

VIGNE ET LEVURES OENOLOGIQUES « SUR-MESURE » POUR UNE INDUSTRIE VINICOLE AXÉE SUR LE MARCHÉ ET SUR LA QUALITÉ

PART 3: COMMERCIALISATION

I.S. Pretorius

Institute for Wine Biotechnology, Department of Viticulture and Oenology, Stellenbosch University, Stellenbosch 7600, South Africa

4. La commercialisation des cépages génétiquement améliorés et des souches de levure oenologique.

4.1 Les défis face à la commercialisation des plants de vignes et des levures oenologiques sur mesure

Obstacles scientifiques et techniques: Bien que la cause scientifique forte et persuasive pousse à l'utilisation de la technologie génétique pour améliorer les raisins et le vin, l'industrie vitivinicole est entrée dans le 21^{ème} siècle sans variété de plant de vigne transgénique et sans que ne soit utilisée à une échelle commerciale une levure oenologique recombinée. Cependant, des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années afin de surmonter les obstacles techniques et cela, en vue de définir les exigences de l'industrie du vin au niveau génétique et d'améliorer les variétés de plants de vigne et des souches de levure oenologique en fonction de la définition de ces mêmes exigences.

Le développement de méthodes de transformation génétique pour *S. cerevisiae* (en 1978) et *V. vinifera* (en 1989), et l'avènement de la technologie, par laquelle les génomes entiers, les transcriptomes, les protéomes et les métabolomes peuvent être analysés, ont ouvert indubitablement de nouveaux horizons pour l'industrie vitivinicole. Il est néanmoins important de noter que l'information et la technologie qui existent actuellement pour les systèmes modèles de plants et de levures doivent être étendues aux génomes des plants de vigne et des levures oenologiques industrielles, qui sont bien plus complexes, avant que toutes les exigences des producteurs, consommateurs et autorités compétentes soient satisfaites et que tous les problèmes qu'ils rencontrent soient réglés. Les récents « prototypes » prometteurs de cépages et de levures oenologiques génétiquement modifiés laissent à penser que ces objectifs sont du domaine du possible.

Obstacles légaux : Les problèmes initiaux liés à l'approbation légale de l'utilisation des plantes et organismes génétiquement modifiés dans l'industrie agro-alimentaire sont à présent résolus petit à petit par un consensus grandissant selon lequel le risque est reconnu comme étant principalement une fonction des caractéristiques d'un produit plutôt que comme l'utilisation de la modification génétique *per se*. Le concept de « équivalence substantielle » est largement utilisé dans la détermination de la sécurité en comparaison avec les produits conventionnels analogues alimentaires (nourriture et boissons). Quand cette équivalence substantielle peut être démontrée, il n'est pas nécessaire d'apporter de plus amples considérations de sécurité. Lorsque l'équivalence substantielle ne peut être démontrée de façon convaincante, les points de différence doivent être soumis à un examen plus minutieux quant à la sécurité.

La législation et les règlements, bien que différents dans les détails, sont largement similaires dans la plupart des pays. Les directives concernant l'approbation des produits génétiquement modifiés et la mise en marché d'OGM demandent généralement plusieurs garanties évidentes. Cela comprend la définition complète de la séquence d'ADN introduite et l'élimination de toute séquence non indispensable à l'expression de la propriété souhaitée, ainsi que l'absence de tout avantage sélectif conféré à l'organisme transgénique qui puisse lui permettre de devenir dominant dans les habitats naturels. Il faut également que l'ADN modifié ne représente pas de danger pour la santé de l'homme ou pour l'environnement et représente un avantage évident pour le producteur et le consommateur.

Obstacles liés à la propriété intellectuelle et dépôt de brevet : Les brevets couvrant la plupart

des outils génétiques (c'est-à-dire les séquences d'ADN, les promoteurs de gènes, les marqueurs de gènes, les vecteurs, etc...) et les méthodes génétiques (c'est-à-dire les protocoles de modification) généralement utilisés dans les modifications génétiques laissent peu de « liberté d'agir ». Il est ainsi impératif de régler les problèmes de propriété intellectuelle tels que les brevets ou d'autres formes de protection des gènes, des promoteurs et des technologies par des accords formels. Si la propriété d'un plant de vigne transgénique ou d'une levure œnologique modifiée fait l'objet d'un litige, la mise sur le marché de plants de vigne et de souches de levure œnologique génétiquement améliorés pourrait créer des obstacles au processus de commercialisation. D'un autre côté, les plants de vigne et les levures œnologiques génétiquement améliorés (présentant des propriétés « suffisamment distinctes ») doivent également être protégés d'une façon ou d'une autre par leur créateur. Cependant, le fait que le plant de vigne et la levure œnologique transgéniques puissent eux-mêmes être brevetés ou protégés peut également dépendre de la législation et des règlements propres à chaque pays producteurs de vin.

