

Efecto del obturador en la crianza de los vinos embotellados

Parte 1/3: Caracterización de la transferencia de oxígeno en los tapones de corcho

Véronique Chevalier¹, Alexandre Pons², Christophe Loisel¹

¹ Diam Bouchage – Céret – Francia.

² Tonnellerie Seguin Moreau – Cognac Francia – UR Enología, Universidad de Burdeos – ISVV – Francia.



Extracto de la Revue des Œnologues n° 170
search.oeno.tm.fr

Introducción

Aunque el encuentro entre el corcho y el vino se remonta a la antigüedad, fue especialmente en el siglo XIX, gracias a la expansión del modo de transporte y conservación en botellas de vidrio, que el tapón de corcho se popularizó. Durante los últimos treinta años, la creciente demanda del mercado, ligado a la aparición de nuevos obturadores (tapones de rosca, tapones sintéticos, tapones de corcho micro aglomerados) ha llevado a la comunidad científica a indagar en el estudio de factores que influyen en la calidad del tapón de corcho tradicional, fabricado con la corteza del alcornoque (*Quercus Suber*).

Uno de los principales motivos, fue de la oxidación prematura de los vinos blancos secos de Burdeos y Borgoña a principios del año 2000, conservados con obturadores de corcho tradicionales. Se ha demostrado que el obturador ocupaba un lugar importante en la manifestación de este envejecimiento oxidativo prematuro, aunque este fenómeno, por supuesto, también está ligado a la calidad de la materia prima y al cuidado que el vinificador aporta (*Godden y al., 2001*).

El trabajo de búsqueda, se ha centrado en medir las transferencias de oxígeno (OTR: Oxygen Transfer Rate) a través de varios tipos de obturadores para evaluar con mayor precisión su impacto en la calidad organo-

léptica de los vinos. Durante los años 90, el desarrollo de nuevos métodos de medición, ya sea manométrico (*Rabiot y al., 1999*), polarográfico (*Vidal y al., 2004*), colorimétrico (*Lopes y al., 2005*), coulométrico (*Godden y al., 2001*) o por quimioluminiscencia (*Diéval y al., 2011*), permitieron cuantificar mejor el intercambio de gas a través de los obturadores. Se ha comprobado que los tapones de rosca, los tapones sintéticos y los corchos micro aglomerados de porosidad variable son mucho más homogéneos que los tapones de corcho tradicionales (*Lopes y al., 2007; Oliveira y al., 2013*). Sin embargo, la proliferación de métodos utilizados para valorar el OTR ha llevado a cierta confusión en la evaluación del rendimiento de los obturadores. De hecho, dependiendo del método de medición elegido, puede resultar confuso comparar los valores OTR de los tapones entre sí. De hecho, el OTR está fuertemente vinculado al protocolo de medición y, en particular, al gradiente de presión aplicado a cada lado del obturador.

Sin embargo, conocer la capacidad de transferencia de oxígeno de cada tipo de corcho es una valiosa ayuda para el enólogo, de forma que le permita orientar sus decisiones técnicas de taponado según el tipo de vino que elabora.

El objetivo de este estudio es conocer mejor la capacidad de transferencia de oxígeno de los tapones de corcho del tipo micro

granulado de diversas mezclas, así como de los tapones de corcho tradicionales (tapones naturales de clase visual Flor, Extra y Super).

Material y método

En este estudio, las medidas de intercambio de oxígeno se realizaron mediante quimioluminiscencia. El equipo utilizado es un Fibox 3 LCD Trace V6 de PreSens Precision Sensing GmbH. El sistema consta de una sonda emisora/receptora, que emite un flujo de luz azul. Este flujo se dirige a un sensor, pegado dentro de una botella transparente. Estos sensores están formados por compuestos fluorescentes, que absorben la energía luminosa enviada por la sonda y luego la liberan en forma de luz roja. La medición se basa en el hecho de que el tiempo de respuesta de esta luz es inversamente proporcional a la concentración de oxígeno en la botella. El resultado de la lectura es la presión parcial de oxígeno dentro del cilindro (P_{O_2}). Este método tiene varias ventajas: permite seguir la cinética de entrada de oxígeno desde la etapa de taponado hasta el final de la conservación en botella, es no destructivo y, finalmente, la medición es sencilla de realizar y puede hacerse en diferentes condiciones (temperatura, humedad, gradiente de presión de oxígeno), reproduciendo las de una bodega o almacenamiento. Este método es ampliamente utilizado en la industria y ya ha sido objeto de numerosas publicaciones para un mejor control del suministro de oxígeno durante el embotellado (*Ugliano y al., 2015*).

