

Evaluación Climática Global de las Zonas Vitícolas

Climatic Evaluation of Global Viticultural Areas

Jorge Tonietto¹

¹Dr., Chercheur Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho

SUMMARY

This article presents a description of the Géoviticulture Multicriteria Climatic Classification System (Géoviticulture MCC System) used for the evaluation of the grape-growing regions worldwide. The system uses three synthetic and complementary viticultural climatic indices: Dryness Index – DI, Heliothermal Index – HI, and Cool Night Index – CI. The system enables to work at different levels on the scale - from a worldwide scale to the small grape-growing region as shown by the studies performed. Some uses of the Géoviticulture MCC System for climatic evaluation of global viticultural areas are presented, including topics like: the system as a reference for climate viticulture worldwide; positioning region in relation to other regions and climatic groups in world viticulture; identifying homonym climates; tools for grape-growing and wine-making zoning; characterization of the viticultural climate with intra-annual variability; prospective or real analysis of climate global change impact in viticulture worldwide areas. An Web access to the Géoviticulture MCC System - database, tools and bibliography, is in course.

KEYWORDS

Vineyard, climate classification, climate change, MCC System, climate models, zoning.

INTRODUCTION

L'environnement naturel d'intérêt viticole peut être analysé par différentes approches: approche climatique, pédologique, approche viticole basée sur l'étude de l'interaction géotype x environnement, approche sur la structure du milieu (avec l'outil informatique), approche intégrée ou multicritère. L'évaluation climatique est très importante si on considère que le climat est un facteur déterminant des potentialités d'un milieu et de la qualité et de la typicité des produits vinicoles.

Un des problèmes majeurs pour la caractérisation du milieu naturel du point de vue de l'intérêt viticole au niveau mondial, concerne la très faible offre de méthodologies applicables au niveau mondial (Vaudour et Shaw, 2005). Par contre, au niveau climatique la méthodologies du Système CCM Géoviticole offre plusieurs possibilités, étant en voie croissante d'utilisation mondiale.

Le texte présente divers exemples d'évaluation du climat viticole au niveau mondial avec les outils du Système CCM Géoviticole.

La Méthodologie du Système CCM Géoviticole

Les Indices Climatologiques Viticoles du Système

Les 3 indices climatologiques viticoles du Système CCM Géoviticole sont de type hydrique, héliothermique et nycthermique (Tableau 1). Les formules pour le calcul de ces indices sont présentées par Tonietto et Carbonneau (2004). Ces indices sont établis en fonction d'un cycle végétatif moyen de la vigne et à diverses périodes de ce dernier. Ils sont à la fois pertinents pour caractériser en tant que telles les potentialités climatiques d'une région, et fortement liés au potentiel qualitatif et aux caractéristiques du raisin ou des produits viticoles. Ces 3 indices synthétiques apportent des informations complémentaires les uns par rapport autres.

INDICE	CLASSE DE CLIMAT VITICOLE	SIGLE	INTERVALLE DE CLASSE
Indice Héliothermique <i>IH</i>	<i>Très chaud</i>	<i>IH +3</i>	> 3000
	<i>Chaud</i>	<i>IH +2</i>	> 2400 ≤ 3000
	<i>Tempéré chaud</i>	<i>IH +1</i>	> 2100 ≤ 2400
	<i>Tempéré</i>	<i>IH -1</i>	> 1800 ≤ 2100
	<i>Frais</i>	<i>IH -2</i>	> 1500 ≤ 1800
	<i>Très frais</i>	<i>IH -3</i>	≤ 1500
Indice de Fraîcheur des Nuits <i>IF</i> (°C)	<i>À nuits très fraîches</i>	<i>IF +2</i>	≤ 12
	<i>À nuits fraîches</i>	<i>IF +1</i>	> 12 ≤ 14
	<i>À nuits tempérées</i>	<i>IF -1</i>	> 14 ≤ 18
	<i>À nuits chaudes</i>	<i>IF -2</i>	> 18
Indice de Sécheresse <i>IS</i> (mm)	<i>À sécheresse forte</i>	<i>IS +2</i>	≤ -100
	<i>À sécheresse modérée</i>	<i>IS +1</i>	≤ 50 > -100
	<i>Sub-humide</i>	<i>IS -1</i>	≤ 150 > 50
	<i>Humide</i>	<i>IS -2</i>	> 150

classes de climat viticole, sigle et respectifs intervalles de classe.

