

VARIACIÓN DE LA TEXTURA DE LAS UVAS CABERNET FRANC DURANTE LA MADURACIÓN. CORRELACIÓN CON LA EXTRAIBILIDAD DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

I. ZOUID, R. SIRET, C. MAURY, H. LETAIEF, ET F. JOURJON

Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, UMT Vinitera, Laboratoire GRAPPE, ANGERS (FRANCIA)

i.zouid@groupe-esa.com

Comunicación oral del Congreso OIV 2008

Resumen

Se realizaron mediciones de la textura de uvas Cabernet Franc a lo largo de la maduración 2007. La influencia del estadio de maduración y del tipo de parcela sobre las propiedades de textura de la uva fue analizada considerando cuatro fechas de maduración y tres tipos de parcela. Se calcularon las correlaciones entre los parámetros mecánicos de textura, los de la madurez fenólica (Índice de Glorías, antocianos totales, polifenoles totales) y los de la madurez tecnológica (pH, azúcares, acidez total). La extraibilidad de los antocianos está correlacionada con parámetros de textura como son la fuerza de fractura (PF) y la pendiente (PGrad) de la curva obtenida a partir de una prueba de penetrometría.

Introducción

La calidad de la uva y la determinación de la fecha óptima de vendimia son definidos tradicionalmente por unos índices de madurez basados en el contenido de azúcares, de ácidos y de compuestos fenólicos (Failla et al., 2005). Muchos profesionales han constatado los límites actuales de estos indicadores a la hora de decidir qué itinerario tecnológico de vinificación elegir. Por otro lado, la determinación de las propiedades texturales es un método que no viene actualmente utilizado en el sector enológico (Grotte et al., 2001 ; Letaief, 2007) a diferencia del sector frutícola donde representa uno de los parámetros esenciales para la determinación de la calidad y de la fecha de cosecha (Abbal et al., 1992 ; Bourne, 2002; Camps et al., 2005 ; Lana et al., 2005).

Por otra parte los trabajos de Le Moigne (2008), han demostrado el interés de desarrollar unas mediciones « multiparamétricas » de enfoque de la calidad de la uva que integren el concepto de madurez textural. Es lógico pensar que la textura de los hollejos de la uva, y en particular su resistencia, su capacidad de dilacerarse y su elasticidad estén relacionados con la extraibilidad de los compuestos fenólicos durante la transformación de la uva en vino.

El trabajo que proponemos aquí tiene como objetivo exponer el interés de la utilización de métodos de análisis de la textura de las uvas a lo largo de su maduración como complemento al análisis de la evolución de los parámetros físico-químicos « clásicos » como azúcares, acidez, compuestos fenólicos y extraibilidad de estos últimos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se realizaron cuatro muestreos de uvas desde el 10 de septiembre hasta el 8 de octubre 2007 en 3 parcelas de Cabernet Franc de Moyenne Vallée de la Loire situados en 3 tipos de suelos diferentes dentro de las zonas de denominación Saumur y Anjou. Las 3 parcelas fueron denominadas respectivamente: 4, 5 y 6. Las 4 fechas fueron 10/09, 24/09, 01/10 y 08/10 denominadas respectivamente: C, E, F y G. Las parcelas pertenecen a una red experimental organizada por el ITV en 1999. Los muestreos fueron realizados según el método ITV; 450 uvas fueron muestreadas de forma aleatoria con su pedicelo y luego divididas en varios lotes : 150 para las mediciones instrumentales de la textura y el resto de las uvas para las mediciones físico-químicas.