El estudio se realizó a 23 ± 2 °C, a presión atmosférica (presión parcial de oxígeno = 200 hPa). Optamos por trabajar con botellas vacías para liberarnos del impacto del vino. Por su composición, este último es un gran consumidor de oxígeno (por su contenido de polifenoles o SO_2). También se están realizando análisis adicionales de botellas llenas para cuantificar, con mayor precisión, el papel de la humedad de los corchos; los resultados serán objeto de una publicación posterior. Los tapones estudiados, son tapones de la empresa Diam Bouchage, estabilizados previamente en cámara climática durante 48 h a 20 °C y 50% de humedad relativa. Las botellas son transparentes, con un cuello CETIE, cuyo perfil se ha comprobado antes de su uso. Antes de tapar, se pusieron en las botellas pastillas de Pst6 permitiendo mediciones de presión de oxígeno hasta 41 hPa (= 4 mbar) con un límite de detección de 0,02 hPa. Las botellas tapadas con tapones naturales también se equiparon con pastillas de Pst3 que permitieron medir cantidades mucho mayores de oxígeno (hasta 500 hPa). Todas las botellas se inertizaron con nitrógeno antes del taponado y luego se taparon al vacío con un taponador GAI, modelo 4040, lo que permitió alcanzar niveles de oxígeno residual inferiores a 0,1 mg/botella (valor restado en los resultados).

Resultados e intercambios

La presión parcial de oxígeno (PO₂) se midió a intervalos regulares dentro de cada botella por períodos de hasta 2 años, y se trazó la curva resultante PO₂ = f (t).

A excepción de algunos casos especiales encontrados con corchos naturales (ilustrados al final de este párrafo), todas las curvas presentan el mismo aspecto (figura 1A).

Primero observamos un aumento muy rápido de la PO₂ durante los primeros días. Luego, la velocidad disminuye a un estado estable después de 12 meses.

Se pueden distinguir dos fases

La primera, entre 0 y 6 meses, corresponde a un fenómeno predominante de liberación de oxígeno contenido en el tapón. De hecho, en el momento del taponado, el diámetro del tapón pasa de 24,2 a 18,5 mm, es decir, una reducción del volumen del tapón de casi un 40%. Automáticamente, la presión de oxígeno dentro de los poros o las celdas de corcho aumentará de forma pro-

nunciada. Esto genera un gradiente de presión significativo entre el interior del tapón y el interior de la botella. Para restablecer el equilibrio de presión (ley general de moderación o principio de Le Chatelier), el oxígeno en exceso de presión será expulsado hacia el interior de la botella más rápidamente cuanto mayor sea el gradiente de presión. La sobrepresión en el obturador es máxima en el momento de su compresión durante el embotellado, por lo que la cinética de liberación de oxígeno es muy rápida los primeros días. Luego, a medida que el oxígeno sale del obtura-

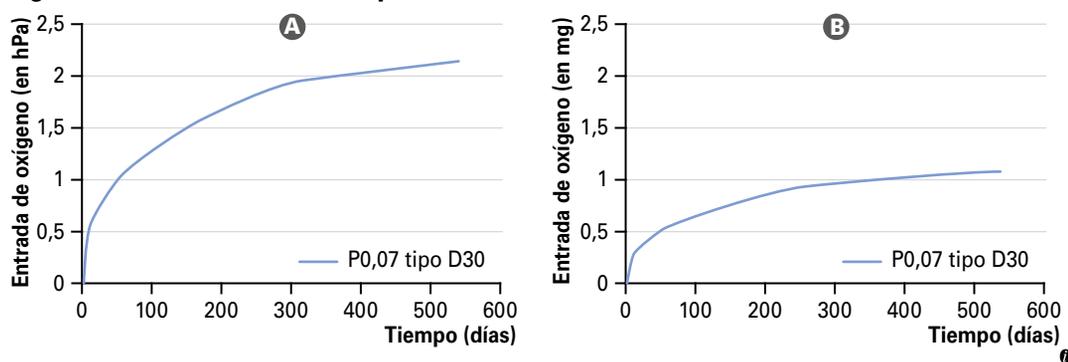
dor, la sobrepresión disminuye, lo que da como resultado automáticamente una reducción en la velocidad de liberación. La segunda fase, corresponde al régimen estacionario. La presión dentro del tapón se ha estabilizado, el gradiente de presión entre el exterior y el interior de la botella es constante, se impone la cinética de transferencia.