Tableau 1. Indices climatiques viticoles du Système CCM Géoviticole: classes de climat viticole, sigle et respectifs intervalles de classe.

Les Classes de Climat Viticole et leur Interprétation

L'adoption de la notion de classe de climat, pour arriver à une classification des régions viticoles, est liée au fait que chaque classe peut effectivement représenter non seulement des différences climatiques, mais encore des réponses de la vigne ou de ses produits aux facteurs climatiques définis par l'indice considéré. Elles permettent de ce fait de regrouper les climats des régions viticoles les plus homogènes.

Dans le système, le classement climatique multicritères a été introduit, en utilisant les 3 indices: IS, IH et IF. Pour réaliser un classement qui puisse être utilisé au niveau mondial, on cherche à établir un nombre de classes le moins grand possible pour chaque indice climatique viticole, ceci de façon à faire ressortir les différences les plus importantes entre les climats des régions viticoles. Cela veut dire que l'utilisation de tels indices pour l'étude de chaque région viticole au niveau mésoclimatique pourra être convenable si l'on établit des sous-classes pour chaque classe d'indice.

Les classes proposées pour les différents indices climatiques viticoles est présenté sur le Tableau 1 et leur interprétation globale, sur la base de l'expérience en viticulture mondiale, a été synthétisé par Tonietto et Carbonneau (2004).

Le Système CCM Géoviticole dans l'Evaluation Climatique des Aires Viticoles Globaux

Un ensemble d'usages peut être développé par l'intermédiaire du Système CCM Géoviticole, soit dans le contexte du zonage vitivinicole, soit pour le diagnostique et l'évaluation des situations dont le climat viticole est important au niveau des aires viticoles du monde.

Le fonctionnement général du Système CCM Géoviticole est présenté sur la Figure 1.

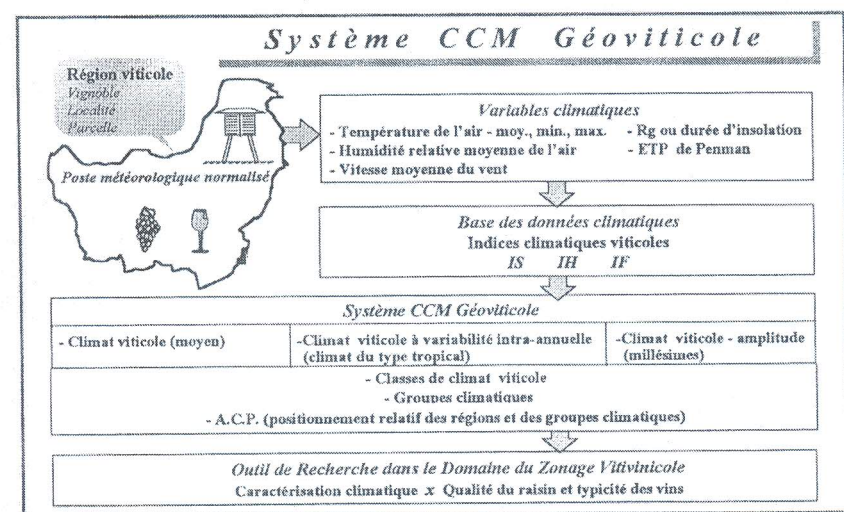


Figure 1. Schéma simplifié de fonctionnement du Système CCM Géoviticole.

Principaux applications du Système CCM Géoviticole

a) Classification Climatique des Régions comme Référence dans le Climat Viticole Mondial

Le Système CCM Géoviticole est potentiellement utilisable pour toutes régions viticoles du vignoble mondial. Il permet l'identification de la classe de climat viticole des régions. Il rend possible donc, à l'ensemble des régions de la

viticulture mondiale, d'adopter cette classification pour le classement de leurs climats viticoles (Tonietto et Carbonneau, 2004).

Le climat viticole est le climat d'une parcelle, d'une localité, d'un vignoble ou d'une région viticole, décrit par l'ensemble des 3 indices climatiques viticoles. Le climat viticole est donc établi sur la base d'informations climatiques et viticoles ce qui est plus spécifique que le climat au sens général du terme.

Les variables climatiques utilisées pour le calcul du climat viticole moyen d'une région sont des moyennes mensuelles intra-annuelles (séries de référence de 30 ans, si disponibles) - données climatiques classiques des régions: température de l'air - maximale, minimale et moyenne, pluviométrie, évapotranspiration potentielle (ETP) de Penman.