Obstacles politiques et économiques : Il est bien connu que les économies sont dirigées par différentes forces et passent ainsi par des cycles de vie. Par exemple, en termes de ressources, l'*Economie Industrielle* a été « l'économie de la rareté » car tout ce qui nourrissait l'économie était rare et disponible seulement pour quelques nations. L'*Industrie de l'Information* actuelle, qui a été bâtie sur les succès de l'*Economie Industrielle*, est dirigée par « l'économie de l'abondance », et grâce aux communications, aux technologies informatiques et à l'Internet, l'information n'est plus une denrée rare. En outre, il existe d'ores et déjà des spéculations selon lesquelles l'Economie de l'Information n'est que la première phase de la *Bioéconomie*, qui repose sur les piliers de la Technologie de l'Information et sur la Biotechnologie. Il existe de nombreuses preuves que la *Bioéconomie de l'Information* a déjà apporté plus de transformations économiques dans les quelques dernières décennies qu'il n'en fut apporté par l'Economie Industrielle dans les siècles précédents. Tout le monde ne perçoit pas toutes ces transformations comme des changements positifs. Certains critiques et activistes tirent la sonnette d'alarme publique et nourrissent les ordres du jour politiques et les protestations contre la globalisation et une économie universelle « sans frontières ». Certains lobbies avancent également que les brevets sur des organismes génétiquement modifiés confèrent un avantage injuste à certains producteurs, en concentrant le pouvoir économique dans les mains de quelques grands producteurs multinationaux. Il est donc prévisible que la commercialisation de plants de vignes et de levures œnologiques génétiquement améliorés n'échappera pas à l'intervention politique des intérêts acquis du protectionnisme économique et agricole. Cette marée montante dans un océan de vin plein à déborder pourrait certainement accroître la tentation de certains de détourner des données scientifiques et d'abuser de la confusion du consommateur afin de justifier des interdictions commerciales et des obstacles techniques au libre-échange.

Obstacles marketing : Le marketing du vin repose beaucoup sur l'intégrité de l'étiquette et l'identité du produit. Ainsi, il est de prime importance que les plants de vigne et les levures génétiquement améliorés n'interfèrent pas avec les noms de variétés et des styles de vin bien établis. Par exemple, l'industrie vitivinicole repose majoritairement sur quelques cépages choisis et hésiterait ainsi beaucoup à introduire de nouveaux noms de variétés. Dans les segments de marché qui génèrent le plus de profit, le nom du cépage (et plus particulièrement les noms des « cinq grands », c'est-à-dire Cabernet Sauvignon, Syrah, Merlot, Chardonnay et Sauvignon blanc), couplé avec l'origine de production et le millésime, forment les piliers de l'information qui est présentée sur l'étiquette de la bouteille aux consommateurs et clients toujours plus portés sur la marque. L'issue du débat actuel sur la description et l'attribution des noms aux plants de vigne transgéniques déterminera ainsi non seulement la procédure à suivre pour la description des variétés de raisin génétiquement modifiées mais aussi, en grande partie, leur acceptation par les viticulteurs ainsi que leur valeur commerciale sur le marché.

Ce débat sur le problème de l'attribution des noms entraîne de nombreux facteurs, tels que l'origine des gènes introduits dans un plant de vigne particulier, la « fidélité à la typicité » d'une vigne transgénique lorsque comparée à son plant de vigne ou son clone original et les qualités organoleptiques et sensorielles du vin qui en est tiré. Etant donné l'immense valeur marketing que