Para facilitar la lectura de las curvas y utilizar unidades más habituales en el campo de la enología, la unidad hPa (hectopascal) del eje de las coordenadas, se ha convertido en «mg de oxígeno». De hecho, esta unidad es más explícita para los enólogos y embotelladores (figura 1B). La conversión se realizó utilizando la ecuación del gas perfecto: PV = nRT, donde P es la presión parcial de oxígeno, n el número de moles de oxígeno, V el volumen de la botella después del taponado, T la temperatura y R la constante universal de los gases perfectos. El número de moles está directamente relacionado con la masa por la relación: n = m/M donde m es la masa de oxígeno y M es la masa molar de oxígeno.

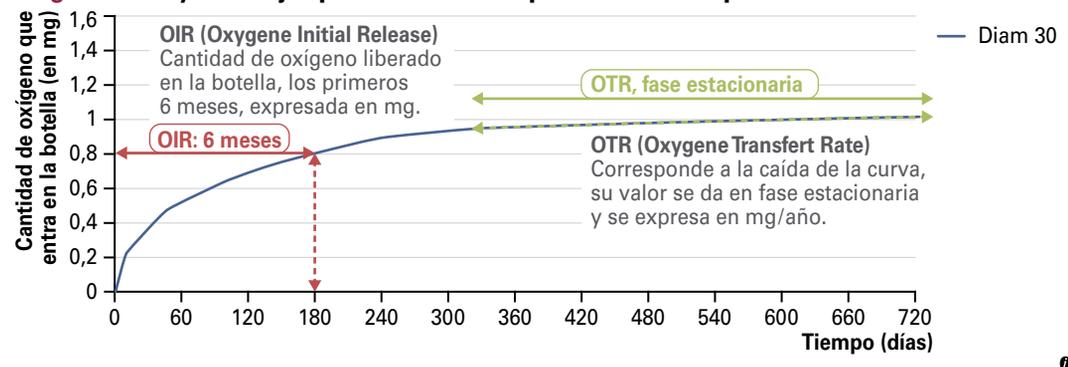
Sobre la base de estas observaciones, nos pareció importante introducir dos indicadores que definieran la proporción de oxígeno incorporado al vino a través del obturador:

– **OIR:** Oxygen Initial Release, cantidad de oxígeno que se introduce en la botella durante los primeros seis meses: que corresponde principalmente a la liberación del oxígeno contenido en el tapón. Por tanto, la OIR se expresa en mg;
 – **OTR:** Oxygen Transfert Rate, corresponde a la cinética de intercambio de oxígeno a través del tapón en estado estable. A diferencia del OIR, que es una cantidad en mg, el OTR es un flujo y se expresa en mg/año. Su valor es estable hasta el envejecimiento mecánico del tapón.

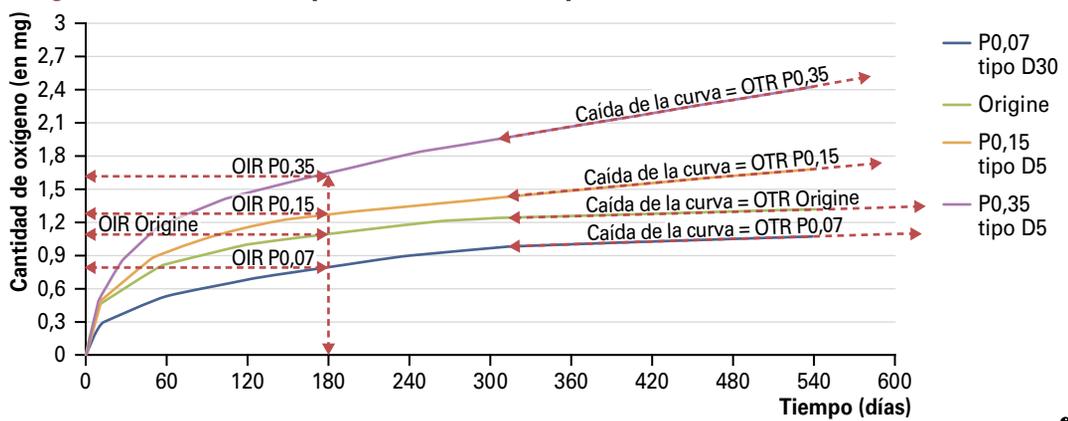
■ **Figura 1: Ejemplo de la evolución en la cantidad de oxígeno respectivamente A en hPa y B en mg medidos en una botella con tapón Diam 30.**