Dans une première phase, le Système CCM Géoviticole a déjà classé une centaine de régions dans 30 p viticoles (Tonietto, 1999).

b) Identification des Groupes Climatiques des Régions et Identification des Régions de Climat Vitico Analogue.

Le groupe climatique est un concept du système. Le groupe climatique d'appartenance des parcelles, c localités, des vignobles ou des régions viticoles est un ensemble de parcelles, de localités, de vignobles ou régions viticoles qui présentent une même classe de climat viticole. Normalement, le groupe climatique inclut u bonne partie des amplitudes (interannuelles) des climats viticoles des régions.

Avec l'utilisation de l'Analyse en Composantes Principales - ACP, le système permet de bien caractériser placement des régions et des groupes climatiques. Le système permet l'identification des régions avec d climats viticoles analogues (Tonietto et Carbonneau, 2004). Le Système CCM Géoviticole a déjà identifié groupes climatiques dans la viticulture mondiale (Figure 2). L'ensemble représente assez bien la divers climatique trouvée dans le vignoble mondial. Maintenant, n'importe quelle région peut y être placée, pour obt l'information de son positionnement par rapport à l'ensemble des groupes climatiques de la viticulture mondia Queijeiro et al. (2006) en Espagne utilisent le système pour caractériser les climats viticoles et comme référen comparative par rapport aux groupes climatiques de la viticulture mondiale.

c) La Caractérisation de la Variabilité du Climat Viticole dans Différents Types Climatiques Mondiaux

Le Système CCM Géoviticole peut aider l'étude de la variabilité du climat viticole dans les différents types (climats mondiaux (ex.: variabilité du climat du type méditerranéen trouvé dans plusieurs pays producteurs (monde).

d) L'étude de la Diversité Climatique des Grandes Régions Géographiques Viticoles par Rapport à la Variabili Mondiale

Le Système CCM Géoviticole permet la caractérisation de la variabilité climatique d'une grande région ou d'u pays au sein des climats viticoles mondiaux, comme a été montré sur le climat viticole des régions française (Tonietto, 1999) et sur la sous-région de la zone méditerranéenne de la France (Hormozabal et al., 2002). U exemple sur la diversité du climat viticole dans différents pays de l'Amérique du Sud est présenté sur la Figure (Tonietto, 2001). Une série d'études au niveau de 10 pays Ibéro-Américains est en cours (Sotés et Tonietto, 2004

e) La Caractérisation du Climat Viticole à Variabilité Intra-Annuelle

Le Système CCM Géoviticole introduit le concept des régions de climat viticole à "variabilité intra-annuelle", q correspond aux régions qui changent de classe de climat viticole en fonction de la période de l'année au cou de laquelle le raisin peut être produit.

Le concept est utilisable pour les régions localisées surtout dans la zone intertropicale à plus d'une récolte d raisin par an ou à des récoltes délocalisées dans l'année. Cette méthodologie apporte une contribution nouve dans le sens d'intégrer la caractérisation et l'interprétation du climat des régions viticoles situées dans les zone les plus chaudes comme, par exemple, à Petrolina - dans la Vallée du São Francisco, au Brésil. Cette régio présente en faite 3 climats viticoles distincts tout au long de l'année. Quelques applications pratiques sur ce typ de climat sont présentées par Tonietto et Teixeira (2004), Conceição et Tonietto (2005) et Tonietto et al. (2006).

f) L'Evaluation de l'Impact Viticole lie au Changement Climatique Global

Le climat se modifie et a déjà été soumis à un réchauffement de la température de l'air au niveau du globe: au moins 0,5 °C les 100 dernières années, changement nettement perçu sur les données de l'Organisation Météorologique Mondiale - O.M.M. Les répercussions viticoles sont évidentes au niveau des régions productrices

