



BIOMONITOREO AMBIENTAL APÍCOLA DE LA FÁBRICA DE CEMENTO ANCAP DE MINAS

INFORME 2017-2018

Redactado por: Myriam LAURIE, Dirigente

Fecha: 03/08/2019

Número de páginas: 45

Resumen

Introducción.....	3
Contexto del biomonitoreo	4
El biomonitoreo por la abeja	6
Metodología APIDIAG.....	8
1. Objetivo del método	8
2. Términos y definiciones	8
3. Instalación y mantenimiento de las colmenas.....	9
5. Muestreo y acondicionamiento de muestras	11
6. Procedimientos analíticos y expresión de los resultados brutos.....	12
7. Modalidades de interpretación de resultados.....	12
Resultados del estudio del sitio de la planta de cemento de Minas	15
1. Implantación de los apiarios	15
2. Condiciones de muestras	16
3. Análisis de los Elementos Traza Metálicos (ETM)	16
4. Análisis de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	20
6. Análisis de los pesticidas	23
7. Dioxinas et Furanos (PCDD et PCDF)	27
Conclusiones	30
Apéndice 1: Boletines de análisis de ETM.....	32
Apéndice 2: Boletines de análisis de HAP	35
Apéndice 3: Boletines de análisis de pesticidas.....	39
Apéndice 4: Boletines de análisis de dioxinas y furanos	43
Referencias Bibliográficas.....	45

Introducción

En la unión europea, la vigilancia del medio ambiente con métodos biológicos se impone como un complemento interesante de las campañas de medidas tradicionales. De hecho, la medición y los modelos de dispersión aportan una información cuantitativa muy precisa mientras que el biomonitorio informa, en general, de los efectos de los contaminantes y la impregnación del medio ambiente. Además, el biomonitorio es muy útil cuando la fuente de emisión es móvil, desconocida o difusa y/o cuando los parámetros de dispersión son demasiado complejos por definir.

Además de sus ventajas puramente técnicas, el biomonitorio también ofrece un enfoque pedagógico en la vigilancia del medio ambiente. La información cualitativa obtenida del medio ambiente por un organismo vivo es una herramienta de comunicación eficaz para el público en general. Es más fácil imaginar el peligro de la contaminación observando sus efectos en un organismo vivo que comparando números. En este sentido el biomonitorio se convierte en una herramienta de sensibilización para la biodiversidad y el desarrollo sostenible.

En este contexto, APILAB ha desarrollado un método original de biomonitorio fiable utilizando abejas como herramienta de medición.

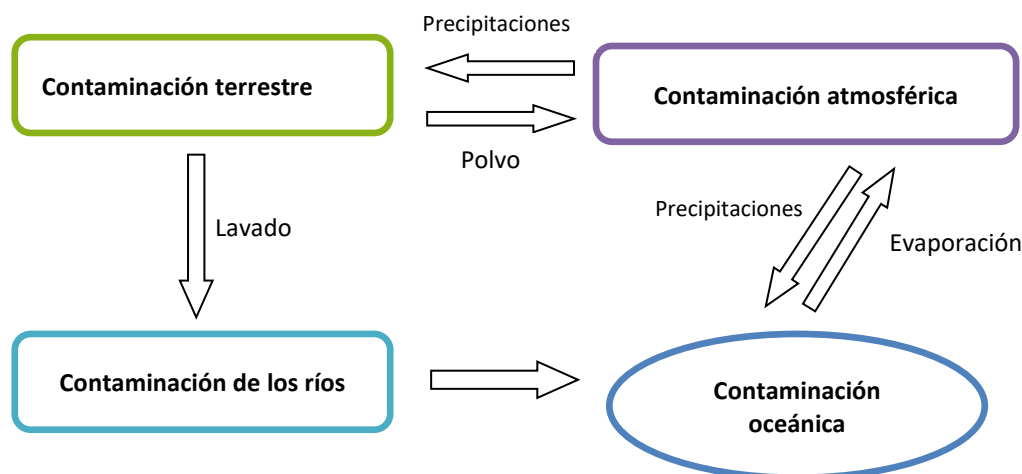
Contexto del biomonitoreo

Existen diferentes canales de entrada de los contaminantes en el medio ambiente: a través del agua, por la atmósfera y por los suelos.

Tabla 1: Ejemplos de canales de entrada de contaminantes en el medio ambiente

Canales de entrada hacia el agua	Canales de entrada en la atmósfera	Canales de entrada hacia los suelos
Rechazos domésticos	Chimeneas domésticas (<i>en particular hidrocarburos</i>)	Vertederos industriales (u otros)
Rechazos industriales	Chimeneas industriales (<i>en particular hidrocarburos</i>)	Aplicación de pesticidas en agricultura
Rechazos nucleares	Combustión de motores	Utilización de barros de esparcimientos
Arroyados en los suelos	Aplicación de pesticidas	Inundaciones
Sedimentos en el mar	Aerosoles	Precipitaciones
Transportes marítimos	Etc.	Etc.
Desde la atmósfera		
Etc.		

Sin embargo, todos los compartimientos (aire, agua y suelo) son relacionados entre ellos y eso significa que una contaminación es raramente contenida en un solo compartimiento.



Por tanto es necesario evaluar la contaminación de forma general a fin de aprehender la totalidad de la contaminación. Como tal, el uso de especies bioindicadoras permite observar cambios en las condiciones ambientales. Eso se llama el « biomonitoreo ».

Según los estudios de Garrec et Van Haluwyn¹, el biomonitoreo se basa en la capacidad de algunos organismos vivos para reaccionar a la exposición de uno o varios contaminantes para revelar una alteración del medio ambiente y controlar su evolución.

El biomonitoreo incluye 4 conceptos situados a diferentes niveles de organización biológica:

- El **bio-marcador** que se coloca al nivel sub-individual. El contaminante provoca efectos no visibles a simple vista (ejemplo: perturbación de la fotosíntesis).
- El **bio-indicador** que se coloca a escala individual. Se puede ver a ojo las alteraciones fisiológicas o morfológicas del organismo (ejemplo: cambio de colores de los tejidos).
- El **bio-integrador** que toma en cuenta el estado de una población de individuos (ejemplo: modificación de la densidad de una población).
- La **bioacumulación** es la propiedad de ciertas especies de acumular contaminantes en sus tejidos sin alteración observable. El organismo bio-acumulador sirve entonces de base de datos para medir los contaminantes.

Una « buena » especie bio-indicadora debe cumplir con ciertos criterios. En particular, debería ser relativamente fácil de muestrear y abundante en la zona de estudio, debe ser resistente, sedentaria y debe ser de tamaño importante para proporcionar suficiente tejido para su análisis.

Así, entre las especies bio-indicadoras, se usan generalmente musgos, líquenes, algas, peces, crustáceos, batracios, moluscos así que muchas plantas. Por ejemplo, las truchas se utilizan desde años para controlar la calidad de las estaciones de bombeo de agua a través de la salud de las truchas (cuando mueren, es un signo de degradación de la calidad del agua). Otro ejemplo, los líquenes son estudiados desde hace más de 10 años en el seguimiento de la calidad del aire.



En el contexto del biomonitoreo, la abeja también se puede utilizar como un bio-indicador para controlar la calidad del medio ambiente y su evolución.

¹ Garrec J.P., Van Haluwyn C. Biosurveillance végétale de la qualité de l'air. Tec et Doc – Lavoisier, 2002

El biomonitoreo por la abeja

Las abejas son indicadores fiables de la calidad del medio ambiente sobre todo debido a su intensa actividad de polinización que los pone en contacto con una gran cantidad de contaminantes en un radio que generalmente oscila de 1,5 hasta 3 km alrededor de la colmena, dependiendo de la abundancia de comida².



De este modo, muestrean los contaminantes del suelo a través del néctar, del polen y de la mielada que se acumulan en las plantas y los árboles. Pero también extraen agua cuando beben en charcos y zanjas (una colonia de abejas bebe un promedio de 100 litros de agua por año). Por último, volando se recogen los contaminantes del aire, ya que crean un campo electrostático alrededor de ellas y así capturan en sus cuerpos las partículas suspendidas en el aire.

Crédito foto: fotolia

Por lo tanto, la propia actividad de la abeja le hace una muestreador excepcional. Según Claudio Porrini³ : « si tenemos en cuenta que una colmena contiene un promedio de alrededor de 40 000 abejas, y una cuarta parte de ellas son pecoreadoras que a diario « visitan » mil flores cada una, se puede estimar que una colonia de abejas realiza diariamente 10 millones de micro-muestras. »

Por otra parte, la bioacumulación de contaminantes en la abeja puede causar cambios en el rendimiento: cambios del color de los tejidos, cambio del comportamiento de vuelo, degeneración celular, etc. Estos disturbios repercuten luego a los niveles ecológicos superiores: individuo → población → ecosistema. Por esos cambios, los individuos hacen un balance del estado de salud de los ecosistemas y permiten un análisis ecotoxicológica, es decir un análisis de las consecuencias ecológicas de la contaminación del medio ambiente.

Dadas sus características y su capacidad de respuestas a las variaciones ambientales, las abejas se utilizan para la vigilancia del medio ambiente por más de 20 años. De hecho, los estudios CNRS/INRA^{4,5,6} han demostrado que la abeja es una herramienta adecuada para realizar diagnósticos ambientales.



² Chauzat M.P., Carpentier P., et al. Influence of pesticides residues in honeybee (Hymenoptera: Apidae) colony health in France. Environ Entomol 2009; 38:514-23

³ Porrini C. Les origines de l'utilisation de l'abeille comme indicateur biologique. *Bulletin Technique Apicole* 35 (4), 2008, 162-164.

Por ejemplo, un estudio francés ha demostrado que las abejas pueden ser usadas para caracterizar el nivel de contaminación del medio ambiente por los HAP y metales pesados⁴.

Por otra parte, las abejas han sido utilizadas para detectar la presencia de radioisótopos en el medio ambiente después de la catástrofe de Chernóbil y en otros casos de accidentes industriales⁵.

Esto llevo el gobierno a recurrir a esta herramienta de diagnóstico y, en 2008, por primera vez en Francia, el Consejo general del Isère ha establecido un observatorio departamental en calidad ambiental utilizando abejas como bio-indicador⁶.