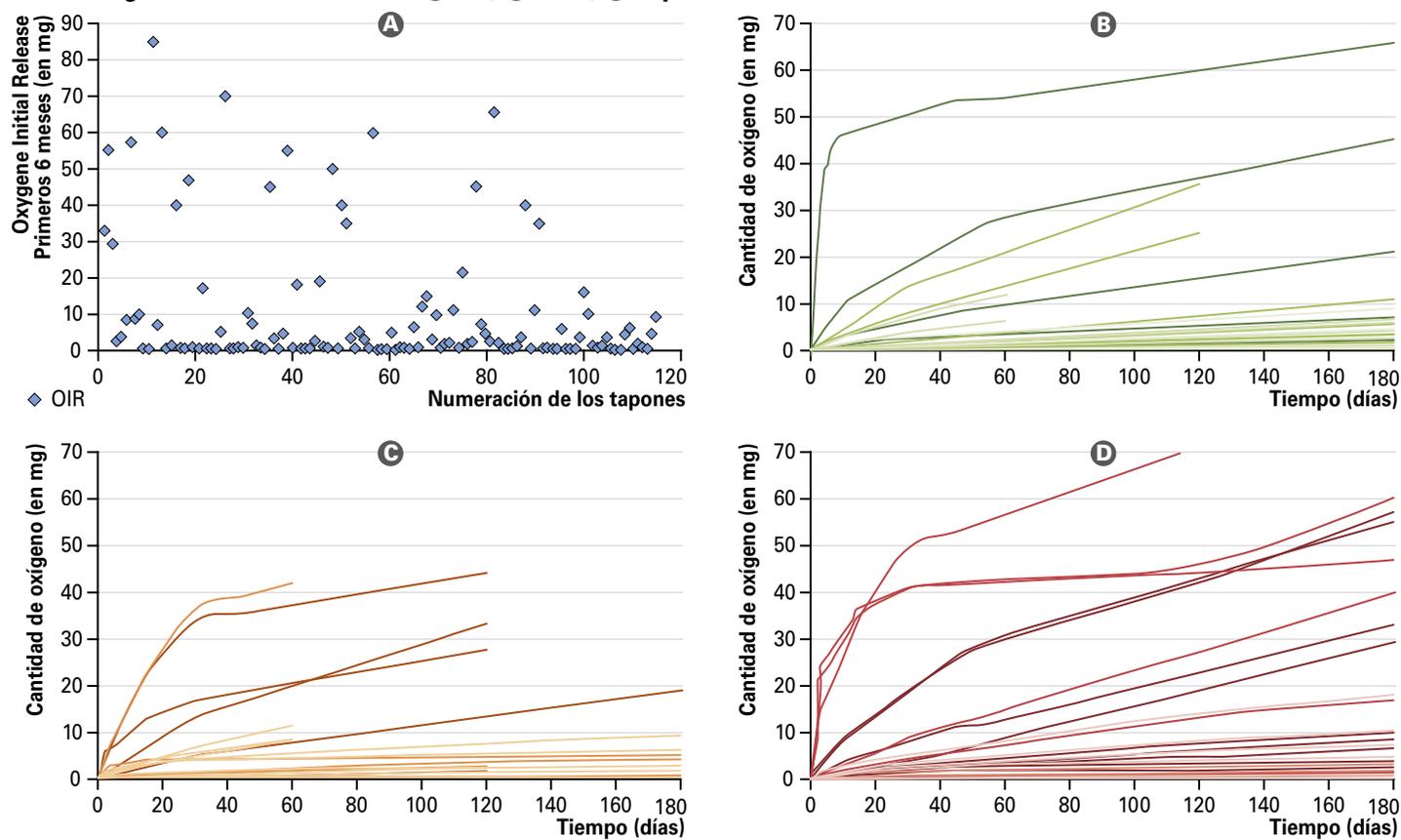
■ **Figura 2: OIR y OTR – Ejemplo de un lote de tapones Diam 30 caps.**



■ **Figura 3: Los 4 niveles de permeabilidad de los tapones Diam.**



■ **Figura 4:** A) OIR de un centenar de tapones naturales, categorías flor, Extra, Super. Curvas de entrada de oxígeno para cada una de las categorías de corchos naturales B) flor, C) Extra, D) Super.