SYSTÈME CCM GÉOVITICOLE : Groupes Climatiques

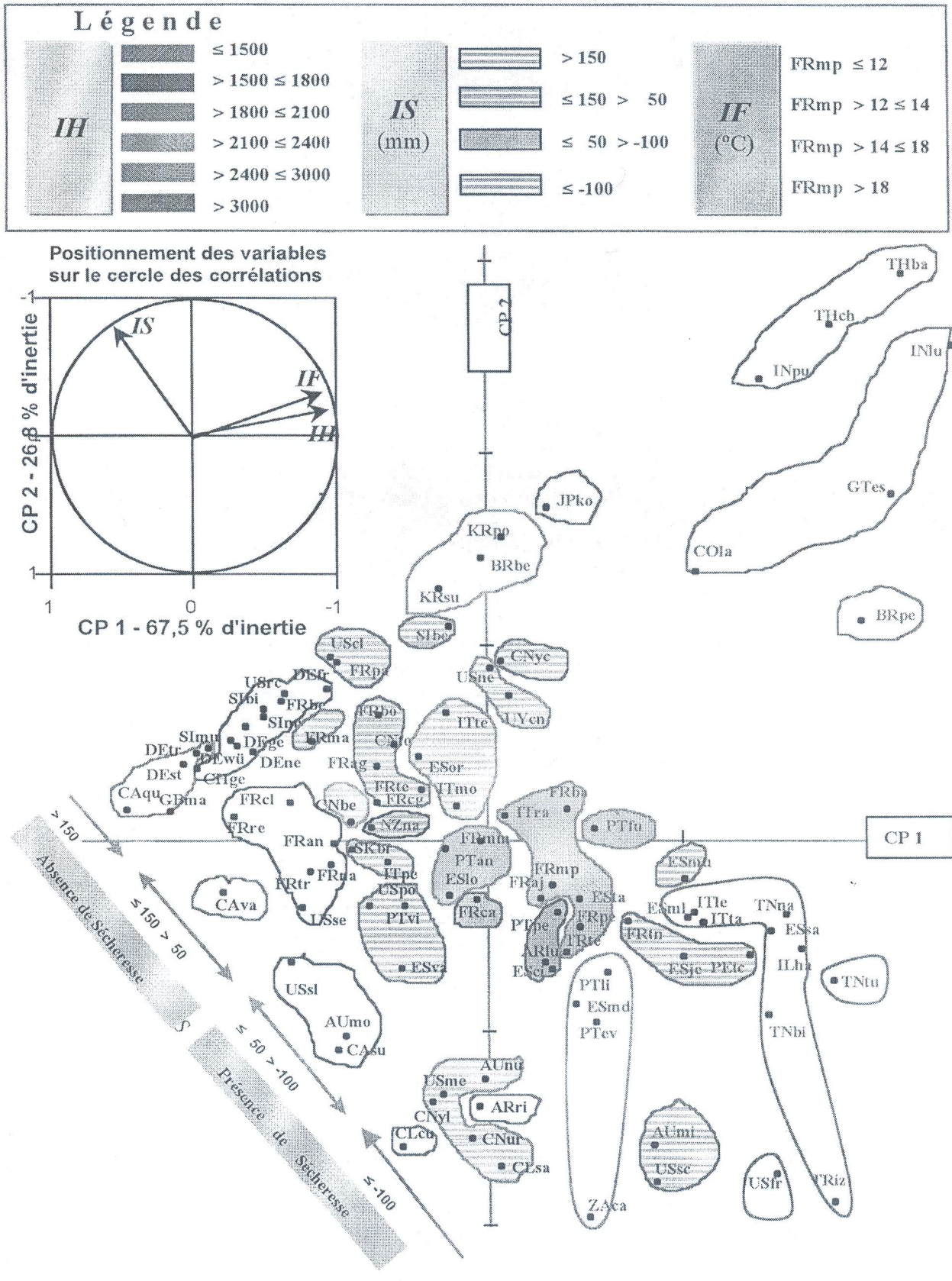


Figure 2. Analyse en Composantes Principales pour les 3 indices climatiques (IH, IS, IF) de 97 régions viticoles mondiaux: positionnement des régions viticoles, climats viticoles et groupes climatiques des régions (Tonietto et Carbonneau, 2004).