A partir de los estudios realizados por los laboratorios de investigación, APILAB logró su propio trabajo interno de factibilidad para crear un índice de calidad ambiental “Abeja” y supervisar la actividad de las colonias de abejas en tiempo real. APILAB ha lanzado su primer estudio de biomonitorio de un sitio con abejas en 2011 y se posiciona hoy como un líder en el biomonitorio ambiental apícola.

⁴Devillers J. Utilisation de l'abeille pour caractériser le niveau de contamination de l'environnement par les xénobiotiques. Bulletin Technique Apicole (35) 4, 2008, 179-180.

⁵Porrini, C. Les abeilles utilisées pour détecter la présence de radio-isotopes dans l'environnement. Bulletin Technique Apicole (35) 4, 2008, 168-178.

⁶Leoncini, I. L'observatoire en Isère: la colonie d'abeilles, témoin de la qualité environnementale. Bulletin Technique Apicole (35) 4, 2008, 165-167

Metodología APIDIAG

El siguiente protocolo hace referencia a la norma XP X43-909 relativa al biomonitoreo activo del medio ambiente por medio de la abeja doméstica⁷.

1. Objetivo del método

La herramienta APIDIAG es un método de biomonitoreo activo que implica exponer las colmenas de abejas dentro de un área de estudio y tomar muestras para su análisis. Este método permite el estudio de la bioacumulación de sustancias que caracterizan la contaminación ambiental y/o el estudio de reacciones infra individuales en respuesta a la contaminación.

2. Términos y definiciones

2.1. Biomonitoreo

Utilización en todos los niveles de organización biológica (molecular, bioquímica, celular, fisiológica, tisular, morfológica, ecológica) de un organismo o conjunto de organismos para predecir y/o revelar una modificación del medio ambiente y seguir su evolución.

2.2. Bioacumulación

Fenómeno por el cual una sustancia en el ambiente (aire, agua, suelo) se acumula en la superficie y/o ingresa a un organismo. Esta sustancia, que generalmente se encuentra en el cuerpo en concentraciones más altas que las observadas en el ambiente, puede no tener un papel metabólico, ni necesariamente tener una acción tóxica.

2.3. Enfoque activo

Uso de material biológico no autóctono como parte de un estudio de biomonitoreo.

2.4. Área de estudio

Área geográfica elegida para determinar el impacto de una o más fuentes (puntuales) de contaminación e incluyendo todos los sitios de exposición (ejemplo Figura 1).

2.5. Área de exposición

Área en la que las abejas van a buscar comida. Se define por un disco de 3 km de radio cuyo centro es el sitio de exposición (ejemplo Figura 1).

2.6. Área de exposición testigo

Área en la que las abejas van a buscar comida. Está definido por un disco de 3 km de radio cuyo centro es el sitio de control. Este punto debe estar lo más alejado posible de cualquier fuente que involucre los contaminantes buscados, respetando el mismo contexto biogeográfico (ejemplo Figura 1).

⁷ AFNOR. Biosurveillance active de l'environnement au moyen de l'abeille domestique. Norme XP X43-909. Juin 2017

2.7. Lugar de exposición

Lugar específico del área de estudio en la que se ubican las colmenas (ejemplo Figura 1).

2.8. Colmena

Unidad de vida construida por el apicultor para acomodar una colonia de abejas.

2.9. Colmenar

Conjunto de colmenas que se encuentran en el mismo lugar de exposición

2.10. Colonia de abejas

Super organismo que agrupa una abeja reina y sus obreras.

3. **Instalación y mantenimiento de las colmenas**

3.1. Elección del lugar de exposición

El biomonitoreo ambiental apícola requiere la instalación de colmenas en los sitios de exposición. El número y la ubicación de los sitios de exposición depende en gran medida de los objetivos del estudio.

Como mínimo, un estudio incluye, como lo ilustra la Figura 1:

- un sitio de exposición cuya ubicación se elige para determinar el impacto de una o más fuentes de contaminación
- un sitio de exposición control o testigo, con fines comparativos, cuya ubicación se elige por estar lo más alejada posible de cualquier fuente que involucre el (los) contaminante (s) buscado (s), protegido de los vientos prevalecientes de las posibles fuentes de contaminación y respetando el mismo contexto biogeográfico.

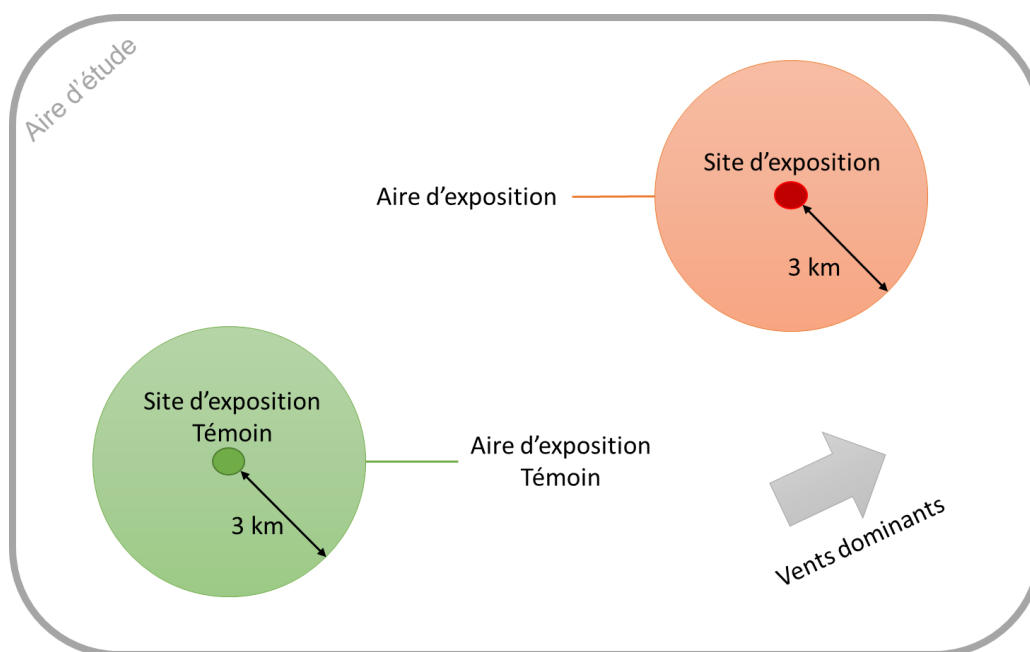


Figura 1: Esquema que ejemplifica la implantación de los lugares de exposición sobre un área de estudio

NOTA: Las fuentes de alimentos para las abejas, presentes o ausentes del área de estudio, no deben ser un criterio de elección en la selección de los sitios de exposición.

Como se muestra en la Figura 1, la actividad de las abejas generalmente se extiende en un radio de hasta 3 km alrededor de su colmena. Esta área de búsqueda de alimento define el área de exposición de las abejas. Un área de exposición y un área de exposición control (testigo) no deben superponerse de ninguna manera. Por lo tanto, el lugar de exposición y el lugar de exposición testigo deben estar separados al menos por 6 km.

Finalmente, un lugar de exposición comprende al menos tres colmenas cuyo estado de salud debe ser compatible con la realización de un muestreo. Durante estas muestras, el operador lleva a cabo una inspección del estado sanitario de las colonias y completa una tarjeta de visita para verificar las condiciones de funcionamiento del estudio para garantizar la trazabilidad.

3.2. Preparación y mantenimiento de las colmenas

Las colmenas y el equipo utilizado deben excluir cualquier material que pueda inducir la contaminación de las abejas por los elementos investigados (pintura con plomo, por ejemplo). Las colmenas deben instalarse y declararse de acuerdo con la normativa vigente. También deben estar protegidas de la humedad, los vientos predominantes y las altas temperaturas.

Después de la instalación, la gestión de las colmenas en los lugares de exposición debe estar de acuerdo con la guía de buenas prácticas de apicultura vigentes.



Las colmenas deben ser visitadas de manera regular por el apicultor, mínimo una vez al mes durante la estación apícola. (que depende de las condiciones climáticas). El día de la visita un ahumador puede ser utilizado, excepto en el periodo de los 30 días precedentes a cada muestreo con el fin de no sesgar los resultados del análisis.

Los tratamientos contra los agentes infecciosos y los parásitos apícolas (*Varroa destructor* en particular) pueden ser administrados. Las colmenas pueden de la misma manera ser alimentadas en caso de hambruna con miel, jarabe de azúcar o caramelo. En todos los casos, estas operaciones deben ser comunicadas con el fin de tenerlos en cuenta en la elaboración del informe.

Finalmente, la miel producida por las colmenas puede ser cosechada por el apicultor de acuerdo con las técnicas y frecuencias habituales de la profesión. A menos que se estipule lo contrario por contrato, la miel cosechada sigue siendo propiedad del apicultor que posee las colmenas.

5. Muestreo y acondicionamiento de muestras

5.1. Muestreo de abejas

Las abejas son muestreadas durante el período de actividad de las abejas (período variable dependiendo de las condiciones climáticas locales).

Durante un programa de medición que involucre varias muestras sucesivas, se respeta un intervalo de tiempo de al menos un mes entre 2 muestras para no tomar abejas contemporáneas de una muestra a otra.

Un intervalo mínimo de 50 días debe ser respetado igualmente entre la instalación de colmenas y el primer muestreo. Este periodo corresponde al tiempo mínimo de exposición para que los contaminantes presentes en el medio ambiente se acumulen en los tejidos del cuerpo de las abejas y para garantizar que las abejas muestreadas hayan nacido sobre el sitio de exposición.

Las muestras son tomadas por personal capacitado en manejo de abejas y buenas prácticas de laboratorio. Durante el muestreo, las colmenas se cierran para recolectar solo las pecoreadoras en vuelo de regreso (abejas con edades comprendidas entre 18 y 24 días)⁸.



Las abejas recolectadas se sacrifican rápidamente con dióxido de carbono y luego se envasan en contenedores que son inertes con respecto a los contaminantes químicos que se analizarán.

Entre dos usos, todo el material en contacto con las muestras de abejas se limpia cuidadosamente para no interferir con los contaminantes que se analizarán.

La muestra de un lugar de exposición consiste en muestras elementales hechas de manera equivalente en tres colmenas para superar las variaciones que pueden existir entre las diferentes colonias. Una muestra estándar representa, por lo tanto, un total de aproximadamente 50 a 100 gramos de abejas (dependiendo de las necesidades analíticas), que representa 500 a 1000 abejas (0,1 g / abeja) en tres colonias. Este número corresponde a las pérdidas diarias normales de una colonia de abejas y, por lo tanto, no tiene ningún impacto en la vida de las colonias.