A modo de ejemplo, la **figura 2**, ilustra las cantidades OIR y OTR de un tapón Diam 30. Observamos que su OIR es 0,8 mg y que su OTR es 0,3 mg/año (pendiente de la curva). Este valor del OIR puede parecer bajo en comparación con otras entradas de oxígeno durante el embotellado, pero debe tenerse en cuenta que está lejos de ser insignificante. De hecho, en este caso, corresponde aproximadamente a la misma cantidad de oxígeno que luego será suministrada por el tapón durante los próximos 3 años de conservación (OTR = 0,3 mg/año). Esta transferencia de oxígeno, en un corto período de tiempo, puede ser responsable de una modificación más o menos significativa del potencial redox del vino, justo después del embotellado, y debe compararse con el trabajo en curso realizado por el equipo de la Universidad de Zaragoza sobre la evolución del potencial redox de los vinos (Vicente Ferreira, 2014; Franco-Luesma, 2014).

■ **Tabla 1: Valores sobre tapones secos obtenidos para Diam y tapones naturales.**

	Diam P0,07	Diam Origine	Diam P0,15	Diam P0,35	Natural Fleur Extra Super
OIR en mg	0,8 mg	1,1 mg	1,3 mg	1,6 mg	De 0,2 mg a > 60 mg
OTR mg/año	0,3 mg/año	0,3mg/año	0,4mg/año	0,6 mg/año	De 0,2 mg/año a > 500 mg/año (*)

(*) Valores obtenidos en tapones de corcho natural con fugas antes de la saturación de oxígeno en botella.

Nuestro estudio se ha extendido al resto de la gama de los otros tapones. La **figura 3** ilustra las curvas medias obtenidas para los cuatro niveles de permeabilidad de los tapones Diam: P0,07; P0, 07 Origine; P0,15 y P0,35. La **tabla 1** resume los valores obtenidos OIR y OTR. El protocolo de caracterización establecido en el marco de este estudio nos permite diferenciarlos claramente sobre la base de los valores crecientes de OIR y OTR, los tapones más permeables tienen la mayor OIR y OTR y viceversa. Los tapones Origin by Diam 30 se diferencian de los tapones Diam 30 por un valor de OIR ligeramente más alto, mientras se mantiene la misma OTR. Este fenómeno se origina por la sustitución de las micro esferas por cera de abejas, dando lugar a

una estructura que contiene más oxígeno dentro de las porosidades, manteniendo la misma permeabilidad a los gases en la fase estacionaria idéntica. A modo de comparación, se realizó una campaña de medición idéntica a la anterior con 180 tapones naturales (60 Flor, 60 Extra, 60 Super). La cinética de acumulación de oxígeno, así como los valores de OIR y OTR de estos tapones, se recopila en las **figuras 4A, B, C, D** y en la **tabla 1**. Observamos una gran heterogeneidad de aporte de oxígeno, sea cual sea la clase de tapón natural. Los valores de OIR son extremadamente variables, desde 0,2 mg hasta más de 60 mg, incluso un factor de 300 entre dos tapones y esto independientemente de la calidad visual seleccionada. Asimismo, las OTR experimentan la misma dispersión con valores que van desde 0,2 mg/año hasta más de 500 mg/año (OTR medido antes de la saturación de la botella). La fuerte heterogeneidad de estos tapones de corcho natural nos llevó a buscar una explicación estructural que nos permitiera predecir este tipo de comportamientos erráticos. Todos los tapones fueron examinados por rayos X para detectar cualquier defecto en las estructuras internas. Sin embargo, este enfoque no permitió establecer un vínculo claro entre su morfología y los valores de OIR y OTR obtenidos (resultados no presentados en este artículo), prueba de que el control de las transferencias de oxígeno a través de los obturadores de corcho natural aún está lejos de dominarse.