Análisis bioquímicos

Estos análisis comprendieron la determinación del índice refractométrico, del pH y de la acidez total. La cantidad de antocianos totales y de polifenoles totales fue determinada por el ITV Francia (método ITV France) y su extraibilidad (EA%, MP%) fue estimada por el método de Glories y Augustin (1993) (Romero-Cascales et al., 2005 ; Gonzalez-Neves et al., 2004) con la ayuda de las siguientes ecuaciones empíricas :

$$EA\% = [(A_{520pH1} - A_{520pH3,2}) / A_{520pH1}] \times 100 ;$$

$$MP\% = ((A_{280pH3,2} - (A_{520pH3,2} \times (40/1000))) / A_{280pH3,2})$$

Compresión

Se seleccionaron dos tipos de compresión no destructiva (20%) y destructiva (40%) para determinar las propiedades mecánicas de la uva. En efecto, éstas presentan la ventaja de caracterizar el comportamiento global de la fruta. Las mediciones de compresión fueron realizadas con una máquina universal de textura del tipo MTS, Synergie. Las mediciones para cada tipo de compresión fueron realizadas con 50 uvas por parcela y por estadio de madurez colocadas en posición ecuatorial.

- En el caso de la compresión no destructiva (doble compresión), las uvas fueron colocadas entre dos placas y comprimidas a una altura del 20% y a una velocidad de 50 mm.min⁻¹. se analizaron las curvas fuerza=f (nivel de deformación) (Fig.1) y se extrajeron ocho parámetros de la curva (Tab.1).

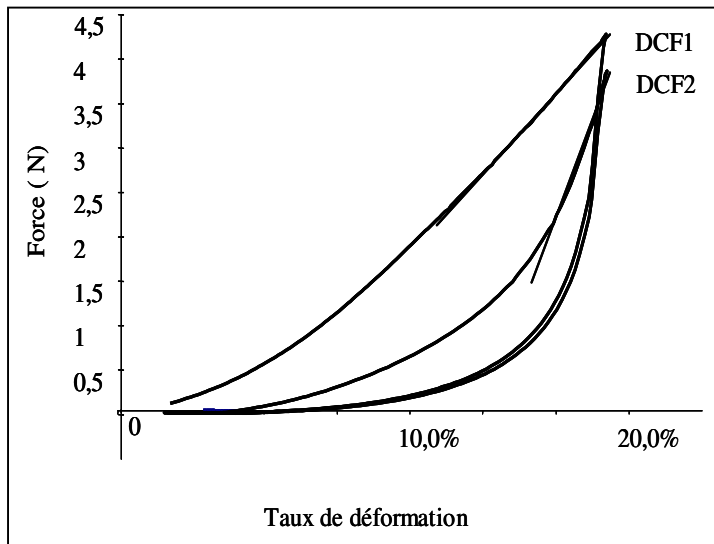


Fig.1. Curva obtenida para una doble compresión con uvas enteras

Tab.1 : Parámetros extraídos a partir de la curva obtenida por doble compresión

| Paramètre | Définition |
|---|---|
| DCF1(N) | la force maximale de la 1 ^{ère} compression |
| DCF2(N) | la force maximale de la 2 ^{ème} compression |
| DCW _{F1} (mJ) | le travail lié au 1 ^{er} cycle de compression |
| DCW _{F2} (mJ) | le travail lié au 2 ^{ème} cycle de compression |
| DCGrad1(N/mm) | la pente de la 1 ^{ère} compression |
| DCGrad2(N/mm) | la pente de la 2 ^{ème} compression |
| DCCo (Cohésion) (Bourne 2002) | le rapport entre DCW _{F2} et DCW _{F1} |
| DC_Gom(Caractère gommeux) (Bourne 2002) | le produit entre DCF1 et la cohésion |

- En el caso de la compresión destructiva (compresión del 40%), las uvas enteras fueron colocadas entre dos placas y comprimidas a una altura del 40% y a una velocidad de 80 mm.min⁻¹. Se analizaron las curvas fuerza=f(nivel de deformación) (Fig.2) y los diferentes parámetros extraídos fueron: la fuerza máxima de compresión (CDF₄₀Bai) en (N), la fuerza necesaria para la fractura (CDF_{max} Bai) en (N), el trabajo necesario para la fractura (CDW_{max}Bai) en (mJ) y la pendiente de la compresión (CDGradBai) en (N/mm).

