

LA CALIDAD DEL AIRE EN LA BODEGA: DIAGNÓSTICOS Y SOLUCIONES

Catherine CHASSAGNOU y Jean-Michel MARON

Service Vigne et Vin
Chambre d'Agriculture de la Gironde

1. Origen y diagnóstico de las contaminaciones aéreas

1.1. Olor y gusto a moho

Una de las principales desviaciones que pueden afectar a los vinos está relacionada con los olores y gustos a moho. Estos se pueden imputar a unas moléculas llamadas haloanisoles que son: el TCA, el TeCA, el PCA y el TBA.

El origen de estas moléculas reside en la transformación de los halofenoles en haloanisoles.

Para esta transformación se necesitan unas condiciones particulares, que son un ambiente húmedo y cerrado y la presencia de mohos específicos (*penicillium*). Estos mohos transformarán la molécula desde su forma fenol (poco olorosa) a su forma anisol (muy olorosa) a través de una metilación.

1.2. El caso de la contaminación aérea

Las moléculas acusadas son el TeCA y su precursor el TeCP, el PCA y el PCP y a veces el TBA y el TBP.

El TeCA tiene como origen principal los tratamientos fungicidas de la madera con PCP que permite evitar el azulado de las maderas; estos productos contienen siempre como impurezas el TeCP. La degradación por parte de los mohos del PCP da lugar a PCA poco oloroso y la degradación del TeCP da lugar a TeCA volátil y muy oloroso (su umbral de percepción en los vinos es de 20 ng/l).

Durante varias décadas, se empleó de forma sistemática los PCP para el tratamiento de las maderas como por ejemplo palets, vigas, listones y aglomerados. Más adelante el PCP fue sustituido para algunos materiales por el TBP cuyo esquema de transformación en TBA es el mismo.

1.2.1 ¿Qué dice la reglamentación?

- en 1991 se estableció una directiva CEE que prohibía los PCP en los edificios y en la fabricación de embalajes para los productos alimentarios.
- en 1994 se aplicó un decreto que prohibía las maderas tratadas para las construcciones y las instalaciones interiores con una autorización específica para los almacenes cubiertos de barniz.

1.2.2. El TeCA :

Esta molécula particularmente volátil puede contaminar por una parte la masa de vino durante, por ejemplo, un trasiego pero puede también contaminar todos los productos porosos como son la bentonita, los medios filtrantes o los tapones. A este respecto es imprescindible prestar gran atención a la calidad del aire en los locales para el almacenamiento de los materiales secos.

En efecto, es posible tener una bodega de vinificación o una bodega de crianza sana y por tanto un vino libre de desviaciones organolépticas de tipo moho, y contaminarlo a continuación durante la filtración antes del embotellado.

1.2.3. El diagnóstico:

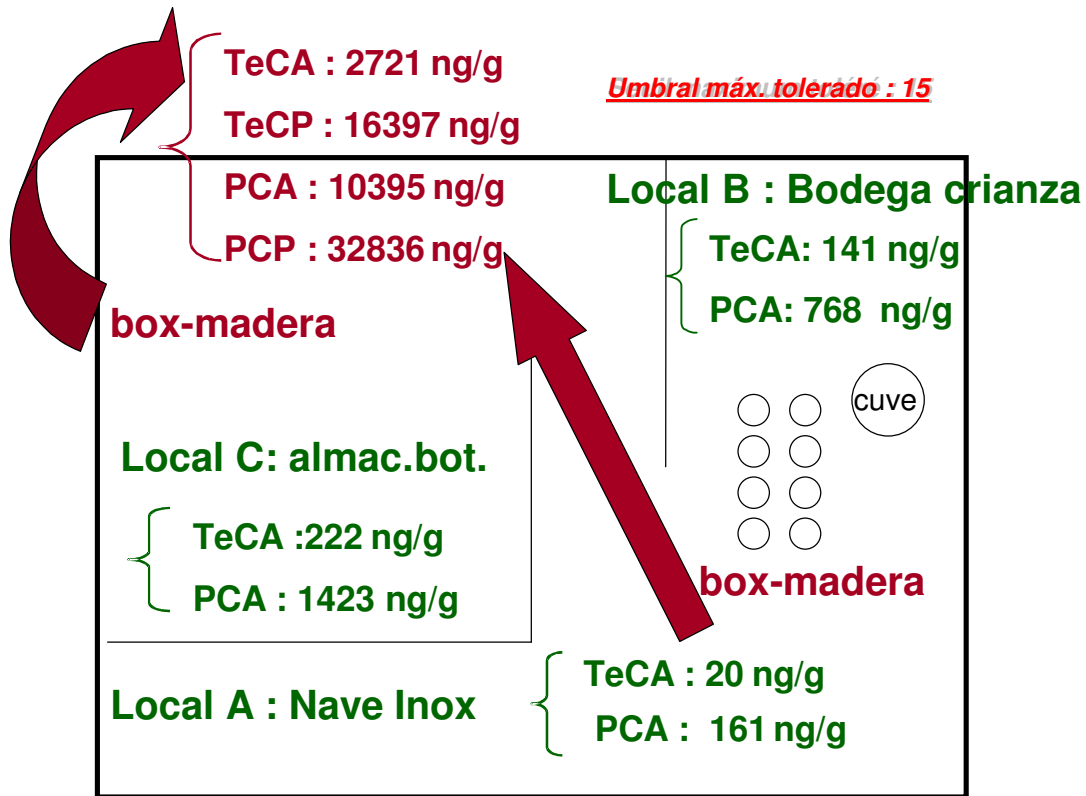
Para establecer un diagnóstico es necesario colocar trampas para halofenoles y haloanisoles en las diferentes partes del edificio.