les noms de cépages présentent, il y a un besoin urgent pour un consensus selon lequel les plants de vignes génétiquement modifiés ne diffèrent que peu des sélections de clones de plants de vigne, qui ont été sélectionnés à partir de variations génétiques spontanées et bénéfiques (par exemple, un changement dans la performance du plant). Lorsque les sélections clonales sont utilisées, l'identité peut être connue du viticulteur, mais le vin est toujours mis en marché sous le nom de la variété originale et non sous celui de son clone (généralement spécifié par le numéro attribué au clone). Cependant, il reste à savoir si des nouveaux noms de variétés ou de nouveaux numéros de clones seront attribués aux plants de vigne transgéniques dont les qualités des fruits sont modifiées, tels qu'une couleur ou des composés aromatiques améliorés. Ces incertitudes couplées avec les demandes, manquant d'esprit pratique mais néanmoins fortes, pour que tous les produits développés avec la technologie génétique soient étiquetés de façon spécifique, aggravent les hésitations de l'industrie vitivinicole à adopter des plants de vigne transgéniques et des levures œnologiques modifiées face à ceux qui ne peuvent pas résister à l'envie de surfer sur le marché de la contestation avec des étiquettes stipulant qu'un produit vitivinicole est « garanti sans OGM ».

Obstacles traditionnels et culturels : L'application future de la technologie génétique dans l'industrie vitivinicole devra surmonter des obstacles plus spécifiques encore. Premièrement, les industries nationales, et les industries régionales plus encore, ont des identités très fortes et de profondes racines culturelles, tel qu'illustré par des traditions locales perpétuées fièrement. En conséquence, l'industrie est moins réceptive aux technologies qui promettent des changements révolutionnaires. Dans ce contexte, la crainte existe également que la technologie génétique n'accélère la tendance à standardiser les vins et ce pour satisfaire des grands chaînes de supermarchés et le consommateur « moyen » international, menant ainsi à la perte d'identité, liée au cépage et à la typicité locale. L'application réussie de la technologie de l'ADN modifié dans l'industrie du vin dépendra de l'assurance qu'auront les utilisateurs commerciaux des plants de vigne transgéniques et des levures œnologiques modifiés que les caractéristiques existantes et désirées des vins ne soient pas dénaturées, que les exigences de la législation sur les boissons soient satisfaites et que les cépages et souches modifiés soient stables en pratique et présentent des procédures adéquates de contrôle. Une fois que les traditionalistes seront convaincus des bénéfices évidents au niveau organoleptique, hygiénique et économique qu'apporte une variété de plant de vigne transgénique ou d'une levure œnologique modifiée, ils pourront alors utiliser de telle vigne ou levure, la plupart des entreprises vitivinicoles étant aujourd'hui dans une logique d'industrie agro-alimentaire qui, à ce titre, pourraient développer de nouveaux marchés niches spécialisés dans les « produits vitivinicoles génétiquement modifiés ». Les consommateurs de vin rencontrés dans de tels marchés niches sont souvent passionnés, bien informés, bien éduqués et par-dessus tout, très curieux. Ainsi, les vins génétiquement modifiés produits par un nombre limité de producteurs intéressés attireront certainement l'attention et créeront un nouveau marché niche, qui remportera un vif succès. En commençant comme cela, les larges bénéfices apportés par les technologies de modification génétique deviendront clairs pour les viticulteurs et l'utilisation de ces technologies pourrait ainsi rapidement s'étendre des marchés niches à une acceptation générale.

Obstacles liés à la perception publique : Les inquiétudes émotives et effrayantes ainsi que les mythes liées à l'immoralité des interférences génétiques non naturelles avec la Nature, à une « Frankenbouffe » non sûre et aux ravages globaux causés par les OGM se sont diffusés plus facilement que le bon sens ou la science sage, et ce suffisamment pour faire de cette mascarade une vérité dans le folklore culturel. Ainsi, la perception du public quant aux risques liés à la nourriture génétiquement modifiée a, jusqu'à présent, sous-estimé sa vision des bénéfices potentiels. Les autorités compétentes apparaissent plus désireuses d'approuver l'utilisation des OGM que le public ne l'est de les utiliser. Une proportion significative du public suspecte encore la nourriture génétiquement modifiée d'être dangereuse pour la santé à long terme et les OGM de porter atteinte à l'environnement et à provoquer une diminution de la biodiversité. Ils doutent également sur l'existence d'une protection légale et pratique suffisante contre les accidents impliquant des OGM.