La determinación de la compresión destructiva fue realizada también del mismo modo con las pepitas de uva. Las curvas obtenidas fueron analizadas y los parámetros extraídos fueron : el número de picos de la curva (CDN°Pep), la fuerza máxima de compresión (CDF_{max}Pep) en (N), la fuerza necesaria para la fractura (CDF_{frac}Pep) en (N), el trabajo total de compresión (CDW_{Pep}) en (mJ), la pendiente de la compresión asociada a la fuerza para la fractura (CDGradPep) en (N/mm), el trabajo asociado a la fuerza para la fractura (CDW_{frac} Pep) en (N/mm), la longitud de la línea de la curva desde la fuerza para la fractura hasta el extremo (CDLongPep) y el número de rupturas espaciales : número de los picos /distancia de compresión (CDN_{SR}Pep) en (mm⁻¹).

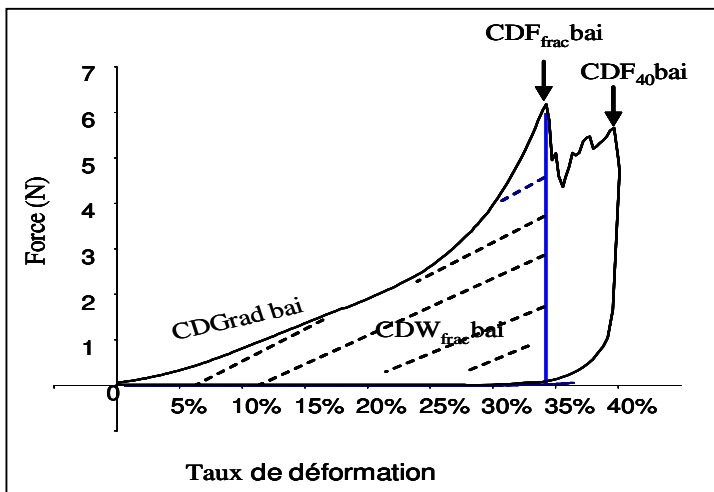


Fig.2. Curva obtenida para una compresión al 40% de uvas enteras.

Penetrometría

La determinación de la penetrometría permite estimar las propiedades mecánicas de superficie de las uvas y especialmente las de los hollejos ; se trata de una determinación complementaria a la compresión. Las pruebas de penetrometría fueron realizadas a una velocidad de 8 mm.min⁻¹ utilizando uvas enteras colocadas en posición ecuatorial. Se analizaron las curvas fuerza=f(deformación) (Fig.3) y los parámetros extraídos de las curvas obtenidas fueron, la fuerza necesaria para provocar la fractura (PF), el trabajo necesario para provocar la fractura (PW) y la pendiente asociada a la fuerza para provocar la fractura (PGrad).

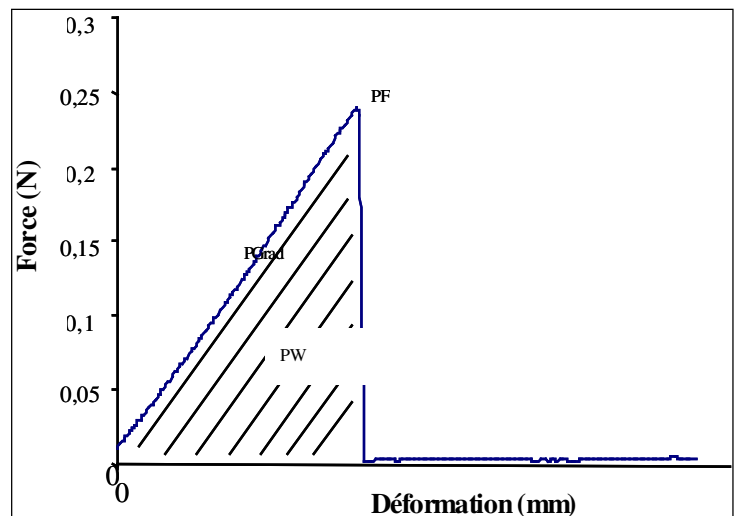


Fig.3. Curva fuerza=f(deformación) obtenida mediante una prueba de penetrometría con uvas enteras.

Tratamiento de los datos

Loas datos mecánicos y físico-químicos fueron tratados utilizando adecuados métodos estadísticos (Anova, análisis de componentes principales ACP) utilizando el programa Statgraphics Plus 4.1.

RÉSULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros mecánicos

Con el fin de comprender si existe una evolución de las propiedades mecánicas de las uvas durante el periodo de maduración y una diferencia de textura de las uvas en función de su proveniencia, se efectuó un análisis de la varianza de dos factores utilizando todos los datos de medidas físicas según el siguiente modelo : **parámetro = fecha + parcela + fecha x parcela**. (Tab.2). **El efecto fecha (nivel de madurez)** fue significativo para la mayor parte de los parámetros a un umbral del 5 %, especialmente para los parámetros procedentes de la compresión destructiva de las pepitas de uva como la fuerza necesaria para la fractura (CDF_{frac}^{PEP}). Las propiedades mecánicas de las uvas evolucionan por tanto durante la maduración de las uvas (Maury et al., 2007). **Para el efecto parcela**, de 24 parámetros mecánicos, sólo cuatro no fueron significativos al umbral del 5 %. Los parámetros de textura por tanto pusieron de manifiesto las diferencias entre las tres parcelas, demostrando el efecto de los suelos y de las condiciones de abastecimiento híbrido sobre la firmeza de las uvas ; estos resultados confirman los obtenidos por Le Moigne et al. (2008).

| Paramètres | Date | Parcelle | Date x parcelle |
|-------------------------|------|----------|-----------------|
| | p | p | p |
| DCF ₁ | * | *** | ns |
| DCF ₂ | ns | *** | ns |
| DCGrad1 | ns | *** | ns |
| DCGrad2 | ns | *** | ns |
| DCW ₁ | ** | *** | ns |
| DCW ₂ | * | *** | ns |
| DCCo | ns | * | ** |
| DC_Gom | ns | *** | ** |
| CDFmaxBai | ns | ns | ns |
| CDF ₄₀ Bai | ns | ** | ns |
| CDWfracBai | ns | * | ns |
| CDGradBai | * | *** | ** |
| PF | ns | *** | ns |
| PGrad | ** | *** | ns |
| PW | ns | *** | ns |
| CDN°Pep | ns | ns | ns |
| CDF _{max} Pep | ns | *** | ns |
| CDWpep | ** | ** | ns |
| CDLongPep | ** | ns | ns |
| CDF _{frac} Pep | *** | * | ns |
| CDGradPep | * | *** | ns |
| CDNscPep | ns | ns | ns |

Tab.2. Umbrales de significación de los resultados de textura sobre los efectos fecha y parcela procedentes de los análisis de la varianza, * P<0.05. ** P<0.01. *** P<0.001.

Para resumir toda esta información, se efectuó un ACP normalizado con los datos de textura (Fig.4). El eje 1 representa el 47,1 % de la información total. El eje 2 permite explicar el 19,4 % de la varianza. En el primer eje, las uvas pertenecientes a la parcela 4 se contraponen a las de la parcela 5. El segundo eje contrapone principalmente las uvas de la fecha G a las de la fecha C.