Ejemplo: se llevo a cabo un diagnóstico de contaminación aérea en los locales de un productor cuyos vinos habían sido rechazados por consumidores que se quejaban de desviaciones organolépticas del tipo llamado gusto a tapón. Estos locales consistían en un único edificio constituido por una nave de depósitos de acero inoxidable, una bodega para la crianza en barricas y un local para el almacenamiento de las botellas ya tapadas.

Se colocaron trampas de bentonita en las diferentes partes del edificio en donde permanecieron una semana. A continuación se analizó la bentonita por cromatografía en fase gaseosa y se determinaron los halofenoles y los haloanisoles.

Una observación atenta de los materiales presentes en los locales evidenció la presencia de una pequeña cantidad de pallox de madera en la bodega de barricas y una cantidad considerable en el local de almacenamiento. Se tomaron muestras de la madera de los pallox y a continuación se analizaron. Se descubrió entonces cual era la fuente de contaminación. Las moléculas presentes en la madera de los pallox eran liberadas y se encontraban en la atmósfera del local.

A través de la simple circulación de aire en los locales que no estaban aislados los unos de los otros, se llegó a un contenido de TeCA en la nave de depósitos de acero suficiente para contaminar todos los vinos. En la bodega de barricas el peligro es todavía más grande (umbral máximo tolerado 15 ng/g de bentonita al cabo de una semana).



2. ¿CUÁLES SON LAS MEDIDAS QUE HAY QUE APLICAR EN UNA BODEGA CONTAMINADA?

2.1. Las medidas más urgentes

Las primeras medidas que hay que tomar en el caso de un local contaminado consisten:

- en eliminar rápidamente del local todas las maderas contaminadas (palets, durmientes y cuñas de las barricas, aglomerados etc...),
- en eliminar o aislar las vigas y los artesonados contaminados del resto de la bodega utilizando un revestimiento de paneles o un falso techo.

Atención, la protección con barnices a pesar de estar admitida por la reglamentación es considerada por los expertos insuficiente a causa de su carácter poroso. Al mismo tiempo se instalará en los espacios contaminados, por ejemplo por encima de los techos falsos, un sistema de renovación permanente del aire o bien natural o bien por VMC (Ventilación Mecánica Controlada).

En caso de una contaminación debida a una impregnación de los materiales con mohos, las recomendaciones son las siguientes: es necesario eliminar los mohos evidentes raspando o enarenando y a continuación destruir en profundidad estos microorganismos utilizando soluciones desinfectantes llamadas limpiadores biocidas.

Recomendación: la aplicación de un producto antifúngico (que prevenga la formación de mohos) es una medida preventiva complementaria, por ejemplo un encalado (que tiene la ventaja de dejar respirar los materiales) o una pintura antifúngica microporosa.

2.2. Las medidas complementarias

La tercera medida consiste en asegurar una ventilación regular del local.