Il est évident que l'éducation du consommateur est essentielle afin d'éradiquer cette peur de l'inconnu. Les scientifiques doivent informer le public et rester ouverts aux expériences, à la recherche et aux produits. Le consommateur doit être rassuré par la mise en place d'une part de systèmes réglementaires de premier ordre et transparents ainsi que d'une législation rigoureuse sur la biosécurité présentant des normes et des définitions techniques claires par rapport aux produits GM. Le consommateur devrait être convaincu grâce à la mise à sa disposition d'estimations de risques propres et de démonstrations claires de sécurité, lui permettant de prendre des décisions, en toute connaissance de cause. Il faut donner l'assurance que l'on ne fera pas avaler de force aux consommateurs du vin GM ou des produits dérivés du raisin GM et ce uniquement par profit et sans qu'aucun avantage clair ne soit démontré pour le consommateur.

4.2 Perspectives futures

Le vin, auquel il est souvent fait référence comme d'une « poésie mise en bouteille », est un produit unique. Sa production, qui antedate l'histoire connue, exige qu'il y soit intégré des aspects artistiques, scientifiques et économiques, un mélange de créativité individuelle et de technologie innovatrice, proche de la perfection. A l'inverse de nombreuses boissons modernes, l'attrait du vin ne repose pas sur des arômes gras et épais, mais plutôt sur un assortiment subtil de sensations changeantes qui rendent son romantisme charmeur indéfinissable. Auparavant, la définition de la qualité du vin était majoritairement la prérogative du producteur, mais dans un marché moderne et globalisé, le contrôle de cette définition est passé au consommateur. Il est ainsi inévitable que la réussite prolongée de vente d'une *expérience sensorielle* mythique, plutôt que celle d'un produit standardisé, dans un marché moderne sera de plus en plus dépendante d'une meilleure compréhension de la biologie de base de la perception humaine et des préférences gustatives, ainsi que du profil olfactif approfondi du consommateur. En outre, en plus d'un produit jouissif par tous ses aspects sensoriels, les consommateurs d'aujourd'hui s'attendent de plus en plus à ce que les vins soient bons pour la santé et produits d'une façon qui respecte l'environnement à long terme.

Ainsi, le défi intimidant qui se pose aux producteurs de vins au 3ème millénaire est de comprendre les motivations fondamentales qui marquent le choix et les achats du consommateur et de produire des vins dont l'attrait est mis en valeur tout en développant simultanément et en mettant en œuvre des pratiques de production bénéfiques à long terme pour la culture du raisin et la viticulture. De tels enjeux sont importants, car les exportations de vins et les aspects de valeur ajoutée d'un tourisme accru lié au vin sont indéniablement avantageux pour les économies de nombreux pays et régions viticoles.

Ces nouvelles tendances économiques de rentabilité dans l'industrie du vin qui est passée d'une industrie artisanale du siècle dernier à des réseaux globaux actuels des producteurs conscients du rôle grandissant que joue le consommateur, dépendront de plus en plus, entre autres, des innovations biotechnologiques. La connaissance grandissante dans les domaines de la chimie sensorielle, de la génétique moléculaire fondamentale et des bioinformatiques (génomique, transcriptomique, protéomique et métabolomique) continuera à accélérer la vitesse à laquelle seront améliorés les plants de vigne et les levures œnologiques pour une industrie vinicole axée sur le marché et la qualité. Les plants de vigne et les souches de levure œnologiques « taillés » génétiquement sur mesure promettent d'aider l'industrie du vin à satisfaire les demandes des consommateurs grâce à un mélange de bénéfices nutritifs, de pratiques environnementales saines et de qualité perçue.

Il existe cependant une multitude de problèmes scientifiques, techniques, économiques, marketing, de sécurité, légaux et éthiques complexes qu'il faudra résoudre. Jusqu'à présent, aucune variété de plant de vigne ou de levure œnologique transgénique n'a été utilisée à l'échelle commerciale, et il continuera à en être ainsi, à moins que les consommateurs et l'industrie ne soient persuadés que les produits GM sont sûrs, de grande qualité et rentables. Etant donné les inquiétudes profondément enracinées dont font preuve les consommateurs et les traditionalistes, ce serait un « suicide commercial » si une cave lançait prématurément sur le marché le premier vin

