Agosto e Setembro de 2003 e 2004 traduziu-se por uma maior homogeneidade e teores mais reduzidos em 2004 em resultado das temperaturas mais frescas, o que origina vinhos de menor qualidade.

Reforçando o exposto, o grau de açúcar encontrou-se aparentemente mais dependente das condições microclimáticas de cada parcela do que das características da casta ou do porta-enxerto. Exemplificando o exposto, as parcelas de P8 e P13, com as mesmas castas e porta-enxertos, apresentam graus de açúcar completamente antagónicos resultantes da sua localização geográfica e dos contrastes térmicos.

4. Considerações finais.

Ao longo dos ciclos vegetativos 2003 e 2004, a variável temperatura e seus extremos térmicos influenciam inevitavelmente na vinha dada a coexistência temporal ente o *hazard* e a vulnerabilidade da videira tendo influenciando negativamente na produção vitícola.

Em suma, em apenas alguns metros e no interior de um mesmo terroir, surgem diferenças significativas a nível climático, sendo incontornável um adequado conhecimento das áreas de exploração para responder de forma eficaz aos desafios impostos pelo clima todos os anos. Esta tarefa torna-se ainda mais importante no ambiente de crescente competitividade em que o sector vitícola se encontra imbuído.