Observación: la reglamentación exige que todos los locales agroalimentarios dispongan de una ventilación suficiente.

Esta ventilación puede ser natural, pero ésta resulta insuficiente en el caso de bodegas contaminadas. En estas condiciones es necesario instalar una ventilación controlada mediante un extractor en la pared o en el techo y unas grillas de entrada de aire con auto-obturación o bien mecanizadas. Esta ventilación puede depender de un control de temperatura o incluso de humedad interior y exterior. De esta forma se asegura una renovación del aire durante los periodos más favorables del día.

Como ejemplo presentamos los resultados obtenidos en dos locales, una nave de depósitos y una bodega de barricas, después de la instalación de la ventilación controlada. Los dos edificios pasaron de unos niveles de contaminación de 20 y 42 ng/g, (valores superiores al umbral máximo), a unos niveles cercanos a los 5 ng/g en pleno verano.

Nota: estos dos locales no contenían palets de madera sino solamente artesonados y armaduras tratados con PCP.

Nave de depósitos

Fecha	23 mayo 2003	8 agosto 2005
Tratamiento con aire	Ninguno	Aire nuevo controlado
Unidad	ng/g	ng/g
2,4,6-Tricloroanisol	<LD	<LD
2,4,6-Triclorofenol	<LD	<LD
2,3,4,6-Tetracloroanisol	20	4.2
2,3,4,6-Tetraclorofenol	<LD	<LD
Pentacloroanisol	135	76.6
Pentaclorofenol	<LD	<LD

LD : Límite de Detección

ND : No Detectable

Bodega de crianza

Fecha	23 mayo 2003	8 agosto 2005
Tratamiento con aire	Ninguno	Aire nuevo controlado
Unidad	ng/g	ng/g
2,4,6-Tricloroanisol	<LD	<LD
2,4,6-Triclorofenol	<LD	<LD
2,3,4,6-Tetracloroanisol	42	5.3
2,3,4,6-Tetraclorofenol	<LD	<LD
Pentacloroanisol	56	38
Pentaclorofenol	<LD	<LD

LD : Límite de Detección

ND : No Detectable

En cambio, una medida realizada en el mismo periodo en un local de almacenamiento de botellas colocadas en box palet de madera, mostró que la ventilación era insuficiente para mantener el nivel de contaminación por debajo de los umbrales peligrosos. En este caso,

mientras se espera la sustitución progresiva de los box palet de madera por box metálicos, es indispensable encontrar una solución para reducir el nivel de contaminación.

Local grande para el almacenamiento de botellas

Fecha	23 mayo 2003	8 agosto 2005
Tratamiento con aire	Ninguno	Aire nuevo controlado
Unidad	ng/g	ng/g
2,4,6-Tricloroanisol	<LD	<LD
2,4,6-Triclorofenol	<LD	<LD
2,3,4,6-Tetracloroanisol	130	44.2
2,3,4,6-Tetraclorofenol	26	<LD
Pentacloroanisol	971	973.3
Pentaclorofenol	<LD	<LD

LD : Límite de Detección

ND : No Detectable

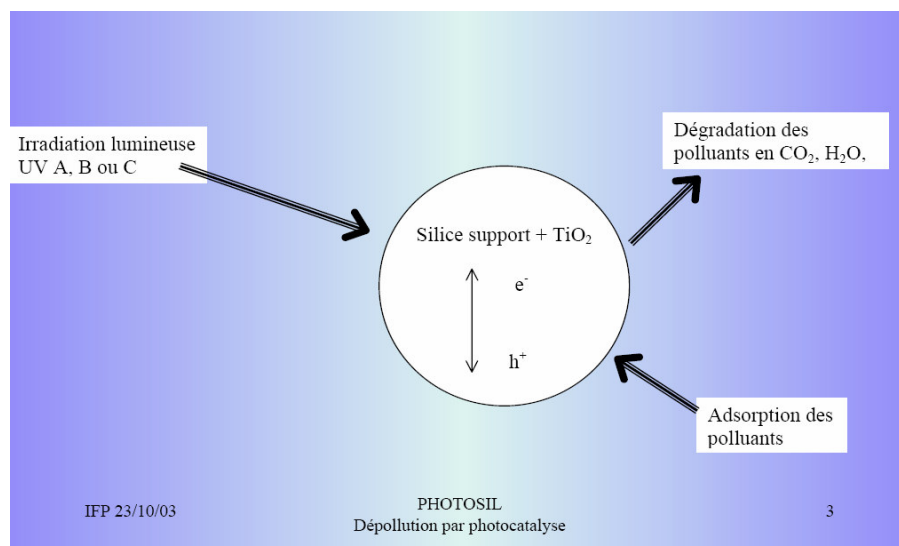
2.3. Fotocatálisis : resultados espectaculares

Estudiamos por tanto un proceso de descontaminación del aire ya utilizado en otros sectores, la fotocatálisis, con el fin de verificar su eficacia en las bodegas.