Conclusión

Numerosas publicaciones tratan sobre la necesidad de controlar el intercambio de oxígeno a través de obturadores durante la conservación de vinos embotellados. Este estudio enfatiza la importancia de disociar dos fenómenos de enriquecimiento de oxígeno en vinos conservados en botellas. Para ello, hemos definido la noción del OIR además de la importancia del OTR, ya muy utilizada por la profesión. Estos dos parámetros predicen la calidad de conservación del vino en botella. En efecto, en enología se sabe que la cinética del aporte de oxígeno al vino modula la calidad final del producto (ejemplo de la técnica de micro oxigenación). Por lo tanto, podemos imaginar que para una OIR alta, ciertos vinos podrán protegerse durante un período más corto o más largo de una evolución defectuosa de los aromas de reducción (col, huevo podrido, etc.). Por el contrario, para otros tipos de vinos, elaborados para vino de guarda, este aporte rápido tendrá menor impacto y solo el OTR determinará la calidad del vino conservado en botella. Así, un aporte lento y moderado durante varios años, puede llevar al vino hacia una complejidad aromática que también se denomina «bouquet de reducción». Otros estudios permitirán definir mejor las necesidades de oxígeno de los vinos embotellados según la variedad de la cepa y la madurez de la uva. El método de vinificación y la crianza serán objeto de publicaciones posteriores. ■

Bibliografía

- J.-B. Diéval, S. Vidal, O. Aagaard** (2011). *Measurement of the oxygen transmission rate of co-extruded wine bottle closures using a luminescence-based technique*. *Packaging Technology and Science* 24, 375-385.
- P. Godden, F. Leigh, J. Field, M. Gishen, A. Coulter, P. Valente, P. Hoj, E. Robinson** (2001). *Wine bottle closures: physical characteristics and effect on composition and sensory properties of a Semillon wine. 1. Performance up to 20 months post-bottling*. *Aust. J. Grape Wine Res* 7, 64-105.
- P. Lopes, C. Saucier, Y. Glories** (2005). *Nondestructive colorimetric method to determine the oxygen diffusion rate through closures used in winemaking*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 6967-6973.
- P. Lopes, C. Saucier, P.-L. Teissedre, Y. Glories** (2007). *Main Routes of Oxygen Ingress through Different Closures into Wine Bottles*. *J. Agric. Food Chem* 55, 5167-5170.
- V. Oliveira, P. Lopes, M. Cabral, H. Pereira** (2013). *Kinetics of oxygen ingress into wine bottles closed with natural cork stoppers of different qualities*. *American Journal of Enology and Viticulture* 64, 395-399.
- D. Rabiou, J. Sanchez, J.-M. Aracil** (1999). *Study of the oxygen transfer through synthetic corks for wine conservation*. *Second European Congress of Chemical Engineering*, Montpellier.
- M. Ugliano, S. Bégrand, J.-B. Diéval, S. Vidal** (2015). *Critical oxygen levels affecting wine aroma: Relevant sensory attributes, related aroma compounds, and possible mechanisms*. *ACS Symposium Series*, p. 205-216.
- J.-C. Vidal, C. Toitot, J.-C. Boulet, M. Moutounet** (2004). *Comparison of methods for measuring oxygen in the headspace of a bottle of wine*. *Journal international des Sciences de la Vigne et du Vin* 38, 191-200.

REVUE DES
œnologues
Sciences et techniques de la vigne et du vin



Artículo publicado con la amable autorización de la Revue des Œnologues

N° 170 Enero de 2019 – páginas 40 a 43

“Efecto del obturador en la crianza de los vinos embotellados – Parte 1/3: Caracterización de la transferencia de oxígeno en los tapones de corcho”
Véronique Chevalier, Alexandre Pons, Christophe Loisel.

El referente internacional de la actualidad vitivinícola científico-técnica, desde hace más de 40 años en Francia y en 60 países.

- Más de 6.000 artículos archivados por palabras clave search.oeno.tm.fr
- Contacto: infos@mail.oeno.tm.fr ■



« Si c'est Diam, je dis Oui ! »

Nathalie Blanc-Marest, Vigneronne, Mas Carlot - Bruno Le Breton, Vigneron, Domaine de la Jasse et Montlobre.