Différents Groupes Climatiques dans la Viticulture de l'Amérique du Sud

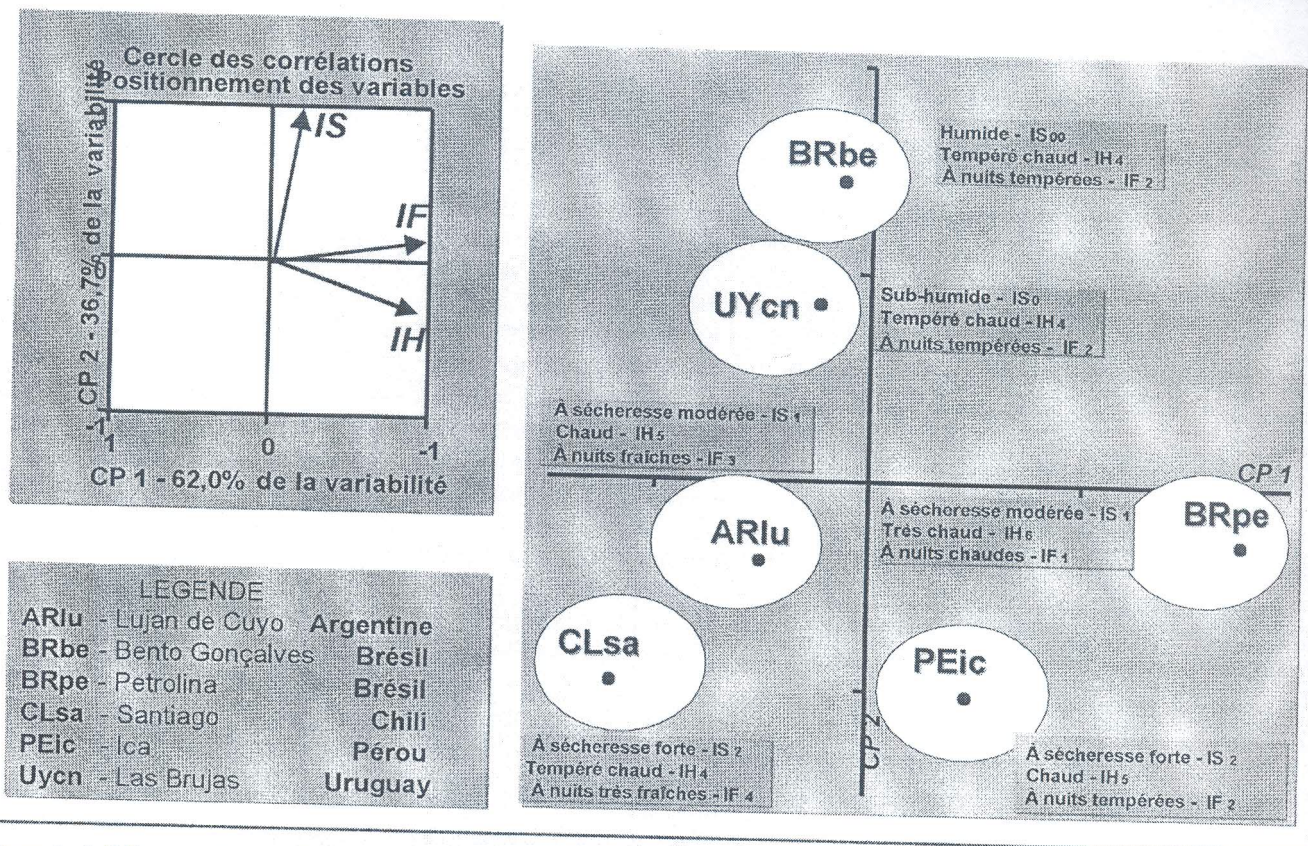


Figure 3. A.C.P. avec divers climats viticoles dans le vignoble d'Amérique du Sud: appartenance à des groupes climatiques différents avec une variabilité naturelle des facteurs climatiques et, certainement, des répercussions sur l'originalité et la typicité des vins de cette grande région.

Une simulation, sur quelques régions viticoles de la France, a montré que avec une augmentation de la température de l'air de 0,5 °C au cours du XXI siècle (très inférieure aux prévisions par les scénarios actuels), on aurait un impact - très important - sur le profil des potentialités thermiques des régions viticoles, au point de permettre aux régions d'envisager éventuellement un changement au niveau de l'encépagement. En plus, une augmentation de 0,5 °C de la température nous permet de visualiser une nouvelle frontière dans la géographie viticole, avec une augmentation d'un degré de latitude Nord et Sud, soit une frange d'à peu près 100 km par rapport aux limites actuelles sur chaque hémisphère (Carbonneau et Tonietto, 1998). L'étude, qui a centrée l'attention sur les aspects héliothermiques, peut être développée sur l'aspect hydrique et nycthermique compris dans le Système CCM Géoviticole.