En el laboratorio, cada muestra se despoja cuidadosamente de gránulos de polen, restos de plantas, leñosas o animales utilizando instrumentos no contaminantes. Dependiendo de los contaminantes deseados, las muestras pueden congelarse (<-18 ° C) o pasar por una fase de secado, en un horno o por liofilización, antes de analizarse.

⁸ Dukas R., Mortality rates of honeybees in the wild. *Atherosclerosis*. 2008;55:252-5

5.2. Muestreos fuera de norma

En el caso de la búsqueda de pesticidas, los análisis se llevan a cabo sobre el pan de abeja que representa la matriz mejor adaptada⁹. El cuerpo de la colmena se abre y un pedazo de cera que contenga pan de abeja sobre una superficie mínima de 40 cm² se corta con ayuda de un instrumento no contaminante. La muestra de un sitio de exposición consiste en muestras elementales hechas de manera equivalente en tres colmenas para superar las variaciones que pueden existir entre las diferentes colonias. Las piezas de cera se envasan en contenedores que son inertes con respecto a los contaminantes que se analizarán y posteriormente en el laboratorio, el pan de abeja se extrae cuidadosamente de las células de cera con instrumentos no contaminantes antes de ser analizado.

En el caso de la investigación de partículas, los análisis se realizan individualmente en 3 abejas de pecoreo en vuelo de retorno. La integridad de cada abeja debe ser estrictamente preservada. Por lo tanto, dos abejas en vuelo de retorno son tomadas en el tablero de vuelo con un fórceps de muestreo y son empacadas individualmente en tubos Eppendorf. La muestra de un sitio de exposición consiste en muestras elementales hechas de manera equivalente en tres colmenas para superar las variaciones que pueden existir entre las diferentes colonias. Solo se analiza una abeja por colonia, la segunda se guarda en caso de duda sobre el análisis (abeja dañada).

6. **Procedimientos analíticos y expresión de los resultados brutos**

Los análisis están realizados por diferentes laboratorios independientes acreditados COFRAC según los contaminantes buscados.

Así se presentan los nombres de los laboratorios, los métodos analíticos, los límites de cuantificación y el valor de expresión de los resultados, por cada familia de contaminantes, en el resto de este informe en el preámbulo de los resultados del análisis.

7. **Modalidades de interpretación de resultados**

En el biomonitoreo, como en otros dominios, la interpretación de los resultados se realiza en dos niveles: la comparación de las mediciones con las del lugar de exposición testigo y, si es posible, la evaluación de los niveles obtenidos a valores de referencia específicos de la matriz analizada.

⁹ Chauzat M.P., et al. An assessment of honeybee colony matrices, *Apis Mellifera* (Hymenoptera : Apidae) to monitor pesticide presence in continental France, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2011, Vol. 30, No. 1, pp. 103–111

7.1. Comparación entre el sitio de exposición y el sitio de exposición testigo

El primer nivel de interpretación de los resultados es comparar la concentración de contaminantes en las muestras tomadas en el lugar de exposición con las muestras del lugar de exposición de referencia (testigo). Esta comparación permite evaluar la contaminación agregada a nivel local por la (s) fuente (s) de contaminación del plan de monitoreo.

El análisis comparativo de los datos se lleva a cabo de acuerdo con la regla de la suma de las incertidumbres, recomendada por el INERIS. La suma de las incertidumbres, que se denota " Σ " es la suma de las incertidumbres identificadas en cada etapa del procedimiento: el análisis de incertidumbre (proporcionado por los laboratorios para cada tipo de análisis), suplementado con 15% para muestreo y incertidumbres aleatorias.

Por lo tanto, se dice que un valor es "significativo" cuando excede en más de Σ % el nivel local registrado en el sitio de exposición de control. Este método también se aplica para interpretar variaciones temporales en campañas sucesivas de biomonitoreo. Por otro lado, no es aplicable para rangos de valores bajos porque corresponde a una variación del ruido de fondo.

7.2. Comparación con los valores de referencia Apidiag

El segundo nivel de interpretación consiste en evaluar los niveles de concentración obtenidos con respecto a los valores de referencia definidos a partir de una base de datos importante específica para la matriz analizada.

La experiencia adquirida por Apilab ha también permitido, para ciertos contaminantes (ETM, HAP y biomarcadores), la acumulación de una gran cantidad de datos que constituyen los valores de referencia de Apidiag. Estos valores de referencia se usaron luego para definir umbrales con el fin de discriminar entre casos que representan un ambiente no contaminado (ETM, PAH) y/o sin impacto sobre el estado de salud de las abejas (biomarcadores) y casos que representan un fenómeno comprobado de contaminación. (ETM, PAH) y/o estrés ambiental (biomarcadores).



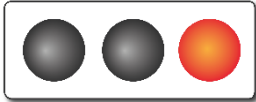
El sistema propuesto utiliza dos umbrales:

Umbral 1: El primer umbral corresponde a los niveles representativos de una situación de referencia o ruido de fondo. Por debajo de este umbral, se puede concluir que el ambiente estudiado, durante la campaña de muestreo, no está contaminado y/o no tiene un impacto significativo en el estado de salud de las abejas.

Umbral 2: El segundo umbral corresponde al nivel desde el cual se diagnostica un fenómeno comprobado de contaminación. Por encima de este umbral, se puede concluir que el ambiente estudiado, durante la campaña de muestreo, está contaminado y/o causa una alteración en el estado de salud de las abejas.

Estos dos umbrales permiten proponer una cuadrícula de lectura con tres niveles, como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 1 : Significado de umbrales de contaminación

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Nivel no separable del ruido de fondo	Nivel superior al ruido de fondo, pero no revelador de un fenómeno significativo	Fenómeno reconocido de contaminación y/o alteración del estado de salud de las abejas
<p>Medio ambiente no contaminado y/o sin impacto sobre las abejas</p> 	<p>Situación intermedia</p> 	<p>Medio ambiente contaminado y/o estrés medioambiental</p> 
	↑ Umbral 1	↑ Umbral 2

Nota importante: Estos valores de referencia solo son válidos para Francia.

Resultados del estudio del sitio de la planta de cemento de Minas

1. Implantación de los apiarios

Para evaluar la calidad ambiental del sitio de producción de cemento ANCAP de Minas, las muestras se llevaron a cabo en dos apiarios : uno sitio de exposición en las inmediaciones de la planta y uno sitio testigo a 18 km al noreste de la planta. La foto satélite (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ilustra la localización de los apiarios de muestreo.

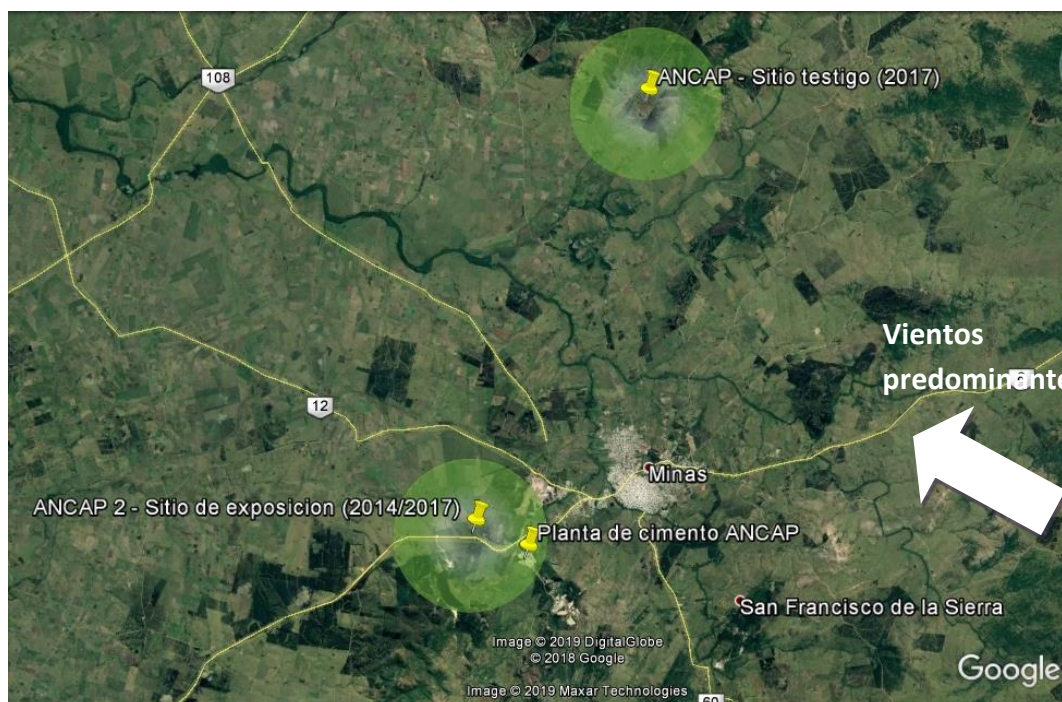


Figura 2: Situación geográfica de los apiarios de muestreo

Los dos apiarios Ambas son mantenidos por un apicultor local bajo la responsabilidad de ANCAP. La foto a continuación muestra el apiario del sitio de la exposición.



Foto 1 : Apiario del sitio de exposición

2. Condiciones de muestras

Para este estudio, se realizó 3 muestras en los dos sitios en las siguientes fechas:

Nombre de la muestra	Febrero 2017	Diciembre 2017	Noviembre 2018
Fecha	17/02/2017	20/12/2017	08/11/2018

3. Análisis de los Elementos Traza Metálicos (ETM)

3.1. Preámbulo¹⁰

Los metales son naturalmente presentes en el medio ambiente desde la formación de la tierra, por lo general en trazas. El origen **natural** de estos metales es la **roca primaria** del suelo y los **procesos geológicos** sometidos por esa roca que ha podido lavar o concentrar los elementos en cuestión. El contenido natural de elementos metálicos de un suelo se llama el « **fondo geoquímico** ». A ese fondo natural se añaden las contribuciones antropogénicas relacionadas con el desarrollo de nuestras sociedades industriales. Por lo tanto, el **consumo de metales aumento 300 %** entre 1950 y 2000 y las **emanaciones antropogénicas** de elementos metálicos como el Plomo, Mercurio, Zinc, Cadmio, Cobre y Cromo han **triplicado** desde el comienzo de la era industrial.