Depuis plus de 10 ans, Diam révolutionne le monde du vin. Véritable solution œnologique, les bouchons Diam préservent la bonne évolution du vin en bouteille telle que souhaitée par son créateur, le vigneron. Année après année, Diam, gardien des arômes, offre des performances mécaniques et une neutralité sensorielle* inégalées qui, associées à des perméabilités maîtrisées, permettent l'expression des différents profils sensoriels des vins. En choisissant Diam, le vigneron a la satisfaction d'offrir le meilleur de son travail aux amateurs de vin.

« Si c'est Diam, je dis Oui ! »

www.diam-cork.com

DIAM

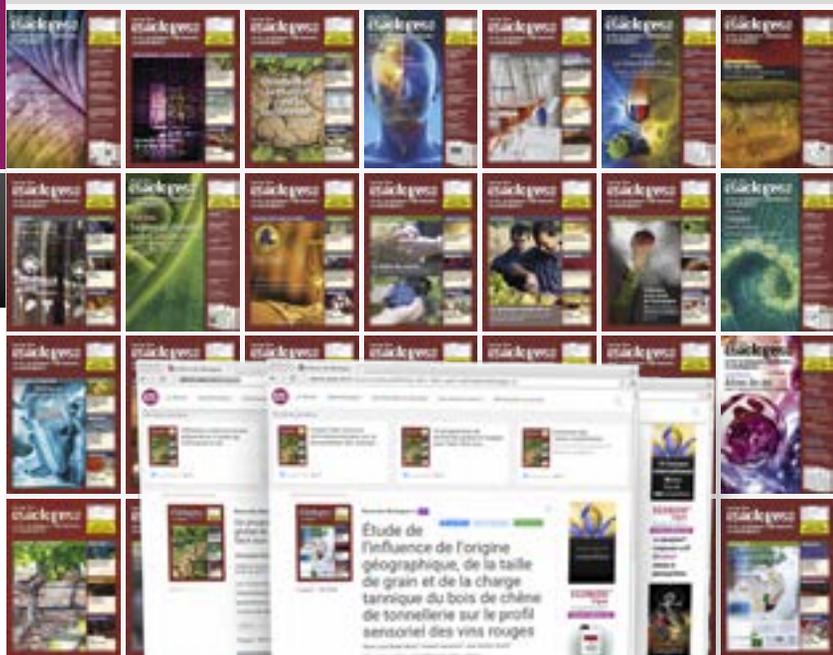
Le gardien des arômes

* Niveau de l'OA, les paramètres de l'analyse de la composition O₂ (mg/l)

© Photo: K. Spring
winissimo



Le trimestriel de
tous les acteurs
de la filière
vitivinicole



L'actualité scientifique & technique

- Depuis plus de 40 ans, dans 60 pays
- Revue internationale en langue française
- Viticulture | Œnologie | Conditionnement

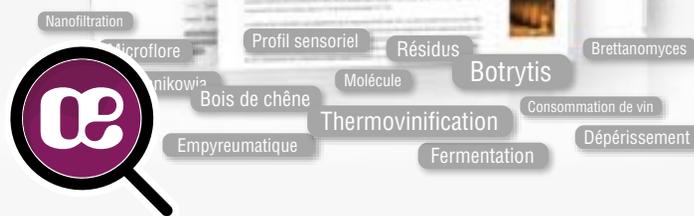
Le trimestriel des acteurs de la filière

« Les lecteurs de la Revue des Œnologues sont à la recherche d'informations fiables et de conseils techniques précis pour réaliser des investissements concrets et mettre en place des solutions opérationnelles en viticulture et œnologie.

Aujourd'hui, plus que jamais, il est indispensable d'être bien informé et ce, par des professionnels conscients des réalités et des enjeux techniques de la filière ».

Henri-Laurent Arnould

Ingénieur agronome œnologue
Directeur de la Revue des Œnologues



À la source de l'information

- Accès libre à un large corpus d'informations scientifiques & techniques
- Informations évaluées et sélectionnées, depuis plus de 40 ans, par la Revue des Œnologues

Plus vite à l'essentiel...

- Accès rapide par mots-clés
- Résumés, bibliographies, listes d'articles
- Plus de 6 000 articles et 5 000 contributeurs