élaboré à partir de raisins transgéniques ou fermenté avec une levure modifiée. Il est cependant également évident qu'il serait tout aussi handicapant d'ignorer le potentiel phénoménal de la technologie génétique, qui pourrait propulser à pas de géant l'industrie du vin dans l'ère inévitable des produits « sur mesure ». Il existe un bénéfique potentiel immense pour le consommateur et le producteur de vin dans l'application de la technologie génétique. Ce bénéfique sera réalisé, cependant, seulement si cette application est judicieuse et systématiquement faite en apportant un grand respect à la nature unique du produit. Les premiers produits vinicoles GM devront démontrer sans équivoque leur coût raisonnable, leur faible impact environnemental, ainsi que les avantages organoleptiques, hygiéniques et économiques qu'ils présenteront pour le producteur comme pour le consommateur de vin. En outre, l'aspect le plus fascinant et le plus captivant du vin, à savoir sa diversité de style, ne devra jamais être menacée par l'utilisation de plants de vigne et de levure sur mesure. En fait, la technologie génétique devra plutôt être exploitée de façon à ce que la diversité des vins de grande qualité soit accrue. Ce sont des défis importants qui demanderont sans doute un effort prolongé et substantiel afin d'être remportés. Cependant, les bénéfices de ces efforts sont aussi tout aussi importants.

Remerciements

La recherche conduite à l' "Institute for Wine Biotechnology" est financé par des bourses du "National Research Foundation (NRF)" et l'industrie viti-vinicole sud-africaine (Winetech).

Références

Cet article est une version qui combine deux publications récentes [References by Pretorius & Bauer (2002) and Vivier & Pretorius (2002)].

- 1) Agrios, G.N. (1997) *Plant Pathology* (4th edn) Academic Press
- 2) Barre, P. *et al.* (1993) Genetic improvement of wine yeast. In *Wine Microbiology and Biotechnology* (Fleet, G.H., ed) pp. 421-447, Harwood Academic Publishers
- 3) Bauer, F.F. and Pretorius, I.S. (2000) Yeast stress response and fermentation efficiency: how to survive the making of wine. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 21, 27-51
- 4) Bavaresco, L. and Fregoni, C. (2001) Physiological role and molecular aspects of grapevine stilbenic compounds. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 153-182, Kluwer Academic Publishers
- 5) Boss, P.K. and Davies, C. (2001) Molecular biology of sugar and anthocyanin accumulation in grape berries. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 1-34, Kluwer Academic Publishers
- 6) Colova-Tsolova, V. *et al.* (2001) Genetically engineered grape for disease and stress tolerance. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 411-432, Kluwer Academic Publishers
- 7) Delrot, S. *et al.* (2001) Water transport and aquaporins in grapevine. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 241-262, Kluwer Academic Publishers
- 8) Dequin, S. (2001) The potential of genetic engineering for improving brewing, wine-making and baking yeasts. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 56, 577-588
- 9) Du Toit, M. and Pretorius, I.S. (2000) Microbial spoilage and preservation of wine: using weapons from nature's own arsenal. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 21, 74-96
- 10) Grossmann, M.K. and Pretorius, I.S. (1999) Verfahren zur Identifizierung von Weinhefen und Verbesserung der Eigenschaften von *Saccharomyces cerevisiae*: eine Übersicht. *Die Weinwissenschaft* 54, 61-72
- 11) Henschke, P.A. (1997) Wine Yeast. In *Yeast Sugar Metabolism* (Zimmermann, F.K. and Entian, K.-D., eds) pp. 527-560, Technomic Publishing Co
- 12) Jackson, R.S. (1994) Grapevine species and varieties. In *Wine Science: Principles and application* pp. 11-31, Academic Press
- 13) Kikkert, J.R. *et al.* (2001) Grapevine genetic engineering. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 393-463, Kluwer Academic Publishers
- 14) Lambrechts, M.G. and Pretorius, I.S. (2000) Yeast and its importance to wine aroma. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 21, 97-129
- 15) Loulakis, K.A. and Roubelakis-Angelakis, K.A. (2001) Nitrogen assimilation in grapevine. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 59-86, Kluwer Academic Publishers
- 16) Martinelli, L. and Griboudo, I. (2001) Somatic embryogenesis in grapevine. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 327-352, Kluwer Academic Publishers