Entre estos elementos, los metales tóxicos y otros elementos tóxicos se agrupan bajo el nombre « **Elementos traza metálicos** » ETM. Estos pueden ser tóxicos para los organismos y los seres humanos a concentraciones relativamente bajas. Por lo tanto, en Francia se propuso una lista de nueve elementos traza riesgos para la salud. Estos elementos son : el Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Arsénico (As), Níquel (Ni), Cromo (Cr), cobre (Cu), Zinc (Zn) y el Selenio (Se). En cuanto a la normativa relacionada con el agua, la Decisión 2455/2001/CE del consejo Europeo (modificación de la Directiva Europea del agua 2000/60/CE), identificó tres elementos – **Cadmio, Plomo, Mercurio** – como « **sustancias peligrosas prioritarias** » sometidas con el objetivo de contaminación cero en las aguas subterráneas. Una propuesta de la Directiva Europea del 19/09/2003 sobre la protección de las aguas subterráneas ha añadido luego el **Arsénico** en la lista mínima de sustancias para las cuales se exige a los estados miembros establecer unos umbrales.

La guía de INERIS sobre Monitoreo en el aire alrededor de las instalaciones clasificadas (DRC-16-158882-12366A) y su complemento (DRC-16-158882-10272A) recomienda seleccionar cinco ETM prioritarios que son Mercurio (Hg) , Arsénico (As), Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y Níquel (Ni).

Teniendo en cuenta las regulaciones vigentes, la lista de elementos traza seguidos por Apilab en las abejas es 13: Cd, Pb, Hg, As, Ni, Cr, Cu, Co, Mn, Sb, Tl, V y Zn. Además, y según lo recomendado por INERIS, se prestará atención a los elementos traza prioritarios, como el Cadmio, el Plomo, el Mercurio y el Arsénico y el Níquel.

¹⁰ Rapport d'étude INERIS-DRC-06-66246/DESP-R01a. Eléments traces métalliques. Guide méthodologique. Recommandations pour la modélisation des transferts des éléments traces métalliques dans les sols et les eaux souterraines. 2006.

3.2. Resultados brutos

Los análisis fueron realizados por espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) por el Laboratorio del medio ambiente y Alimentación de Vendée (laboratorio autorizado por el COFRAC bajo el n°1-1064).

Se explican los resultados de los análisis a continuación en mg/kg de Materia Seca, con una incertidumbre analítica $\leq 20\%$. Los boletines de análisis se presentan en el Apéndice 1.

Concentracion mg/kg MS	Límite de cuantificación	Sitio de exposición			Sitio testigo			Mediana Sitio de exposición	Mediana Sitio testigo
		URU- 1702	URU- 1712	URU- 1811	URU-T- 1702	URU-T- 1712	URU-T- 1811		
Arsénico (As)	0,05	0,09	0,122	0,166	<0,05	0,112	<0,05	0,126	0,112
Cadmio (Cd)	0,025	0,17	0,141	0,6	0,150	0,129	0,290	0,304	0,190
Mercurio (Hg)	0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	< LC	< LC
Plomo (Pb)	0,025	0,21	0,324	0,1	0,110	0,381	0,090	0,211	0,194
Niquel (Ni)	0,025	0,35	0,389	0,15	0,650	0,66	0,240	0,296	0,517
Cromo (Cr)	0,1	0,19	0,253	0,12	0,120	0,31	0,080	0,188	0,170
Cobre (Cu)	0,10	39,10	39,80	29,90	39,30	28,90	28,70	36,27	32,30
Selenio (Sn)	0,125	0,24	0,188	0,4	0,340	0,21	0,150	0,276	0,233
Zinc (Zn)	0,1	178,0	174,0	145,0	175,0	148,0	105,0	165,7	142,7
Aluminio (Al)	0,10	59,50	96,60	45,40	17,30	100,00	38,60	67,17	51,97
Cobalto (Co)	0,1	0,31	0,302	0,21	0,350	0,307	0,280	0,274	0,312
Hierro (Fe)	0,1	342,0	304,0	173,0	364,0	299,0	190,0	273,0	284,3
Manganeso (Mn)	0,1	166,6	220,0	152,0	244,5	173,0	278,0	179,5	231,8
Molibdeno (Mo)	0,1	0,9	0,686	0,063	0,810	0,481	0,047	0,550	0,446
Titano (Ti)	0,025	9,80	6,13	4,51	0,41	8,63	2,34	6,81	3,79

Glosario:

< Valor: valor inferior al límite de cuantificación del elemento

MS: Materia seca ; LQ: Limite de quantification

3.3. Comparación con el sitio testigo

Las mediciones realizadas en los sitios testigos permiten evaluar la concentración de los elementos traza medidos añadidos localmente por el medio ambiente al área de exposición estudiada.

Por lo tanto, las concentraciones medias de los ETM en los sitios de exposición se compararon con los encontrados en los sitios testigos en las mismas fechas, como se ilustra en los siguientes gráficos. El mercurio tiene concentraciones por debajo de los límites de cuantificación y, por lo tanto, no se muestra en los gráficos a continuación.

De acuerdo con las recomendaciones de INERIS, las barras de error representadas corresponden a la suma de las incertidumbres registradas en cada etapa del método: la incertidumbre analítica proporcionada por el laboratorio para cada muestra (20%), más 15% para las incertidumbres de muestreo, lo que da una incertidumbre total del 35%.

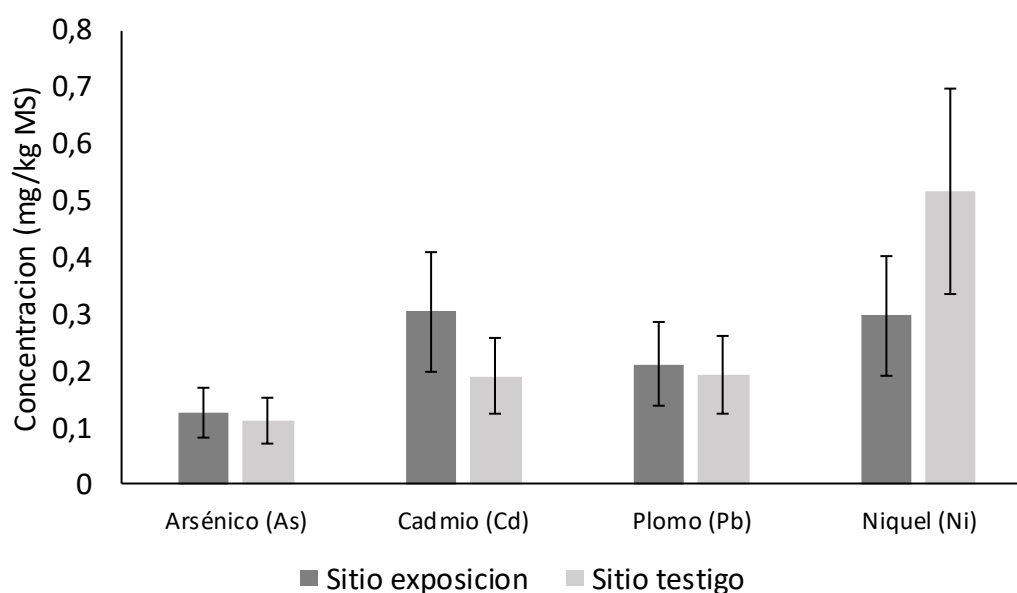


Gráfico 1: Concentración mediana de Arsénico, Cadmio, Plomo y Níquel en las muestras realizadas en el sitio de exposición y en el sitio testigo

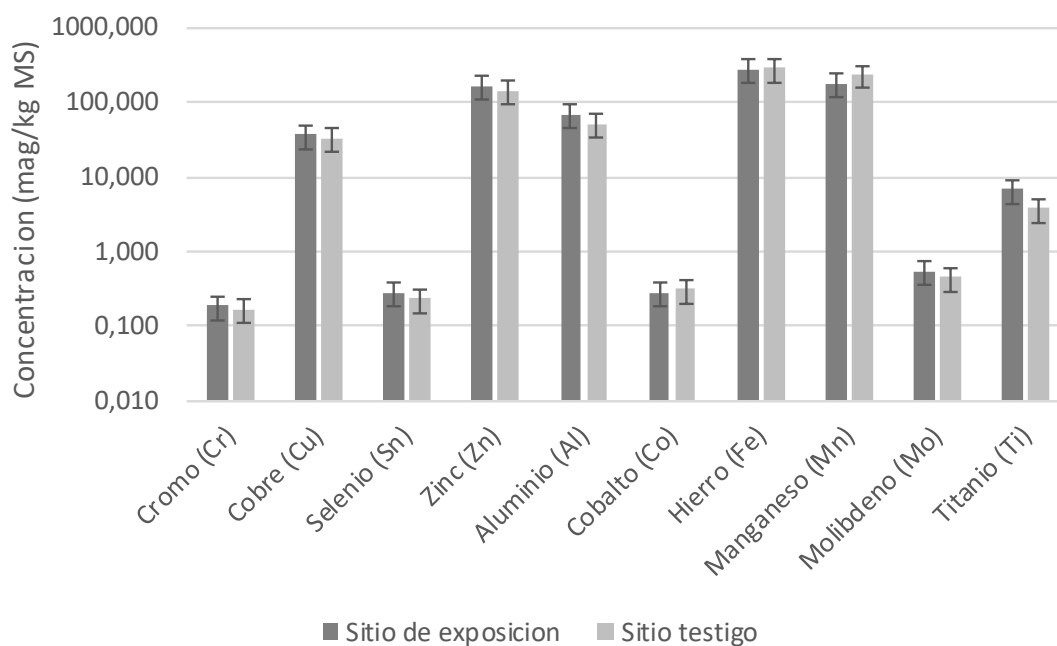


Grafico 2 : Concentración mediana de elementos traza metálicos np prioritarios en las muestras realizadas en el sitio de exposición y en el sitio testigo

Ya sea para elementos traza metálicos prioritarios u otros elementos no prioritarios, los resultados indican que **no hay diferencia significativa entre las concentraciones medias medianas en el sitio de exposición y el sitio testigo.**

4. Análisis de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)

4.1. Preámbulo¹¹ :

Los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) son moléculas hechas de átomos de carbono e hidrogeno que forman al menos dos círculos aromáticos condensados. Dependiendo del número de círculos, se clasifican en HAP ligeros (hasta tres círculos) o pesados (cuatros círculos y más), con propiedades fisicoquímicas y toxicológicas diferentes.

