

INDICE BIOCLIMATIQUE DE QUALITE' FREGONI

C. FREGONI et S. PEZZUTTO

La viticulture dans le monde est sous l'étroite dépendance des conditions climatiques. En effet, la culture de la vigne est concentrée entre 30° et 50° de latitude Nord et 30° à 40° de latitude Sud; on trouve également des vignobles en zone tropicale et subtropicale.

Le développement de la vigne et la constitution des raisins, donc de celle des vins, sont strictement en rapport avec les conditions climatiques. De nombreux travaux ont été effectués pour essayer de relier la qualité avec des données climatiques. Ils ont conduit, en particulier à l'établissement de ce qu'on nomme 'Indices bioclimatiques' ^a qui sont des indications permettant dans certains cas, de caractériser les potentialités climatiques d'une zone déterminée pour permettre à des cépages donnés de nourrir correctement leurs fruits. Ils sont également utilisés pour délimiter les zones à plus haute vocation viticole.

Parmi les indices bioclimatiques les plus utilisés, il faut citer ceux de WINKLER (1975), de HUGLIN (1986 et 1998), de BRANAS (1974), de HIDALGO (1980), de ZULUAGA (1971), de CONSTANTINESCU (1967). Ces indices expriment surtout la puissance climatique (par exemple, en relation avec la teneur en sucres). Nous renvoyons le lecteur à la bibliographie pour un examen détaillé de l'intérêt de ces différents indices.

Dans ce travail, nous donnons les valeurs de l'indice bioclimatique proposé par le Professeur Mario FREGONI (indice appelé dans ce travail IF) pour différentes régions viticoles situées en Italie et dans quelques autres pays. Une comparaison avec l'indice de WINKLER est également effectuée.

INDICE BIOCLIMATIQUE DE FREGONI (IF)

En 1973, dans un symposium de l'OIV au Mexique, le Professeur Mario FREGONI a proposé un nouvel indice bioclimatique prenant en compte la somme des différences thermiques (différence journalière entre la température maximale et la température minimale) du mois précédant la récolte ainsi que la somme des heures, pendant ce même temps, pendant lesquelles la température était inférieure à 10°C. Cet indice a fait l'objet, de sa part, de plusieurs analyses (1985 et 1998). Dans le dernier travail (*Viticultura di qualità*, 1998), il a insisté sur l'importance des paramètres climatiques utilisés et la qualité des vins.

Il est bien connu que la meilleure qualité des vins est obtenue dans les zones viticoles présentant de grandes différences thermiques entre le jour et la nuit, pendant la période de pré-récolte et des températures nocturnes inférieures à 10°C. On peut citer le Chili, la Napa Valley, la Sonoma Valley, Monterey (Californie), la province de Cap (Afrique de Sud), différentes zones viticoles européennes, etc... possédant des vins réputés.

Il a été démontré qu'une différence thermique importante permet à la vigne, de synthétiser des quantités plus élevées de sucres, de composés aromatiques, de composés phénoliques (anthocyanes en particulier) et de les transférer dans la baie. MAUJEAN (1983), a montré qu'après une journée avec une importante variation thermique jour-nuit, la quantité de sucres dans la baie était plus élevée. Les observations d'un grand nombre de viticulteurs et les différentes études menées par les chercheurs confirment que des différences thermiques élevées entre le jour et la nuit, avant récolte, sont favorables à la synthèse des anthocyanes et des composés aromatiques. Les 10 derniers jours sont les

plus importants pour la qualité. Les recherches conduites par WINKLER (1975) relatives à l'effet des différences thermiques jour-nuit sur le contenu des anthocyanes des baies sont classiques. La couleur la plus élevée a été obtenue avec une différence de -10°C entre la température diurne (25°C) et la température nocturne (15°C) ; par contre, le contenu le plus faible en anthocyanes a été obtenu quand la température nocturne a été plus élevée (30°C) en comparaison à celle de la journée (25°C) soit une différence de $+5^{\circ}\text{C}$.

Il faut souligner que la vigne éprouve des difficultés, pour assurer le transfert des composants issus de la photosynthèse, quand les températures nocturnes sont élevées (comme dans les climats sans variations thermiques significatives).

Pour les motifs que nous venons d'exposer, les meilleurs caractères organoleptiques des raisins et des vins sont obtenus sous des climats présentant des différences thermiques élevées pendant la période qui précède la vendange. Ainsi les vignobles situés sur les collines et les flancs des montagnes permettent d'obtenir des vins de qualité supérieure à ceux provenant des vignobles de plaines ; en général, les arômes sont plus fins, la couleur (anthocyanes) est plus brillante et plus stable, les polyphénols moins oxydables et les vins mieux équilibrés.