Quelques éléments d'utilisation du système pour l'évaluation de l'impact climatique sur la viticulture sont présentés par Tonietto (2004), Lebon (2004) et Tondut et al. (2006).

g) L'Analyse Prospective de l'Impact Climatique de l'action Humaine sur le Milieu Viticole Envisageant la Protection des Terroirs Viticoles

Un exemple de cet usage est montré sur l'étude d'évaluation, a priori, de l'impact du changement climatique potentiel de l'implantation de 3 usines hydroélectriques dans la Vallée du Rio das Antas - région vitivinicole de la Serra Gaúcha - Brésil, sur la potentialité et qualité de la viticulture régionale (Tonietto et al., 2002). L'étude a été développée en utilisant la modélisation climatique numérique avec le modèle RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), pour arriver à une caractérisation du climat futur au niveau du mésoclimat régional. Tout d'abord, les indices IH, IS et IF ont été calculés et mis en comparaison avec les mêmes indices concernant le climat actuel. Les comparaisons ont permis d'estimer une petite influence négative sur des aspects mésoclimatiques liées à la qualité potentielle du raisin en fonction de l'IS et de l'IF. Aucune influence n'a pas été constatée sur le potentiel héliothermique.

h) La Caractérisation de l'Amplitude du Climat Viticole - Effet Millésime

Il est à noter que le climat viticole d'un lieu peut changer d'une année à l'autre, ce qui aboutit à deux sous-concepts: le climat viticole moyen, et l'amplitude du climat viticole. Dans cette réalité, l'approche du système rend possible la caractérisation de l'amplitude du climat viticole des régions (climat viticole des millésimes) qui, quant à eux, peuvent être améliorés en rajoutant des informations climatiques complémentaires aux indices climatiques IS, IH et IF (Tonietto, 1999). À Bento Gonçalves, Brésil, l'étude de l'amplitude du climat viticole a bien discriminé les grands millésimes de la région (Tonietto et Carbonneau, 1999).

i) La Mise en Relation entre le Climat Viticole et la Qualité du Raisin et du Vin

Les études au niveau du macroclimat de la viticulture mondiale mettent en évidence le rôle majeur des groupes climatiques des régions viticoles sur la typicité reconnue des vins, au plan des leurs caractéristiques organoleptiques (Tonietto, 1999; Tonietto et Carbonneau, 1999). La bonne cohérence trouvée entre les groupes climatiques et les caractéristiques concernant la typicité reconnue des vins des régions est également une façon de valider l'approche climatique intégrée par le Système CCM Géoviticole.

Dans le domaine du zonage vitivinicole, la méthodologie du Système CCM Géoviticole permet la caractérisation du climat viticole et sa mise en relation avec la qualité du raisin et la typicité des vins. Les études développées avec le cépage Syrah dans le sud de la France ont permis de conclure, en règle générale, que la typicité des vins garde toujours un positionnement relatif déterminé, a priori, par son regroupement climatique du Système CCM (Tonietto, 1999).

j) Zonage Vitivinicole et Identification de Nouvelles Régions à Potentiel Viticole

Le Système CCM Géoviticole n'est applicable qu'aux régions viticoles existantes, car il s'applique une fois pris en compte les critères climatiques limitants de la viticulture (risque de gelée, conditions climatiques pour la levée de la dormance des bourgeons, risque des maladies cryptogamiques, etc.). En revanche, il peut contribuer à l'identification de nouvelles régions à potentiel viticole dans les limites de sa faisabilité, comme démontre Hormazabal et al. (2002) en France et Tonietto et al. (2006) dans l'état du Rio Grande do Sul au Brésil. Montes (2006), au Chili, utilise le système pour caractériser les climats viticoles de plusieurs régions du pays.

k) La Modélisation et la Cartographie Climatique des Régions

Pour une région précise, les indices du Système CCM Géoviticole peuvent être cartographiés avec l'utilisation des modèles de terrain et autres informations dans des Systèmes d'Information Géographiques - SIG, dans le but d'un vrai zonage des potentialités climatiques pour la vigne. Une application sur l'ensemble de l'état du Rio Grande do Sul est présenté par Tonietto et al. (2006).

Autres Outils et Caractéristiques du Système CCM

a) Utilisation du Système à Différentes Echelles Climatiques

Le Système permet de travailler à différents niveaux d'échelle: du macroclimat au mésoclimat, à l'échelle mondiale, au niveau des pays viticoles, au niveau des vignobles ou parcelles viticoles.