¿Qué es la fotocatálisis ?

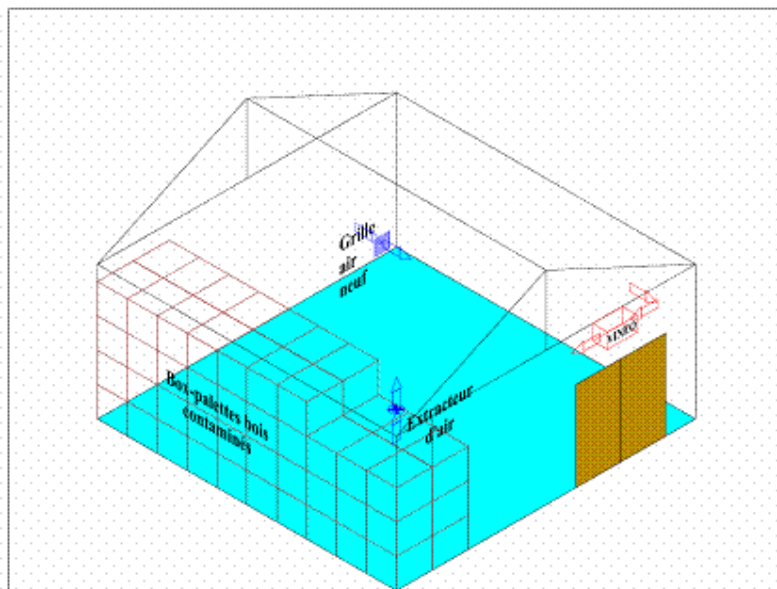
El principio de la fotocatálisis se basa en la acción simultánea de fotones, emitidos por una lámpara UV, y de una placa catalítica que permite la destrucción de moléculas orgánicas como los halofenoles y los haloanisoles. El catalizador más utilizado es el dióxido de titanio (TiO_2).

Las moléculas son adsorbidas y a continuación degradadas formando cantidades muy pequeñas de gas carbónico y de vapor de agua.



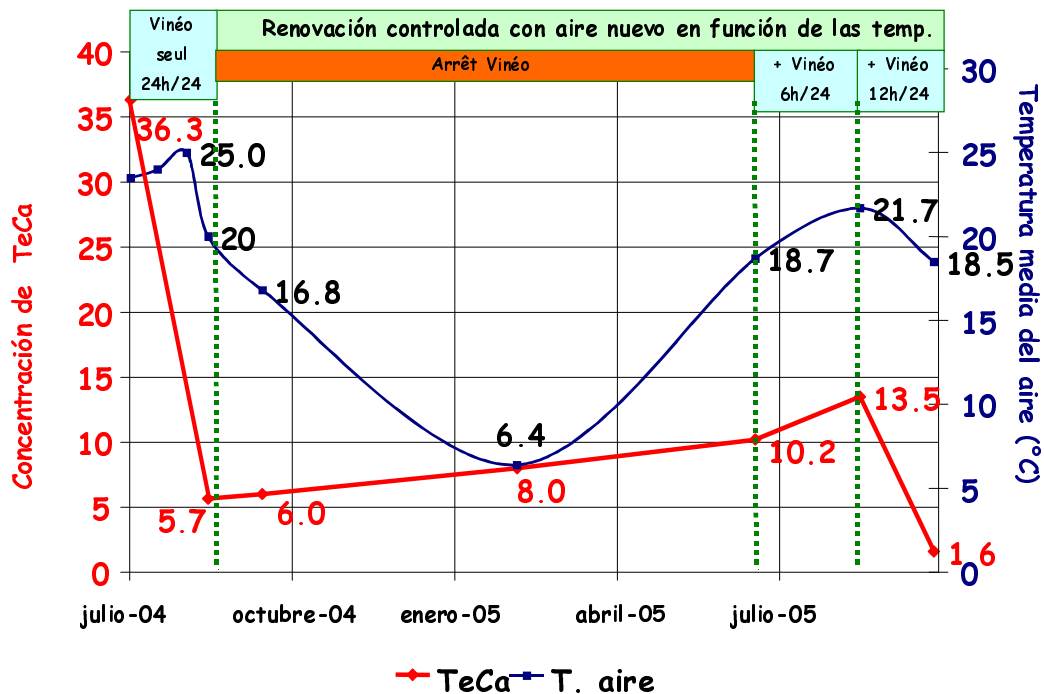
Las sociedades AHLSTROM y CIAT han desarrollado, conjuntamente, un sistema de tratamiento del aire de las bodegas llamado Vinéo. Este aparato está constituido fundamentalmente por un sistema de filtración molecular basado en una combinación de carbón activo y de fotocatalisis cuya fórmula ha sido patentada por CIAT. Este sistema utiliza un medio desarrollado por AHLSTROM cuya fórmula ha sido patentada por esta sociedad. La instalación de Vinéo en alto permite optimizar la circulación del aire y por consiguiente el tratamiento homogéneo de éste.