Partant des idées précédentes, GLADSTONES (1992) a proposé un indice calculé avec la somme des différences entre les températures maximales et minimales diurnes du mois le plus chaud, en ajoutant la différence entre la température maximale et la température minimale mensuelle.

Mario FREGONI a également considéré qu'un indice calculé à partir des données climatiques avant la récolte serait plus significatif. Il rendrait mieux compte de l'influence du climat sur la maturation des baies surtout si on considère les relations avec la qualité (finesse aromatique, anthocyanes, astringence réduite) et non seulement la teneur en sucres, cette dernière étant plus liée aux températures élevées. En outre, le mois le plus chaud (en Europe, le mois de Juillet), possède normalement des minimales thermiques journalières élevées, rarement inférieures à 10°C . Au mois de Juillet, la baie est encore dans la phase herbacée, bien avant la véraison, qui est le signe du début de la maturation.

CALCUL DE L'INDICE DE QUALITE' FREGONI

Si l'on considère la corrélation avec la maturation, selon M. FREGONI, l'indice bioclimatique de qualité le plus correct doit être calculé en tenant compte du mois précédant la récolte, période au cours de laquelle sont synthétisés les sucres, les anthocyanes, les composés aromatiques, etc... Le meilleur état de maturité des composés phénoliques (des pellicules et des pépins) est obtenu quand la teneur en anthocyanes est la plus élevée, les tanins nobles de la pellicule les plus élevés et les tanins durs, agressifs, des pépins très faibles.

Dans les variétés très précoces, ou précoces, la durée de la phase véraison-récolte est inférieure à 30 jours. Mais, pour la plupart des variétés de cuve, elle est nettement plus longue, à savoir supérieure à 30 jours.

En utilisant les données climatiques des 30 jours qui précèdent la récolte, l'indice bioclimatique de qualité doit être calculé de la façon suivante

$$I. F. = \sum_{1}^{30} (T_{\max} - T_{\min}) \times \sum_{1}^{30} (n^{\circ} h < 10^{\circ}\text{C})$$

où T_{\max} et T_{\min} sont les températures maximales et minimales journalières et h les heures (nombre)

pendant lesquelles la température de chaque jour est inférieure à 10°C. C'est l'indice le plus exact.

Si les températures maximales et minimales sont facilement disponibles, dans les observatoires climatologiques simples, il n'en est pas de même des heures pendant lesquelles la température est inférieure à 10°C. L'obtention de ces données est plus difficile et demande beaucoup de travail.

Pour cette raison, Mario FREGONI propose un indice de qualité simplifié (IFs) calculé de la façon suivante :

$$I.F.s = \sum \frac{30/TX}{1/TX} (T_{max} - T_{min}) \times \sum \frac{30/TX}{1/TX} (n^{\circ} \text{ dd} < 10^{\circ}\text{C})$$

Les 30 jours considérés sont ceux du mois de septembre (le mois des vendanges dans l'hémisphère nord) ; la somme $T_{max}-T_{min}$ se réfère à chaque jour de septembre ; $n^{\circ} \text{ dd}$ est le nombre de jours au cours desquels la température est restée inférieure à 10°C. Sur un plan qualitatif n'est pas indifférent si la même oscillation thermique (ex. 10°C) se vérifie entre 25° et 15° ou entre 15° et 5°. En multipliant le nombre de jours présentant une température inférieure à 10°C, les climats avec un saut thermique plus élevée pendant le mois de septembre sont plus valorisés.

En prenant le mois de septembre, on rend plus facile la comparaison avec les zones viticoles des aires géographiques différentes.

En ce qui concerne l'hémisphère sud, le mois plus significatif est celui de mars, pendant lequel on récolte la plus grande partie des variétés de raisin de cuve à cycle long.

L'INDICE FREGONI EN ITALIE

L'Italie, du point de vue climatique, est assez intéressante pour l'étude d'un indice bioclimatique, puisqu'on y passe des climats septentrionaux alpins, aux climats des Apennins et au climat méditerranéen.