Dans le domaine du zonage vitivinicole, la méthodologie de caractérisation du climat viticole du système ouvre la perspective d'approfondir la recherche du climat sur la typicité des produits à différents niveaux d'échelle - au niveau d'un pays (Tonietto, 1999), d'une grande région viticole (Tonietto, 1999) ou d'une petite région viticole (Tonietto et Carbonneau, 1998; Hormazabal et al., 2002), comme démontrent les études développées.

b) Estimation de l'Impact Microclimatique par Rapport aux Changements des Technologies Viticoles

Avec le Système CCM Géoviticole nous pouvons aussi réfléchir en terme de changement technologique au niveau du microclimat de la vigne, par intermédiaire du changement du système de conduite et de l'entretien du sol par exemple. Une simulation sur un vignoble situé à Bordeaux - vigne traditionnelle et sol nu, par rapport à un changement technologique de type vigne avec un palissage haut ou vigne en lyre enherbée à 50%, va augmenter l'interception du rayonnement, la température du feuillage et jouer sur le bilan hydrique. On s'aperçoit que le vignoble de cette région augmente la valeur de l'IH (en estimant une augmentation de 0,5 °C au niveau du feuillage pendant l'été) et réduit la valeur de l'IS (Carbonneau et Tonietto, 1998). Dans cet exemple, le vignoble ayant connu un changement technologique atteint un nouveau profil et se déplace au niveau des régions viticoles mondiales par rapport à la situation classique.

c) Adaptation des Indices et des Périodes de Calcul en Fonction des Caractéristiques Spécifiques des Régions

Pour une classification au niveau mondiale, le Système CCM Géoviticole a été structuré pour avoir le plus grand nombre de classes pour les différents indices climatiques viticoles. Ceci a été fait pour souligner les différences les plus significatives au niveau du climat des régions viticoles. Par contre, cela signifie que, pour l'étude de chaque région viticole au niveau mésoclimatique, il conviendra d'établir des sous-classes dans chaque classe de référence des indices, basées maintenant sur la variabilité statistique de ses données.

Pour les différentes études de zonage, les indices IH, IF et IS peuvent également être modulées en fonction de la durée du cycle de la vigne (par exemple - dans l'Hémisphère Nord: moment final à 15 août ou 15 octobre pour l'IH et l'IS; juillet 16 jusqu'au 15 août ou septembre 16 jusqu'au 15 octobre pour l'IF). Également, il est possible d'utiliser les indices selon la phénologie spécifique des cépages - du débourrement à la récolte pour l'IH et l'IS ou la période de maturation (période véraison-récolte) pour l'IF.

L'IS calculé des régions est comparable entre elles du point de vue climatique. Du point de vue viticole, au niveau des régions viticoles, la réserve utile en eau du sol peut être différente, même sur une moyenne de parcelles. Ceci paraît important pour des régions possédant une nappe de sol ou de site très dominante comme des sols profonds ou des coteaux. Dans ces cas notamment, les interprétations des résultats de l'IS pour une région donnée sont plus proches de la réalité si l'on prend en considération les informations disponibles concernant la réserve réelle en eau utilisable pour la vigne. Ainsi, W_0 pourra être modifiée pour une région déterminée qui présente une large majorité des sols avec moins de capacité de rétention d'eau utilisable pour la vigne (exemple: $W_0 = 100$ mm) ou des sols très profonds (exemple: $W_0 = 300$ mm).

Également, pour les régions très humides, des informations complémentaires peuvent être obtenues à partir de la simulation du calcul de l'IS, en adoptant $W_0 = 200$ mm au moment initial, mais sans une limite maximale pour le W dans le calcul mois par mois.

Une autre situation est celle des vignobles irrigués. Dans ce cas, l'IS pourra être calculé en utilisant la valeur de la précipitation dans la formule, plus l'eau d'irrigation, pour estimer l'eau potentielle au niveau du sol.

BIBLIOGRAPHIE

Carbonneau, A.; Tonietto, J. 1998. La géoviticulture: de la géographie viticole aux évolutions climatiques et technologiques à l'échelle mondiale. *Revue des Œnologues et des Techniques Vitivinicoles et Œnologiques*, n.8, p.16-18.

Conceição, M.A.F.; Tonietto, J. 2005. Climatic potential for wine grape production in the tropical north region of Minas Gerais State, Brazil. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, v.27, n.3, p.404-407.