El local estudiado fue ocupado a posta con box palet de madera tratados con pentaclorofenol.



Después de 45 días de funcionamiento del aparato VINEO, durante el periodo más caluroso, se detectó una disminución significativa de la concentración de TeCA en el aire puesto que se pasó de 36 a 6 ng/g.

El funcionamiento de Vinéo fue interrumpido voluntariamente durante un mes (desde mediados de septiembre hasta mediados de octubre), siguió funcionando sólo el sistema de ventilación para el tratamiento del aire. Se observó que después de 30 días, la ventilación controlada permitía mantener un nivel de contaminación de 6 ng/g mientras que la temperatura del local disminuyó por debajo de los 18°C.



Realizamos el seguimiento del ensayo durante un año para verificar que mientras que la temperatura no exceda los 16°-18°C, el nivel de contaminación por TeCa no supere el umbral de 10 ng/g.

Por encima de este valor decidimos encender el sistema VINEO hasta el 25% del tiempo, el análisis del mes de agosto mostró que, parado, el nivel de contaminación sigue aumentando hasta 13.5 ng/g. Aumentamos entonces el tiempo de funcionamiento hasta el 50 %. Un mes y medio más tarde, el nivel volvió a disminuir hasta 1.6 ng/g.

2.4. Análisis de los resultados

Una vez concluido este estudio podemos afirmar que la concentración de contaminantes en la atmósfera aumenta con la temperatura. El fenómeno de la migración de las moléculas en el aire es bastante reducido hasta los 16-18°C y mucho más importante por encima de esta temperatura.

Por otra parte, en el caso del ejemplo de la contaminación permanente por box de madera tratados con PCP, la ventilación controlada con aire nuevo es eficaz solamente cuando es posible limitar las temperaturas por debajo de los 18 °C. Por encima de esta temperatura es indispensable un sistema del tipo fotocátalisis.

Por último, la instalación de aire acondicionado para mantener los 18 °C puede, en vista de estos resultados, contribuir a retrasar el aumento de la concentración de haloanisoles.

3. CONCLUSIÓN

Es importante actuar con lógica y método respetando si es posible las siguientes recomendaciones en el orden indicado:

- ✓ **Determinar el origen de la contaminación**
- ✓ **Eliminar y/o aislar los contaminantes**
- ✓ **Desinfectar suelos, paredes y techos**
- ✓ **Instalar una ventilación natural o VMC**

Instalar si es necesario un aparato para el tratamiento del aire por fotocátalisis

4. ELEMENTOS ECONÓMICOS

Coste de un techo falso : de 5000 a 7000 € HT para 100 m²

Coste revestimiento de paneles : depende de la complejidad

Coste de una ventilación controlada : de 3000 a 5500 € HT según el funcionamiento (sólo temperatura o temperatura y humedad)

Coste del box metálico : 110 € HT por box

Coste fotocátalisis (aparato VINEO) : 8000 € HT para 500 m³

Coste limpiador biocida : 130 € HT para 100 m²

Coste pintura antifúngica : de 200 a 350 € HT para 100 m²