En utilisant les données aimablement mises à notre disposition par l'UCEA (Ufficio Centrale di Ecologia Agraria — Rome), on a déterminé les valeurs de l'indice Fregoni simplifié pour 29 stations météorologiques situées à différentes latitudes et altitudes et dans plusieurs régions italiennes ([Figure 1](#)). Malheureusement, il s'agissait souvent de stations de zones non viticoles, en outre, les stations se trouvent à des distances du sol plus élevées que celles des vignobles. Toutefois, à partir de ces indices calculés pour le mois de septembre et sur plusieurs années, on peut avoir une idée sommaire et comparative de son intérêt. Dans la [Figure 2](#), nous donnons les valeurs des indices Fregoni pour différentes régions. Il existe des différences importantes puisqu'on passe de 183 (Ligurie) à 2.966 (Trentin-Haut Adige). Moyennement, l'Italie du Sud présente un indice Fregoni plus bas (555) que l'Italie Centrale (671) et que l'Italie septentrionale (1.367).

D'une manière plus correcte, l'indice doit être calculé à partir des données fournies par des postes météorologiques situés dans le vignoble à une hauteur inférieure à 2 m. En effet, on sait que les variations thermiques les plus élevées se rencontrent près du sol. Pour ces différentes raisons, les vignobles avec des modes de conduite à une hauteur limitée (grappes à moins de 1 m du sol) ressentent plus fortement les influences (photosynthèse) des différences thermiques.

A partir de la Figure 2, on peut également déduire que l'indice de WINKLER augmente avec la diminution de la latitude (comme en Californie), du nord au sud : 1709° C à Geisenheim, 2529° C dans le Haut-Adige, 4140° C à Palerme, 5200° C à Alger. En revanche, l'IFs est corrélé à la latitude :

plus haut au nord que au sud. L'indice de WINKLER est lié à la chaleur solaire (radiation), tandis que l'indice Fregoni est corrélé aux différences thermiques et aux nombres de jours dont les températures sont inférieures à 10° C ; ces dernières température, dans l'indice WINKLER, ne sont pas considérées. L'indice FREGONI est davantage corrélé à la qualité réelle : arômes, couleur brillante et stable, tanins ronds non herbacés et non astringents, composition enzymatique.

Pour comparer des données en Italie avec celles d'autres pays, on a calculé l'IFs dans une zone viticole de production de mousseux classique espagnol, cava, situées près de Villafranca del Penedes, dans une station maritime qui a donné un indice de 1.259

Une comparaison analogue a été effectuée entre deux stations viticoles au Chili, une plus chaude non loin de l'océan, qui a donné un IFs de 3.054, et l'autre à l'altitude de Santiago qui a fourni un indice de 10.012 (février) et de 16.486 (mars) ; le mois de mars correspond au mois de septembre dans l'hémisphère Nord.

Le Chili est probablement le pays avec les différences thermiques diurnes-nocturnes les plus marquées, à cause de l'influence des courants aériens descendant de la cordillère des Andes et du courant de Humboldt provenant du Pacifique.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les variations thermiques jour-nuit sont favorables à la qualité des raisins et des vins, en particulier pour les composés aromatiques et les composés phénoliques. Les jours avec des températures inférieures à 10° C ont les mêmes effets sur la finesse et la qualité en général. On constate que dans le calcul d'un grand nombre d'indice bioclimatique les températures inférieures à 10° C ne sont pas souvent prises en compte car elles n'influencent pas la photosynthèse et elles sont considérées négatives, nuisibles ou sans signification physiologique. En revanche, ces conditions sont strictement corrélées avec la qualité, la finesse et la réputation des vins de différents pays. La période de plus grande influence du climat sur la qualité des raisins est la période de la maturation grosso modo le mois avant la récolte.

Selon les indice bioclimatiques calculés sur environ 30 stations météorologiques officielles, situées dans les différentes régions italiennes, il n'existe pas un parallélisme entre l'indice de WINKLER et celui de FREGONI. Il faut rappeler que l'indice de WINKLER est calculé entre avril et septembre et représente la somme des températures moyennes journalières supérieures à 10° C auxquelles on soustrait 10° C. Il ne tient pas compte des jours avec les températures inférieures à 10° C. L'indice de WINKLER est, par conséquent, un indice macro climatique plus lié aux puissances énergétiques solaires du climat.

L'indice FREGONI met l'accent sur toutes les températures inférieures à 10° C, considérées fondamentales pour la qualité et la finesse, dans les 30 jours précédant la récolte.

Les différences thermiques jour/nuit et les basses températures nocturnes (<10° C) sont le résultat de l'altitude, de l'exposition, des courants aériens des montagnes, des collines ou marins et océaniques. Par conséquent, l'Indice FREGONI pour déterminer la vocation d'un lieu pour la qualité du vin doit être calculé pour des zones limitées. Les fonds des vallées présentent des grandes variations thermiques, mais n'ont pas vocation pour la qualité. La hauteur des grappes par rapport au sol est aussi importante car les plus fortes variations thermiques se rencontrent près du sol. Les valeurs l'IFs ont été déterminées pour l'Italie sur de nombreuses stations météorologiques. L'IFs est corrélé à la latitude, au contraire les indices de Winkler et de Huglin sont inversement corrélés à la latitude.