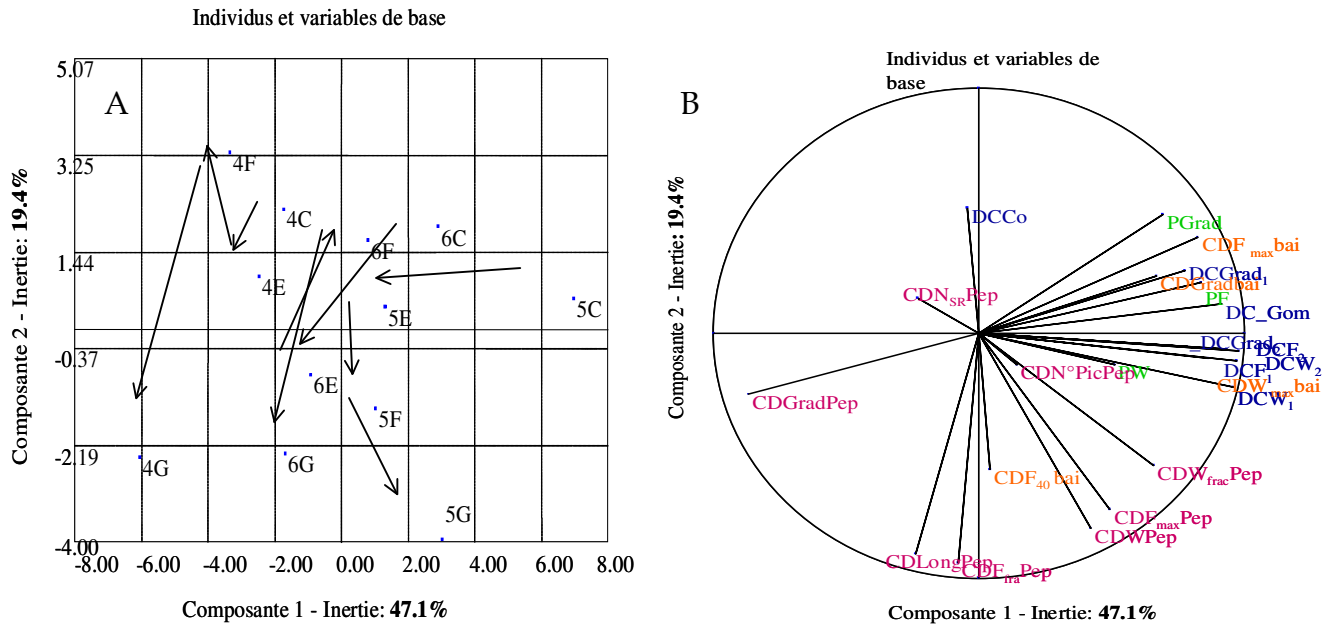


Fig.4. Primer plan factorial del ACP realizado con todos los datos de textura (A) y círculo de las correlaciones asociadas (B). Las flechas simbolizan la evolución de las uvas de cada parcela en el tiempo.

Los datos de extraibilidad

La extraibilidad de los antocianos, determinada por el método de Glories aumenta durante la maduración (Fig.5). Se observa que la parcela P6 presenta el mayor nivel de extraibilidad de los antocianos con respecto a las otras dos parcelas. Están en curso otros análisis más finos como el análisis por CLHP de los antocianos libres.

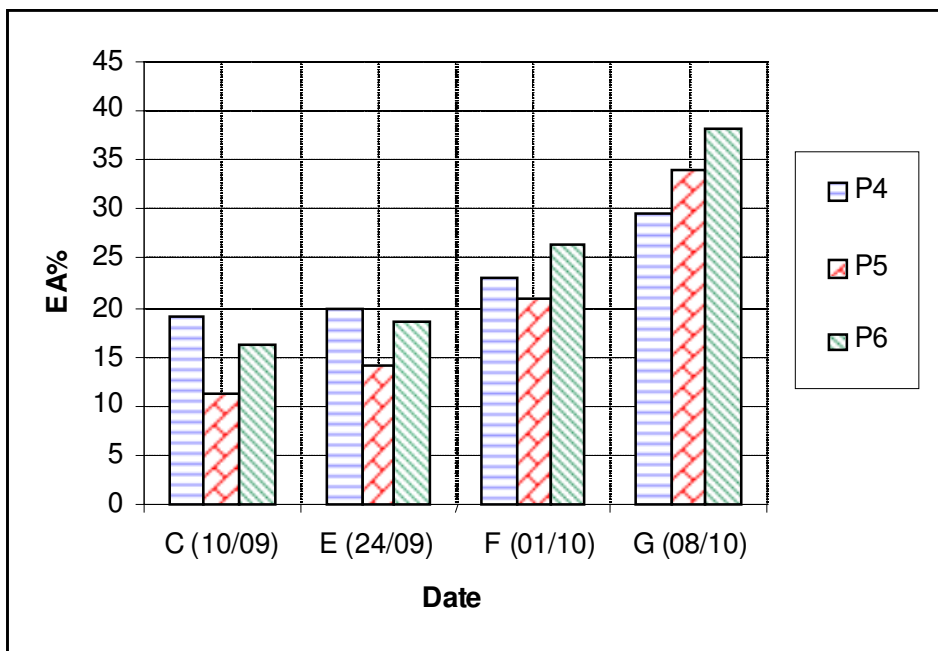


Fig.5. Evolución de la extraibilidad de los antocianos durante la maduración.