- 17) Mullins, M.G. *et al.* (1992) In: *Biology of the grapevine*, Cambridge Univ. Press
- 18) Ostergaard, S. *et al.* (2000) Metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 64, 34-50
- 19) Paschalidis, K.A. *et al.* (2001) Polyamines in grapevine. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 109-152, Kluwer Academic Publishers
- 20) Perl, A. and Eshdat, Y. (1998) DNA transfer and gene expression in transgenic grapes. In *Biotechnology and genetic engineering reviews* (Tombs, M.P., ed) pp. 365-389, Intercept Ltd
- 21) Pretorius, I.S. (1997) Utilization of polysaccharides by *Saccharomyces cerevisiae*. In *Yeast Sugar Metabolism* (Zimmermann, F.K. and Entian, K.-D., eds) pp. 459-501, Technomic Publishing Co
- 22) Pretorius, I.S. (1999) Engineering designer genes for wine yeasts. *Aust. N.Z. Wine Indust. J.* 14, 42-47
- 23) Pretorius, I.S. (2000) Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking. *Yeast* 16, 675-729
- 24) Pretorius, I.S. (2001) Gene technology in winemaking: new approaches to an ancient art. *Agri. Consp. Sci.* 66, 1-20
- 25) Pretorius, I.S. (2003) The genetic improvement of wine yeasts. In *Fungal Biotechnology* (Arora, D., ed) Marcel Decker, USA (in press)
- 26) Pretorius, I.S. (2003) The genetic analysis and tailoring of wine yeasts. In *Functional Genetics of Industrial Yeasts* (De Winde, H., vol. ed), *Topics in Current Genetics* (Hohmann, S., series ed.) Springer Verlag, Heidelberg, Germany (in press)
- 27) Pretorius, I.S. and Bauer, F.F. (2002) Meeting the consumer challenge through genetically customised wine yeast strains. *Trends Biotechnol.* 20, 426-432
- 28) Pretorius, I.S. and Van der Westhuizen, T.J. (1991) The impact of yeast genetics and recombinant DNA technology on the wine industry. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 12, 3-31
- 29) Pretorius, I.S. *et al.* (1999) Yeast biodiversity in vineyards and wineries and its importance to the South African wine industry. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 20, 61-74
- 30) Querol, A. and Ramon, D. (1996) The application of molecular techniques in wine microbiology. *Trends Food Sci. Technol.* 7, 73-78
- 31) Sanford, J.C. and Johnston, S.A. (1985) The concept of parasite-derived resistance – deriving resistance genes from the parasite's own genome. *J. Theor. Biol.* 115, 395-405
- 32) Sefc, K.M. *et al.* (2001) Microsatellite markers for grapevine: A state of the art. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 433-464, Kluwer Academic Publishers
- 33) Snow, R. (1983) Genetic improvement of wine yeast. In *Yeast Genetics-Fundamental and Applied Aspects* (Spencer, J.F.T. *et al.*, eds) pp. 439-459, Springer-Verlag
- 34) Spies, P.H. (2001). Cape Winelands Quality Commitment: Setting the strategic course for excellence. A document of the South African Wine and Brandy Company.
- 35) Tattersall, D.B. *et al.* (2001) Pathogenesis related proteins – their accumulation in grapes during berry growth and their involvement in white wine heat instability. Current knowledge and future perspectives in relation to winemaking practices. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 183-202, Kluwer Academic Publishers
- 36) Terrier, N. and Romieu, C. (2001) Grape berry acidity. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 35-58, Kluwer Academic Publishers
- 37) Van Heeswijck, R. *et al.* (2001) Molecular biology and biochemistry of proline accumulation in developing grape berries. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine* (Roubelakis-Angelakis, K.A., ed) pp. 87-105, Kluwer Academic Publishers
- 38) Van Rensburg, P. and Pretorius, I.S. (2000) Enzymes in winemaking: harnessing natural catalysts for efficient biotransformations. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 21, 52-73
- 39) Vivier, M.A. and Pretorius, I.S. (2000). Genetic improvement of grapevine: tailoring grape varieties for the third millennium. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 21, 5-26
- 40) Vivier, M.A. and Pretorius, I.S. (2002). Genetically tailored grapevines for the wine industry. *Trends Biotechnol.* 20, 472-478

Publié à partir de TRENDS IN BIOTECHNOLOGY, Vol 20, 2002, pp426-432, Pretorius et al, "Meeting the Customer..." and Vol 20, 2002, pp472-478, Vivier et al, "Genetically Tailored Grapevines..."
 Copyright (2002), avec l'autorisation de Elsevier