Los HAP se forman por la combustión incompleta de productos orgánicos, particularmente por la quema de residuos agrícolas, leña, carbón, petróleos o residuos domésticos. También son generados por los transportes (gas de escape) o el uso de combustibles fósiles. Así se emiten principalmente en la atmosfera, pues, pueden ser dispersados en los otros aspectos del medio ambiente (agua o suelo).

Los HAP se producen generalmente en forma de mezclas complejas de cientos de compuestos. Entre ellos, 15 han sido reconocidos como carcinogénicos por el comité científico europeo de la alimentación en 2005¹²: benz(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(j)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(a)pireno, criseno, ciclopenta(c,d)pireno, dibenz(a,h)antraceno, dibenzo(a,e)pireno, dibenzo(a,h)pireno, dibenzo(a,i)pireno, dibenzo(a,l)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno et 5-metilcriseno. Ese comité sugirió utilizar el benzo[a]pireno como trazador de riesgo cancerígeno unido a los HAP en los alimentos.

La guía de INERIS sobre Monitoreo en el aire alrededor de las instalaciones clasificadas (DRC-16-158882-12366A) y su complemento (DRC-16-158882-10272A) recomienda seleccionar un mínimo de 7 HAP en el contexto de monitoreo de una fuente puntual industrial. En vista de su toxicidad y para cumplir con las prácticas de monitoreo adoptadas por la AASQA, la lista de HAP a tener en cuenta es, como mínimo: B[a]P, B[a]A, B[b]F, B[j]F, B[k]F, IP, D[ah]A.

Teniendo en cuenta las regulaciones vigentes, Apilab ha elegido seguir a todos estos 20 HAP en abejas. Además, y según lo recomendado por INERIS, se prestará atención en la suma de los 7 HAP prioritarios recomendados por INERIS.

¹¹ Rapport d'étude INERIS-66244-DESP-R01. Hydrocarbures Aromatique Polycycliques. Guide méthodologique. Acquisition des données d'entrée des modèles analytiques ou numériques de transferts dans les sales et les eaux souterraines. 2005.

¹² Règlement (CE) n° 108, 2005. Journal officiel de l'Union Européenne L34, 43-45 : <http://galateepro.agriculture.gouv.fr/docs/textes/17547.pdf>

4.2. Resultados brutos

Los análisis se realizaron por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas de alta resolución (GC/HRMS) por el laboratorio LABERCA (laboratorio acreditado por el COFRAC bajo el n°1-0549). Los resultados de los análisis se expresan a continuación en µg/kg de Materia Seca, con una incertidumbre analítica ≤ 20%. Los boletines de análisis se presentan en el Apéndice 2.

Compuesto	Siglo	Límite de cuantificación*	Sitio de exposición			Sitio testigo			Mediana Sitio de exposición	Mediana Sitio testigo
			URU-1702	URU-1712	URU-1811	URU-1702-T	URU-1712-T	URU-1811-T		
Benzo[a]pireno	BaP	0,050 à 0,200	< 0,08	< 0,10	< 0,22	0,28	0,22	< 0,21	< LQ	0,25
Benzo[a]antraceno	BaA	0,050 à 0,200	0,09	0,13	0,1	0,21	0,38	< 0,03	0,11	0,30
Benzo[b]fluoranteno	BbF	0,050 à 0,200	0,09	0,12	0,12	0,22	0,22	0,05	0,11	0,16
Benzo[j]fluoranteno	BjF	0,050 à 0,200	0,04	0,07	0,03	0,09	0,13	< 0,02	0,05	0,11
Benzo[k]fluoranteno	BkF	0,050 à 0,200	< 0,04	0,04	< 0,03	0,07	0,07	< 0,03	0,04	0,07
Indéno[1,2,3,c-d]pireno	IP	0,050 à 0,200	0,07	0,09	0,07	0,24	0,15	0,03	0,08	0,14
Dibenzo[a,h]antraceno	DbahA	0,050 à 0,200	< 0,05	< 0,06	< 0,04	< 0,05	< 0,06	< 0,04	< LQ	< LQ
HAP7	7 HAP	-	0,29	0,45	0,32	1,11	1,17	0,08	0,35	0,79
Criseno	CHR	0,050 à 0,200	0,28	0,78	0,23	0,43	0,79	0,1	0,43	0,44
Benzo[c]fluoreno	B(c)F	0,050 à 0,200	< 0,06	0,1	< 0,04	< 0,09	0,19	< 0,07	0,1	0,19
Ciclopenta[c;d]pireno	CPP	0,050 à 0,200	0,09	0,13	0,2	0,3	0,24	0,03	0,14	0,19
5-Méthylchrisèno	5-MCH	0,050 à 0,200	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< LQ	< LQ
Benzo[g,h;i]perileno	BghiP	0,050 à 0,200	0,2	0,22	0,22	0,75	0,24	< 0,06	0,21	0,50
Dibenzo[a,i]pireno	DbalP	0,050 à 0,200	< 0,05	< 0,10	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,01	< LQ	< LQ
Dibenzo[a,e]pireno	DbaeP	0,050 à 0,200	< 0,05	< 0,04	0,04	< 0,05	< 0,04	< 0,03	< LQ	< LQ
Dibenzo[a,i]pireno	DbaiP	0,050 à 0,200	< 0,05	< 0,10	< 0,01	< 0,05	< 0,10	< 0,01	< LQ	< LQ
Dibenzo[a,h]pireno	DbahP	0,050 à 0,200	< 0,05	< 0,10	< 0,01	< 0,05	< 0,10	< 0,01	< LQ	< LQ
Fenantreno	PHE	0,200 à 4,000	6,56	< 33,9	< 18,2	9,53	< 34,3	< 17,2	6,56	9,53
Antraceno	AN	0,200 à 4,000	0,65	< 3,31	< 2,17	1,21	< 3,35	< 2,05	0,65	1,21
Fluoranteno	FA	0,200 à 4,000	2,03	< 4,67	< 5,41	5,48	< 4,72	< 5,11	2,03	5,48
Pireno	PY	0,200 à 4,000	5,87	6,49	9,6	18,5	7,24	2,67	7,32	9,47

Glosario: < Valor: valor inferior al límite de cuantificación del elemento; MS: Materia Seca

* Límite de cuantificación: Variable según el analista, el rendimiento de extracción y el ensuciamiento de los instrumentos analíticos

4.3. Comparación con el sitio testigo

Las concentraciones medias de HAP medidas en el sitio de exposición se compararon con los valores medidos en el sitio testigo, como se muestra en los siguientes gráficos. Las concentraciones de DbahA, 5-MCH, DbalP, DbaeP, DbaiP y DbahP están por debajo de los límites de cuantificación y, por lo tanto, no se muestra en el gráfico 3 a continuación.

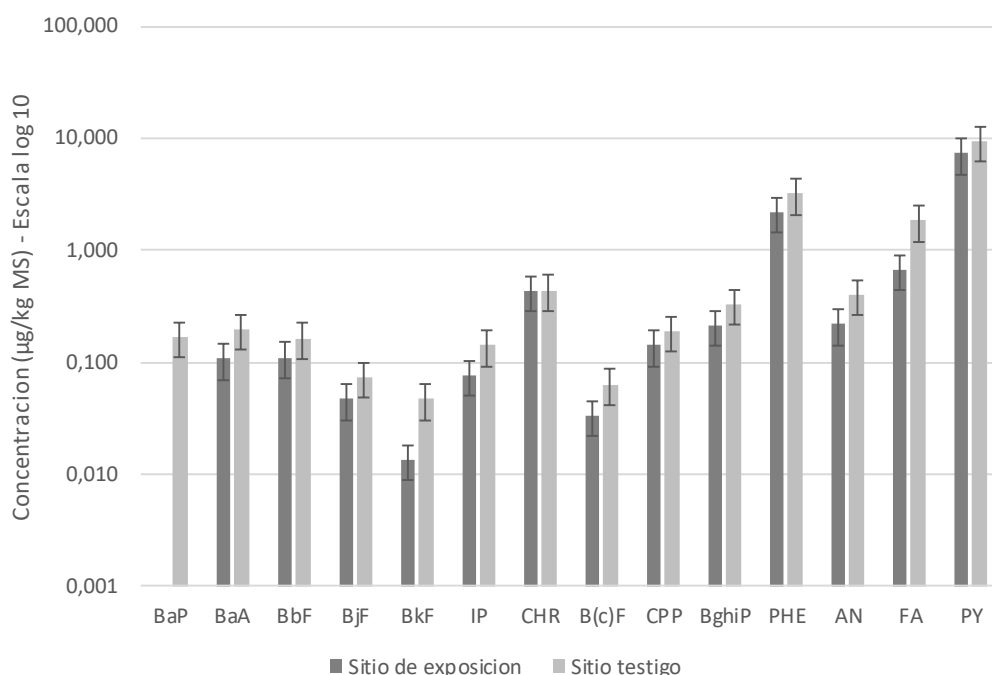


Grafico 3 : Concentraciones medias de HAP medidas en el sitio de expsicion y en el sitio testigo

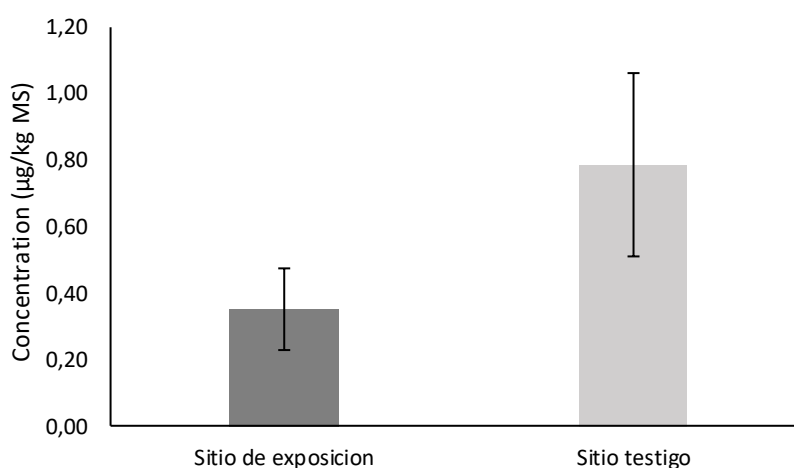


Grafico 4: Concentraciones medias de HAP7 medidas en el sitio de expsicion y en el sitio testigo

Como se muestra en la Figura 3, las concentraciones medias de HAP medidas en el sitio de exposición son comparables a las medidas en el sitio testigo, excepto para BaP, BkF y FA que tienen concentraciones significativamente más bajas en el sitio de exposición que en el sitio testigo. Del mismo modo, la concentración media de HAP7 es significativamente más bajas en el sitio de exposición que en el sitio testigo.