Correlaciones entre los parámetros mecánicos y físico-químicos

Las relaciones entre los parámetros mecánicos, los de madurez la fenólica (índice de Glories, antocianos totales, polifenoles totales) y los de la madurez tecnológica (pH, azúcar, acidez total) fueron evaluados a través de coeficientes de correlación (Tab.3). La extraibilidad de los antocianos totales (EA%) está relacionada con los parámetros de penetrometría como la fuerza PF (R= -0,65) y la pendiente asociada PGrad (R= -0,68). Estos resultados concuerdan con los trabajos de Letaief (2007). La textura de los hollejos parece por tanto estar relacionada con el índice de extraibilidad de antocianos (EA%) y por tanto con la capacidad a través de la cual los antocianos pueden ser extraídos durante las maceraciones. Este primer resultado debe ser de todas formas validado verificándolo en un número más elevado de añadas.

| | DCF1 | DCF2 | DCGrad1 | DCGrad2 | DCW1 | DCW2 | DCCO | DC_GOM | CDFmaxBai | CDF40Bai | CDWimax | CDGrad | PF | PGrad | PW | CDN ² PICPep | CDNSRPep | CDFFRACPep | CDLongPep | CDWPep | CDFMAX Pep | CDWFRACPep | PEPG radPep |
|--------|-------------|-------------|---------|--------------|-------|-------|-------|--------|-------------|--------------|---------|--------------|--------------|--------------|-------|-------------------------|----------|-------------|-------------|--------|--------------|------------|--------------|
| °Brix | -0,53 | -0,51 | -0,48 | -0,35 | -0,48 | -0,57 | -0,30 | -0,62 | -0,51 | 0,39 | -0,33 | -0,64 | -0,70 | -0,75 | -0,27 | -0,47 | -0,28 | 0,48 | 0,54 | 0,00 | 0,16 | -0,05 | 0,57 |
| pH | -0,53 | -0,48 | -0,58 | -0,60 | -0,35 | -0,34 | 0,02 | -0,50 | -0,54 | 0,62 | -0,30 | -0,70 | -0,33 | -0,84 | 0,27 | -0,19 | -0,20 | 0,23 | 0,41 | -0,05 | -0,23 | -0,13 | 0,43 |
| AC TOT | 0,69 | 0,63 | 0,59 | 0,68 | 0,57 | 0,51 | -0,17 | 0,59 | 0,66 | -0,51 | 0,52 | 0,77 | 0,50 | 0,88 | -0,06 | 0,14 | 0,07 | -0,06 | -0,41 | 0,18 | 0,43 | 0,46 | -0,66 |
| PT | -0,32 | -0,30 | -0,31 | -0,60 | -0,23 | -0,05 | 0,50 | -0,08 | 0,07 | 0,20 | 0,02 | -0,20 | 0,00 | -0,04 | -0,01 | 0,03 | 0,08 | -0,48 | -0,29 | -0,43 | -0,75 | -0,35 | 0,17 |
| ANNT | -0,36 | -0,32 | -0,38 | -0,60 | -0,23 | -0,10 | 0,31 | -0,20 | -0,07 | 0,61 | 0,08 | -0,55 | -0,22 | -0,52 | 0,12 | -0,32 | -0,29 | -0,05 | 0,15 | -0,21 | -0,38 | -0,13 | 0,29 |
| EA% | -0,32 | -0,29 | -0,27 | -0,16 | -0,32 | -0,38 | -0,21 | -0,38 | -0,48 | 0,40 | -0,31 | -0,51 | -0,65 | -0,68 | -0,26 | -0,15 | 0,05 | 0,61 | 0,63 | 0,22 | 0,34 | 0,04 | 0,55 |
| MP% | 0,04 | -0,01 | 0,32 | 0,26 | -0,17 | -0,12 | 0,21 | 0,10 | 0,08 | -0,66 | -0,25 | 0,09 | 0,16 | 0,44 | -0,18 | 0,14 | 0,38 | -0,40 | -0,49 | -0,31 | -0,15 | -0,22 | -0,09 |

Tab.3. Tabla de las correlaciones entre los diferentes parámetros mecánicos y físico-químicos.