L'IFs semble aussi corrélé à l'altitude : il résulte plus élevé à Santiago au Chili (16.486) que dans l'Italie du Nord (maximum 2.966).

L'extension des recherches sur l'indice bioclimatique proposé par le Professeur Mario FREGONI

pourra mieux définir les corrélations entre les niveaux de l'indice et la possibilité d'obtenir des vins de qualité des différentes variétés. On peut déjà proposer d'utiliser cet indice pour délimiter les zones viticoles de qualité.

Résumé

L'indice bioclimatique de qualité Fregoni

Les indices bioclimatiques viticoles qui existent ne considèrent pas, dans les calculs, les températures diurnes inférieures à 10°C, pour des raisons physiologiques.

M. Fregoni a établi, au contraire, une relation entre les températures inférieures à 10°C et la qualité et la finesse des vins, quand les mêmes se vérifient dans les jours de la maturation des baies, environ dans les 30 jours précédant la récolte.

Pour ces raisons, Fregoni a proposé un indice bioclimatique de qualité qui comprend la somme des écarts des oscillations thermiques jour-nuit et la somme des jours (multipliés par trois) ayant températures inférieures à 10°C ; cet indice doit être calculé pour le mois de septembre, au cours duquel sont récoltées de nombreuses variétés de cuve de l'Europe. L'indice est influencé par l'altitude, les courants d'air et par la distance des grappes de la terre.

L'étude de l'indice Fregoni dans 29 stations météorologiques de différentes Régions italiennes, a démontré qu'il existe une corrélation avec la latitude (au contraire avec l'indice Winkler).

L'indice Fregoni est résulté similaire à ceux italiens dans deux zones du cava de Villafranca del Penedes, mais il est apparu beaucoup plus élevé au Chili, le Pays qui probablement possède les plus hautes oscillations thermiques diurne du mois de mars.

BIBLIOGRAPHIE

- BRANAS J. 1974. Viticulture. Ecole National Supérieure Agronomique, Montpellier.
- FREGONI M. 1973. — Ecologia e viticoltura: adattamento degli obiettivi della produzione all'ambiente naturale. Frutticoltura, 12: 9-25.
- FREGONI M. 1985. Viticoltura generale. Reda, Roma.
- FREGONI M. 1998. Viticoltura di qualità. Grafiche Lama, Piacenza.
- GLADSTONES J. 1992. Viticulture and Environment. Winetitles, Australia.
- HIDALGO L. 1980. Caracterizacion macrofisica del ecosistema medioplanta en los vinedos espanoles. Instituto Nacional de Investigaciones Agraria, Madrid.
- HIDALGO L. 1999. Tratado de viticultura general. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- HUGLIN P. 1986. Biologie et écologie de la vigne. Ed. Payot Lausanne, Paris.
- MAUJEAN A., BRUN O., VESSELLE G., BUREAU G., BOUCHER J.M. et FEUILLAT M., 1983. Etude de la maturation des cépages champenois. Modèles de prévision de la date de vendange. Vitis, 22: 137-150.

WINKLER A.J., COOK J.A., KLIEWER W.M. et LIDER L.A., 1974. General Viticulture. Berkeley, Los Angeles, California.

ZULUAGA P., ZULUAGA M., LUMELLI J. et DE LA IGLESIA F.J., 1971. Ecologia de la vid en la Republica Argentina. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de la Viticultura. Boletin Especial.

Tableau I

Indice Fregoni simplifié (Ifs) par macrorégions pour l'Italie

	IFs
ITALIE DU NORD	1.367
ITALIE DU CENTRE	671
ITALIE DU SUD	555

Tableau II

Indice Fregoni simplifié (Ifs) de Villafranca del Penedes (Espagne) et du Chili

LOCALITÉ	MOIS	Ifs
Villafranca del Penedes (Espagne) (100 m)	Septembre (moyenne 1996- 1999)	1259
Longovilo (S. Pedro — Chili)	Février '99	3054
Paine - Santiago (Chili)	Février '99	10012
Paine — Santiago (Chili)	Mars '99	16486



Fig. 1 - Stations météorologiques italiennes.



Fig. 2 - A l'intérieur de chaque Région est indiqué l'indice Fregoni simplifié (moyenne de 3 ans) et l'indice de Winkler.