6. Análisis de los pesticidas

6.1. Preámbulo¹³

El término pesticida es un nombre genérico que abarca todas las sustancias que matan las plagas, que sea en la agricultura o en otras aplicaciones.

Los pesticidas reúnen:

- productos fitosanitarios (directiva 91/414/CEE): sustancias empleadas para la protección de las plantas contra las enfermedades y las plagas de los cultivos (La Francia es el primer consumidor europeo de productos fitosanitarios y el cuarto consumidor mundial detrás EE.UU., Brasil y Japón.)
- algunos biocidas (directiva 98/8/CE): sustancias activas que están destinadas a destruir, repelar o volver inofensivos las plagas (desinfectantes, productos de higiene humana o veterinaria, productos de control de plagas, etc.)
- y algunos medicamentos para uso humano (directiva 2004/27/CE) y veterinario (directiva 2004/28/CE): sustancia que puede ser usada en humanos o animales para restablecer, corregir o modificar las funciones fisiológicas

Los pesticidas se clasifican por familias grandes en una doble clasificación, por grupo químico (triazinas, carbamatos, organoclorados, organofosforados, etc.) o por destino (insecticidas, fungicidas, herbicidas, etc.).

Aunque aún es poco conocido, el vínculo entre pesticidas y la salud se ha convertido hoy en día en un importante problema de salud pública. De hecho, los pesticidas incluyen un gran número de sustancias cuya toxicidad y efectos sobre la salud son variables. Más allá de las intoxicaciones agudas, se sospecha que los pesticidas tienen también efectos en la salud asociados con una exposición crónica: cáncer, trastornos reproductivos y neurológicos, incluyendo la aparición de la enfermedad de Parkinson.

Sin embargo, actualmente no existe una regulación, mundial o europea, que especifique un límite de calidad en el parámetro "pesticidas" en el aire, el agua o del suelo. El principal objetivo de la legislación fitosanitaria de la Unión europea consiste en proteger la seguridad de los alimentos producidos a partir de plantas y garantizar la salud y la calidad de los cultivos en cada estado miembro.

Teniendo en cuenta estos elementos, APILAB eligió para llevar a cabo una amplia proyección de 600 pesticidas cuya lista completa se muestra en la siguiente tabla. A diferencia de los análisis anteriores, la matriz utilizada para la investigación de los pesticidas es el pan de abeja (cf. Metodología Apidiag).

¹³ Observatoire des Résidus de Pesticides (ORP) - <http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/>

LISTE MULTIRÉSIDUS GC-MS/MS 250 PESTICIDES				
Organo chlorés – Pyréthrinoides – Organo phosphorés – Organo azotés				
1,4-Diméthyl-naphtalène	Chlozolinate	Etridiazole	Isofenphos-méthyl ⁽¹⁾	Proquinazid ⁽¹⁾
2-Méthoxybiphényle	Clomazone ⁽⁴⁾	Etrimphos	Isoxadifen éthyle	Prosulfocarbe ⁽²⁾
2-Phénylhydroquinone	Coumaphos ⁽²⁾	Famoxadone	Leptophos	Prothiophos ⁽³⁾
2-Phénylphénol ⁽¹⁾	Cyfluthrine(β+y) ⁽²⁾	Famphur	Malathion ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Prothoate
2-Phénylphénol(somme) ^(m)	Cyhalofop-butyle	Fenamiphos ^(m)	Malaoxon	Pyrazophos
2,4,6-Trichlorophénol (TCP) ^(m)	Cyhalothrine(λbda)* ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Fenarimol ⁽¹⁾	Malathion(+Malaoxon)	Pyridaben ⁽⁴⁾
3,4-Dichloroaniline	Cymiazole ⁽³⁾	Fenazaquin	Mepanipyrim ⁽¹⁾	Pyridalyl
4,4-Dichlorobenzophénone	Cyperméthrine(α+β+θ+ζ) ⁽²⁾⁽³⁾	Fenchlorphos ^{(1)(m)}	Mepronil ⁽¹⁾	Pyridaphenthion ⁽²⁾
Acétochlore ⁽⁴⁾	Cyproconazole ⁽¹⁾	Fenhexamide ⁽¹⁾	Metalaxyl dont Metalaxyl-M ⁽²⁾	Pyrifénol
Acibenzolar-S-méthyl ^(m)	Cyprodinil ⁽¹⁾	Fenitrothion ⁽²⁾⁽³⁾	Metazachlor	Pyriméthanil ⁽¹⁾
Acionifén ⁽²⁾	p,p'-DDT ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Fenobucarbe	Methacrifos	Pyriproxifène ⁽¹⁾
Acrinathrine	o,p'-DDT	Fenprothiuron ⁽⁴⁾	Méthidathion ⁽²⁾	Quinalphos ⁽³⁾
Alachlore ⁽³⁾⁽⁴⁾	p,p'-DDE ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Fenpropimorpho (Σisomères)	Méthoxychlore	Quinométhane
Amisulbrom	p,p'-TDE (DDD)	Fenvalérate(Σisomères) ⁽⁴⁾	Metolachlore dont S-Metolachlore ⁽³⁾⁽⁴⁾	Quinoxifène
Ametryn	DDT(Σ des isomères)	Fipronil	Mirex ⁽¹⁾	Quintozène
Atrazine	Deltaméthrine* ⁽²⁾⁽³⁾	Fipronil sulfone	Myclobutanil ⁽¹⁾⁽²⁾	Pentachloroaniline (PCA)
Benalaxyl dont Benalaxyl-M ⁽¹⁾	Demeton-S-méthyle	Fipronil(+sulfone)	Nitroféne	Quintozène(+PCA)
Bendiocarbe	Dialifos	Fipronil desulfonil	Nitrothial isopropyle	Suzalofop-éthyle
Benfluraline ⁽⁴⁾	Dichlobenil* ⁽³⁾	Fluazifop p butyl ^(m)	Oxadiazon ⁽¹⁾⁽³⁾	S421
Benoxacor	Dichlofenthion ⁽¹⁾	Fluchloraline	Oxadixyl ⁽¹⁾	Sebutylazine
Bifénol	Dichlofluaniide	Flucythrinate	Oxyfluorène* ⁽²⁾⁽³⁾	Sectbumeton
Bifenthrine (Σ des isomères) ⁽¹⁾⁽²⁾	Dichlorvos	Fludioxonil ⁽¹⁾⁽²⁾	Parathion-éthyle ⁽²⁾	Sulfotep
Biphényle	Diclofop-méthyle ^{(1)(m)}	Flufenacet ^(m)	Parathion-méthyle* ^{(1)(2)(3)(m)}	Sulprofos
Bitertanol(Σ des isomères) ⁽¹⁾	Dicofol p,p'	Fluopicolide ⁽⁴⁾	PCB 028 ⁽¹⁾	Tebuconazole ⁽¹⁾
Bromocyclène	Dicofol o,p'	Flurochloridone	PCB 052 ⁽¹⁾	Tebufenpyrad ⁽¹⁾⁽³⁾
Bromophos-éthyle	Dicofol(Σ des isomères)	Fluroxyppyr-méthylheptyl	PCB 101 ⁽¹⁾	Tebupiriphos
Bromophos-méthyle	Dicrotophos	Flusilazole ⁽¹⁾	PCB 118 ⁽¹⁾	Tecnazène
Bromopropylate ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Dieldrin ⁽²⁾⁽³⁾	Flutolanil	PCB 138 ⁽¹⁾	Tefluthrine* ⁽²⁾⁽⁴⁾
Butachlor	Aldrin	Flutriafol	PCB 153 ⁽¹⁾	Terbacil
Butraline	Dieldrin(+Aldrin)	Fluvalinate(Tau) ⁽²⁾⁽³⁾	PCB 180 ⁽¹⁾	Terbufos ⁽⁴⁾
Captafol	Diethofencarb	Folpet	Penconazole ⁽¹⁾	Terbutylazine ⁽⁴⁾
Captan	Difenoconazole* ⁽¹⁾⁽³⁾	Phtalimide	Pendiméthaline	Terbutryne
Tétrahydrophthalimide (THPI)	Diflufenacel ⁽²⁾⁽⁴⁾	Folpet(+Phtalimide)	Pentachloroanisole ⁽¹⁾	Tétrachlorovinphos
Captan(+THPI)	Dimétachlor	Fonofos ⁽¹⁾	Permethrine(cis+trans) ⁽³⁾⁽⁴⁾	Tétradifon* ⁽³⁾
Carbaryl	Dinitramine	Formothion	Perthane ⁽¹⁾	Tétraméthrine ⁽²⁾
Carbofuran	Diphénylamine ⁽¹⁾	Furalaxyl	Phénrothrine	Tétrasul
Carbofuran-3-hydroxy	Disulfoton ^(m)	Haloxifop-2-éthoxyéthyle ^(m)	Phénthoate	Tolclofos-méthyle ⁽¹⁾
Furathiocarbe	Ditalimphos	Haloxifop méthyle(R+S) ^(m)	Phosalone* ⁽¹⁾⁽²⁾	Tolyfluanid ^(m)
Carbofuran(+3-OH+Furathiocarbe) ^(m)	Edifenphos	HCB ⁽¹⁾⁽²⁾	Piperonyl butoxide	Tralométhrine
Carbophénthion	Endosulfan α ⁽²⁾⁽³⁾	HCH α ⁽¹⁾⁽³⁾	Pirimicarb ⁽¹⁾	Transfluthrine
Carfentrazone-éthyle ⁽¹⁾	Endosulfan β ⁽²⁾⁽³⁾	HCH β ⁽¹⁾⁽³⁾	Pirimiphos-éthyle	Triadiméfon ⁽¹⁾
Chlorbenside	Endosulfan sulfate ⁽²⁾	HCH gamma	Pirimiphos-méthyle ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Triadiménoil ⁽¹⁾
Chlordane (cis+trans)* ⁽³⁾	Endosulfan(α+β+sulfate) ⁽²⁾	Heptachlore	Plifénate	Triallate ⁽⁴⁾
Chlorfenapyr	Endrin* ⁽³⁾	Heptachlore epoxyde cis	Pretilachlore	Triamiphos
Chlorfénoson	Endrin Ketone	Heptachlore epoxyde trans	Procyimidone ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Triazophos
Chlorfénvinphos ⁽¹⁾⁽²⁾	EPN	Heptachlore(+epoxyde)	Profenophos* ⁽³⁾	Trichloronate
Chlorobenzilate ⁽¹⁾⁽³⁾	Ethfluraline	Heptenophos	Prometryn	Trifluraline* ⁽³⁾
Chlorothalonil	Ethiofencarb	Hexazinone ⁽⁴⁾	Propachlore ^(m)	Valifénalate
Chlorpropham ⁽¹⁾⁽²⁾	Ethion ⁽³⁾	Iodofénphos	Propazine	Vinclozoline ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Chlorpyrifos* ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Ethofumesate ^{(m)(4)}	Iprodione	Propetamphos	Zoxamide ⁽⁴⁾
Chlorpyrifos-méthyle ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾	Ethoxyquin	Isobenzan	Propame	
Chlorthal diméthyle ⁽¹⁾	Ethoxyquin	Isodrine	Propiconazole ⁽¹⁾⁽²⁾	
Chlorthiophos	Étofenprox ⁽⁴⁾	Isofenphos-éthyle	Propyzamide ⁽¹⁾⁽²⁾	