CONCLUSIÓN

Estos resultados permiten confirmar la importancia de las mediciones mecánicas en la evaluación de la calidad de la uva Cabernet franc. Se observa que estos parámetros permiten por una parte diferenciar las parcelas entre ellas en relación a su terroir de origen y a las condiciones de abastecimiento de agua y por otra parte efectuar el seguimiento de la maduración de las uvas.

Los primeros resultados muestran que la extraibilidad de los antocianos, determinada con el índice de Glories, parece estar relacionada con algunos parámetros mecánicos obtenidos mediante aplicación de una prueba de penetrometría. Este resultado será confirmado en las próximas añadas. Sería interesante también analizar más finamente los diferentes compuestos fenólicos y antociánicos con el fin de establecer la existencia de una correlación entre su extraibilidad individual y la textura de las uvas y de los hollejos. El objetivo final es el de poder proponer un nuevo indicador de madurez que permita una mejor organización de los itinerarios de vinificación adaptados a la calidad general de la uva en el momento de la vendimia.

Referencias Bibliográficas

Abbal, P., Boulet, J. C., & Moutounet, M. (1992). Utilisation de paramètres physiques pour la caractérisation de la véraison des baies de raisin. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 26 (4), 231-237.

Bourne, M. (2002). Food Texture and viscosity: concept and measurement. New-York: Academic Press.

Camps, C., Guillermin, P., Mauget, J. C., & Bertrand, D. (2005). Data analysis of penetrometric force/Displacement curves for the characterization of whole apple fruits. *Journal of Texture Studies*, 36, 387-401.

- Failla, O., Brancadoro, L. & Scienza, A. (2005). Murazione, maturità e qualità dell'uva. *L'Informatore Agrario*, 14, 7-13.
- Gonzales-Neves, G., Charamelo, D., Balado, J., Barreiro, L., Bochicchio, R., Gatto, G., Gil, G., Tessore, A., Carbonneau, A., & Moutounet, M. (2004). Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. *Analytica Chimica Acta*, 513, 191-196.
- Glories, Y., Augustin, M. (1993). Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. *Actas Colloque Journée Techn. CIVB*, Bordeaux. pp.56-61.
- Grotte, M., Cadot, Y., Poussier, A., Loonis, D., Pietri, E., Duprat, F., & Barbeau, G. (2001). Détermination du degré de maturité des baies de raisin par des mesures physiques : aspects méthodologiques. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 35 (2), 87-98.
- Lana, M. M., Tijssens, L. M. M., & Kooten, O. V. (2005). Effects of storage temperature and fruit ripening on firmness of fresh cut tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 35, 87-95.
- Le Moigne, M. (2008). « Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de Cabernet franc pendant sa maturation ». Thèse de Doctorat de l'Université d'Angers.
- Le Moigne, M., Maury, C., Bertrand, D., & Jourjon, F. (2008). Sensory and instrumental characterisation of Cabernet Franc grapes according to ripening stages and growing location. *Food Quality and Preference*, 19(2), 220-231.
- Letaief, H. (2007). Application of chemical-physical and mechanical tests for the definition of wine grape quality. Thèse de doctorat, Università degli studi di torino, Italy.
- Maury, C., Le Moigne, M., Khaldi, S., Siret, R., Symoneaux, R., & Jourjon, F. (2007). Intérêt de la texture des baies comme indicateur de maturité des raisins. In XXXth OIV World Congress, 10-16 juin 2007, Budapest, Hungary.
- Romero-Cascales, I., Ortega-Regules, A., Lopez-Roca, J.M., Fernandez- Fernandez, J.I., & Gomez-Plaza, E. (2005). Differences in anthocyanins from grape to wines according to variety. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 212-219.