Hormazabal, S.; Lyon, G.; Carbonneau, A. 2002. Variabilité et limite du macroclimat viticole méditerranéen de la région des Départements de l'Aude, de l'Hérault et du Gard, dans le Midi de la France. *Progrès Agricole et Viticole*, v.11, n.5, p.102-110.

Lebon, E. 2004. Changements climatiques: quelles conséquences pour la viticulture? <http://www.institut-rhodanien.com/Institutweb/publications/pdf/rencontres6/Lebon.PDF>. pp.31-36.

Montes, C. 2006. Caracterización de la aptitud climática para el cultivo de la vid vinífera de las regiones V, VI, VII y Metropolitana de Chile. Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 60p.

Queijeiro, J.M.G.; Blanco, D.; Alvarez, C. 2006. Climatic zoning and viticulture in Galicia (North West Spain). In: *International Terroir Congress, 2006, Bordeaux-Montpellier. Proceedings. Bordeaux, Enita de Bordeaux*. p.34-38. CD-Rom.

Sotés, V.; Tonietto, J. 2004. Climatic zoning of the Ibero-American viticultural regions. In: *Joint International Conference on Viticultural Zoning, 2004, Cape Town. Proceedings. Cape Town, South Africa, South African Society for Enology and Viticulture-OIV-GESCO*. p. 202. CD-Rom (Viticultural Terroir Zoning 2004).

Tondut, J.-L.; Laget, F.; Deloire, A. 2006. Climat et viticulture: évolution des températures sur le département de l'Hérault - un exemple de réchauffement climatique. *Revue Française d'Œnologie*, n.219. 16p.

Tonietto, J. 1999. Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France: méthodologie de caractérisation. (Thèse Doctorat). École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - ENSA-M. 233p.

Tonietto, J. 2001. Valorização do ecossistema: importância da regionalização vitivinícola na produção de vinho de qualidade. In: *Congresso Latinoamericano de Viticultura y Enología, 8, 2001, Montevideo. Annales. Montevideo. Asociación de Enólogos del Uruguay*, p.1-9. (CD rom).

Tonietto, J. 2004. Practical applications of viticultural zoning. In: Joint International Conference on Viticultural Zoning, 2004, Cape Town. Proceedings. Cape Town, South Africa, South African Society for Enology and Viticulture-OIV-GESCO. p. 129-138. CD-Rom (Viticultural Terroir Zoning 2004).

Tonietto, J.; Carbonneau, A. 1998. Facteurs mésoclimatiques de la typicité du raisin de table de l'A.O.C. Muscat du Ventoux dans le Département de Vaucluse. Progr. Agric. Vitic., v.115, n.12, 271-279.

Tonietto, J.; Carbonneau, A. 1999. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada a 100 regiões em 30 países. In: Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 9., 7 a 10 de dezembro de 1999, Bento Gonçalves. Anais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho/Jorge Tonietto e Celito C. Guerra, ed. p.75-90.

Tonietto, J.; Carbonneau, A. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. Agricultural and Forest Meteorology, 124/1-2, 81-97.

Tonietto, J.; Garrido, L.R.; Sônego, O.R. 2002. Avaliação ex-ante do impacto de alterações climáticas do Complexo Energético do Rio das Antas sobre a viticultura regional. Bento Gonçalves: Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho. 76p. (Relatório técnico).

Tonietto, J.; Mandelli, F.; Weber, E.; Hasenack, H. 2006. Viticultural climatic zoning and digital mapping of Rio Grande do Sul - Brazil, using indices of the Géoviticulture MCC System. In: VI International Terroir Congress, 2006, Bordeaux-Montpellier. Proceedings. Bordeaux, Enita de Bordeaux. p.21-26. CD-Rom.

Tonietto, J.; Teixeira, A.H. de C. 2004. Climatic zoning of viticultural production periods over the year in the tropical zone: application of the methodology of the Geoviticulture MCC System. In: Joint International Conference on Viticultural Zoning, 2004, Cape Town. Proceedings. Cape Town, South Africa, South African Society for Enology and Viticulture-OIV-GESCO. p.193-201. CD-Rom (Viticultural Terroir Zoning 2004).

Tonietto, J.; Vianello, R.L.; Regina, M. de A. 2006. Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola de Minas Gerais. Informe Agropecuário, v.27, n.234, p.32-55.

Vaudour, E.; Shaw, A.B. 2005. A worldwide perspective on viticultural zoning. S.Afr.J.Enol.Vitic., v.26, n.2, p.106-115.