Seules certaines prestations sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * suivi de :

- (1) MOC3/25 Version 8 : Détermination de la teneur en résidus de pesticides dans les produits non gras d'origine végétale par GC-MS(n);
- (2) MOC3/26 Version 8 : Détermination de la teneur en résidus de pesticides dans les produits gras d'origine végétale et animale par GC-MS(n).
- (3) MOC3/76 Version 2 : Détermination de la teneur en résidus de pesticides dans les produits de la ruche y compris les abeilles par GC-MS(n).
- (4) MOC3/55 Version 0 : Détermination de la teneur en résidus de pesticides dans les produits non gras d'origine végétale par GC-MS(n).

Les autres pesticides sont analysés par les méthodes MOC3/05 ou MOC3/06 Version 0.
La limite de quantification est de 0,01 mg/kg sauf pour le Fipronil(+sulfone) : 0,005mg/kg.
(m) : dosé(s) sans son(s) analyte(s) associé(s) dans le règlement 396/2005.

LISTE MULTIRÉSIDUS LC-MS/MS 350 PESTICIDES				
Triazoles – Triazines – Urées – Benzimidazoles – Carbamates – Strobilurine – Auxiniques – Divers				
2,4-Diacide libre ^(m)	Cyfloutriazol	Fluazinam*	Methomyl*	Pyraflufen-ethyl ^(m)
6-Benzyladenine*	Cyfluron*	Flufenacet ESA	Methoxyfenozide*	Pyrethrine I
Avermectine B1a	Cyflufenamid*	Flufenacet FOE 5043	Metobromuron*	Pyrethrine II
Avermectine B1b	Cymoxanil*	Flufenacet OA	Metolachlore ESA	Cinerine I
8,9-Z-AvermectinB1a	Cyprosulamide*	Flufenacet ESA+FOE 5043+OA ^(m)	Metolachlore OXA	Cinerine II
Abamectine(γB1a+B1b+8,9-Z)	Cyromazine	Flufoxuron*	Metolcarb*	Jasmonine I
Acephate*	Daminozide ^(m)	Flumetralin	Metosulam	Jasmonine II
Acequinocyl	Dazomet ^(m)	Fluometuron*	Metoxuron*	Pyréthrinés (Somme)
Acetamipride*	Demeton-S*	Fluopyram*	Metrifenozide*	Pyridafol
Aldicarb	Demeton-S-methylsulfone*	Fluoxastrobine*	Metribuzine	Pyridate
Aldicarb-sulfone	Oxydemeton-methyl*	Flupyradifurone*	Metsulfuron-methyl*	Pyridate(+pyridafol) ^(m)
Aldicarb-sulfoxide	Oxydemeton-methyl(+Demeton-S-methyl)	Flupyradifurone*	Metsulfuron-methyl*	Pyrimidifen*
Aldicarb(+sulfone+sulfoxide)	Desmediphame	Fluquinconazole*	Milbemectin A3	Pyriofenone*
Amectozadine*	Desmetryn*	Fluroxypyr(acide libre) ^(m)	Milbemectin A4	Pyraclofos*
Amidosulfuron*	Diafenthiuron	Flurtamone*	Milbemectin A3 + A4	Proxosulam*
Amitraz	Diallate	Fluxazoxad*	MNBA	Quinmerac
2,4-Dimethylaniline	Diazinon	Fomesafen	Molinate	Quizalofop dont quizalofop-P
N-(2,4-Dimethylphényl)formamide	Dichlorprop(acide libre) ^(m)	Foramsulfuron*	Monalide*	Resmethrine
N-2,4-Diméthylphényl-Np-méthylformamidine HCl	Diclobutrazol	Forchlorfenuron*	Monocrotophos*	Rimsulfuron*
Amitraze(+Amitraze métabolites) ^(m)	Dicloran	Formetanate(hydrochlorure de)	Monolinuron*	Rotenone*
Amitrole	Difencoum	Fosfthiazate*	Monuron*	Sedaxane*
Asulam	Difenacoum	Fuberidazole*	NAD[1-naphthyl acetamide] ^(m)	Silthiofam*
Atrazine-deisopropyl	Diféthialone	Furametpyr*	Naled	Simazine*
Atrazine-desethyl	Diflubenzuron*	Furmecycloz	Nagropamide*	Spinetoram XDE-175-J*
Azaconazole*	Diméthénamid(γ des isomères)*	Halaluxifen-methyl ^(m)	Neburon*	Spinetoram XDE-175-L*
Azadirachtin A	Diméthoate*	Halifenpropr*	Nicosulfuron*	Spinetoram XDE-175*
Azadirachtin B	Diméthomorphe(γ des isomères)*	Halosulfuron-methyl*	Nitenpyram	Spinosyne A*
Azadirachtin(A+B)	Dimoxystrobine	Haloxypyr(acide libre) ^(m)	Norflurazon	Spinosyne D*
Azamethiphos	Diniconazole	Hexaconazole	Novaluron*	Spinosad(A+D)*
Azimsulfuron*	Dinocap[γ isomères] ^(m)	Hexaflumuron	Nuarimol	Spirodiclofen*
Azinphos-ethyl*	Dinoseb ^(m)	Hexythiazox*	Oflurace*	Spiromesifen*
Azinphos-methyl*	Dinotefuran	Hydranéthylmion*	Ormethoate*	Spirotetramat*
Azoxystrobine*	Dinoterb*	Imazalil*	Orthosulfuron*	Spirotetramat-enol*
Beflubutamide*	Disulfoton-sulfone*	Imazamox*	Oryzalin	Spirotetramat-enol-glucoside*
Benfuracarbe	Disulfoton-sulfoxide*	Imazaquin*	Oxamyl*	Spirotetramat-keto-hydroxy*
Carbosulfan	Disulfoton-sulfone(+sulfoxide) ^(m)	Imazosulfuron*	Oxasulfuron*	Spirotetramat-mono-hydroxy*
Benfuracarbe+Carbosulfan ^(m)	Dithianon	Imibencanazole	Oxathiapiprolin	Spirotetramat(+4 métabolites)*
Bensulfuron-methyl*	Diuron*	Imidaclopride*	Paclobutrazol*	Spiroxamine*
Bentazone	DMST ^(m)	Indoxacarb(γ énantiomères)*	Paraoxon-ethyl ^(m)	Sulcotriene
Bentazone 6-OH	DNOC	Iodosulfuron-methyl*	Pebulate	Sulfosulfuron*
Bentazone 8-OH	Dodemorphe*	Ioxynil ^(m)	Pencycuron*	Sulfoxaflor
Bentazone(+6-OH+8-OH) ^(m)	Dodine*	Ipcnazole	Penflufen*	TCMTB*
Benthiavalicarb-isopropyl*	Emamectine benzoate B1a*	Iprobenfos	Penoxsulame*	Tebufenozide*
Benzovindiflupyr	Emamectine benzoate B1b*	Iprovalicarbe*	Penthiopyrad*	Tebutam*
Bifenazate	Epiconazole*	Isazofos*	Pethoxamide	Tebuthiuron*
Bifenazate diazène	EPIC	Isocarbofos*	Phenmediphame*	Teflubenzuron*
Bifenazate(+diazène)	Ethametsulfuron-methyl*	Isofetamid	Phorate	Tembotriene
Bispyribac-sodium	Ethidimuron*	Isopropcarb*	Phorate-oxon	Tepaloxdim*
Boixafen*	Ethiofencarb-sulfone	Isopropaline	Phorate-oxon-sulfone	Tepaloxdim-5-OH
Boscalid*	Ethiofencarb-sulfoxide	Isoprothiolane*	Phorate-oxon-sulfoxide	Tepaloxdim(+5-OH) ^(m)
Bromacil*	Ethiprole*	Isoproturon*	Phorate sulfone*	Terbumeton
Bromoxynil	Ethirimol*	Isopyrazam*	Phorate sulfonide	Terbumeton desethyl*
Bromuconazole*	Ethoxysulfuron	Isoxaben*	Phorate(+Oxon+Sulfone+Sulfoxide)	Tetraconazole*
Bupirimate*	Etoazole*	Isoxalflutole*	Phosmet	Thiabendazole*
Buprofezin*	Fenamidon*	RPA 202248	Phosmet-oxon	Thiaclopride*
Butoxy-carboxim	Fenamiphos-sulfone*	Isoxalflutole(+RPA 202248)	Phosmet(+oxon)	Thiadione
Butoxy-carboxim sulfoxide	Fenamiphos-sulfoxide*	Isoxathion*	Phosphamidon*	Thiamethoxam*
Buturon	Fenamiphos-sulfone(+sulfoxide) ^(m)	Kresoxim-methyl*	Phoxim*	Thienacarbazone-methyl*
Cadutasfos	Fenbuconazole*	Lenacil*	Picolinafen*	Thifensulfuron-methyl*
Carbendazim(+Benomyl)*	Fenchlorphos-oxon ^(m)	Linuron*	Picoxystrobine*	Thiobencarb ^(m)
Carbetamide(γ carbetamide et isomère)*	Fenoxaprop-ethyl*	Lufenuron*	Pinoxadène*	Thiocyclam
Carboxine*	Fenoxycarbe*	Mandipropamide*	Pirimicarb-desmethyl*	Thiodicarb*
Chlorantraniliprole*	Fenpropiidine*	MCPA*	Prochloraz	Thiometon
Chlorfluazuron	Fenpyrazamine*	MCPB	BTS 9608	Thionazin*
Chloridazon*	Fenpyroximate*	MCPA(+MCPB) ^(m)	BTS 40348	Thiophanate-methyl*
Chloridazon desphenyl	Fensulfiothion*	Mecarbam*	BTS 44595	Tolfenpyrad
Chloridazon(+desphenyl)	Fensulfiothion-oxon*	Mefenacet	BTS 44596	Topramezone
Chloridazon methyl desphenyl	Fensulfiothion-oxon-sulfone*	Mephosfolan	Prochloraz(+BTS 9608+40348+44595+44596) ^(m)	Triazamate
Chlorotoluron*	Fensulfiothion-sulfone*	Meptyldinocap-phenol(2,4-DNOP) ^(m)	Promecarb*	Trifluroxystrobine
Chloroxuron*	Fenthion*	Mesosulfuron-methyl*	Prometon*	Trichlorfon
Chlorosulfuron*	Fenthion-sulfone*	Mesotrione	Propamocarbe*	Triclopyr
Chromafenozide*	Fenthion-sulfoxide*	Metalfuruzone*	Propamil	Tricyclazole*
Cinidon-ethyl*	Fenthion-oxon	Metaldéhyde	Propaphos*	Tridemorphe
Cinosulfuron*	Fenthion-oxon-sulfone	Metamitron*	Propaquizafop*	Trifloxystrobine*
Clethodim	Fenthion-oxon-sulfoxide	Metazachlor ESA (479M08)	Propargite	Trifluroxuron*
Clethodim sulfoxide*	Fenthion(+amétabolites)	Metazachlor OXA (479M04)	Propoxur*	Trifluroxuron (IN-M7222)
Sethoxydim	Fenuron*	Metazachlor ESA + OXA ^(m)	Propoxy-carbazone	Trifluroxuron-methyl*
Clethodim(+Sulfoxide)+Sethoxydim ^(m)	Flazasulfuron	Metconazole(γ des isomères)*	2-hydroxypropoxy-carbazone	Triforine
Clofénfop p ester	Fonicamide	Methamidophos	Propoxy-carbazone(+2-OH)	Trinexapac-ethyl
Clofentazine*	TFNA	Methabenzthiazuron*	Prosulfuron	Triticonazole*
Clothianidine*	TFNG	Methiocarb	Prothioconazole desthio*	Tritosulfuron*
Cyanazine*	Fonicamide(+TFNA+TFNG)	Methiocarbe-sulfone	Pymetrozine	Vamidothion*
Cyantraniliprole*	Florasulam*	Methiocarbe-sulfoxide	Pyraclafos*	Warfarin*
Cyazofamide*	Fluzifop(acide libre) ^(m)	Methiocarbe(+sulfone+sulfoxide)	Pyraclostrobrine*	

Seules certaines prestations sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole * et concernent les matrices citées dans la MOC ci-dessous.

MOC3/407: Détermination des résidus de pesticides dans les produits riches en eau, les produits acides et riches en eau, les produits riches en sucre et faibles en eau, les produits pauvres en eau et en matières grasses, les boissons alcoolisées, les jus de fruits et légumes et les sodas par chromatographie liquide couplée avec un spectromètre de masse, méthode interne adaptée de la norme NF EN 15662, janvier 2009.

La limite de quantification est de : 0,01 mg/kg.

(m) : dose(s) sans son(s) analyte(s) associés dans le règlement 396/2005.

6.2. Resultados brutos

Los análisis han sido realizados con cromatografía de gases o líquida (en función de los compuestos investigados) acoplada a un espectrofotómetro de masas (GC/MS-MS o LC/MS-MS) por el laboratorio Phytocontrol (laboratorio acreditado por el COFRAC bajo el n°1-1904).

Los resultados de los análisis están expresados a continuación en mg/kg de pan de abeja. Los boletines de análisis se presentan en el Apéndice 3.

Concentración en mg/kg	Límite de cuantificación (LC)	Sitio de exposición			Sitio testigo		
		URU-1702	URU-1712	URU-1811	URU-1702-T	URU-1712-T	URU-1811-T
Amitraz y metabolitos	0,01	0,14 ± 0,06	0,033 ± 0,017	ND	ND	ND	ND
Atrazina	0,01	ND	ND	ND	D < LC	ND	ND
Matrina	0,01	ND	ND	ND	ND	0,01 ± 0,005	ND
Otros pesticidas	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Glosario:

< Valor: valor inferior al Límite de Cuantificación (LC) del elemento;

D: Detectado ; ND: No Detectado

Los análisis detectaron la presencia de 3 pesticidas entre los 600 dosificados:

- Amitraz: Encontramos el Amitraz en el sitio de exposición durante las 2 primeras muestras. El amitraz es un acaricida utilizado en apicultura como tratamiento veterinario para luchar contra el varroa. Por lo tanto, lo más probable es que provenga del mantenimiento de rutina de las abejas.

- Atrazina: La Atrazina se detecta por debajo del límite de cuantificación en la primera muestra del sitio testigo. La Atrazina se usó principalmente como herbicida del maíz y más modestamente en la arboricultura. Dado su riesgo carcinogénico y epimutagénico, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay ha prohibido su uso desde 2017.

- Matrina: La Matrina está presente en la segunda muestra del sitio testigo, a una concentración muy cercana al límite de cuantificación. La Matrina es un alcaloide presente de forma natural en ciertas plantas que se ha detectado en frutas y verduras cultivadas en varios países. Es un compuesto fertilizante, pero también tiene un amplio espectro, un efecto pesticida poco tóxico, ya que tiene propiedades insecticidas, acaricidas, fungicidas y reguladoras del crecimiento de las plantas.

7. Dioxinas et Furanos (PCDD et PCDF)

7.1. Preámbulo

Las dioxinas (PCDD) y los furanos (PCDF) son dos clases de compuestos que pertenecen a la familia de los hidrocarburos aromáticos halogenados. Es una gran familia de 210 compuestos organohalogenados cíclicos diferenciados por la posición de los átomos de cloro. 75 son dibenzodioxinas policloradas (PCDD) y 135 son dibenzofuranos policlorados (PCDF). Estos compuestos tienen una alta estabilidad química.

Las dioxinas y los furanos se liberan naturalmente al medio ambiente en pequeñas cantidades por los incendios forestales y la actividad volcánica. Sin embargo, sus emisiones resultan principalmente de actividades antropogénicas, especialmente durante procesos que involucran altas temperaturas como la incineración de desechos, la producción de calor, procesos metalúrgicos y la reactivación del carbón activado. Las emisiones de dioxinas y furanos también son emitidas por los gases de escape del motor, el cloro y su industria de derivados, la industria de la pulpa, la industria textil y el tratamiento de aguas residuales.

Entre todas las dioxinas y furanos, medimos, en las muestras de abejas, 17 congéneres considerados tóxicos y están sujetos a mediciones y estudios: 2, 3, 7, 8 TCDD (dioxina de seveso); 1, 2, 3, 7, 8, PeCDD; 1, 2, 3, 4, 7, 8 HxCDD; 1, 2, 3, 6, 7, 8, HxCDD; 1, 2, 3, 7, 8, 9 HxCDD; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 HpCDD; OCDD; 2, 3, 7, 8 TCDF; 1, 2, 3, 7, 8, PeCDF; 2, 3, 4, 7, 8, PeCDF; 1, 2, 3, 4, 7, 8 HxCDF; 1, 2, 3, 6, 7, 8, HxCDF; 1, 2, 3, 7, 8, 9 HxCDF; 2, 3, 4, 6, 7, 8, HxCDF; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 HpCDF; 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 HpCDF y OCDF.

Dado que estos diferentes congéneres no tienen el mismo grado de nocividad, se aplican pesos para calcular la toxicidad general de la mezcla.

7.2. Concepto de TEF y TEQ

El concepto de Factor Internacional de Equivalencia Tóxica (I-TEF) fue desarrollado en 1977 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para dar un valor toxicológico a una mezcla de compuestos químicamente similares y con el mismo mecanismo de acción. Definido a partir de los resultados *in vitro* modulados por datos *in vivo*, el I-TEF se asigna a cada congénere de acuerdo con las escalas internacionales con respecto al I-TEF del congénere más tóxico que se establece arbitrariamente en 1 (2, 3, 7, 8-TCDD (seveso dioxina)). A cada congénere se le asigna un coeficiente de toxicidad que se ha estimado comparando la actividad del compuesto considerado con la del congénere de referencia (Van den Berg *et al*, 1998). El I-TEF es frecuentemente reevaluado por la OMS de acuerdo con la evolución del conocimiento.

Además, las dioxinas y los furanos se producen como mezclas complejas de congéneres. Los valores informados para expresar su toxicidad se expresan en el equivalente tóxico internacional (I-TEQ) (INSERM, 2000).

Este índice internacional de toxicidad se obtiene sumando las concentraciones de cada congénere, ponderadas por sus respectivos I-TEF:

$$Cx I - TEQ = \Sigma (C_i \times I - TEF_i)$$

Con: Cx I-TEQ: Concentración de la mezcla x en equivalentes tóxicos internacionales

Ci: Concentración del congénere i

I-TEFi: Factor internacional de equivalencia tóxica del congénere i

Teniendo en cuenta estos elementos, Apilab ha llevado a cabo en este estudio análisis de los 17 congéneres tóxicos de dioxinas y furanos.

7.3. Resultados brutos

Solamente se realizaron los análisis en las muestras de noviembre 2018.

Los análisis se llevan a cabo mediante cromatografía de gases de alta resolución acoplada a un espectrofotómetro de masas de alta resolución (HRGC / HRMS) por el laboratorio LABERCA (laboratorio acreditado por COFRAC con el número 1-0549).

Los resultados de los análisis se expresan a continuación en pg/g de Materia Seca, con una incertidumbre analítica $\leq 20\%$. Los boletines de análisis se presentan en el Apéndice 4.

Concentracion (pg/g MS)	I-TEF WHO2005	LC	Sitio de exposicion URU-1811	Sitio testigo URU-T-1811
2.3.7.8 - TCDD	1	0,002	0,009	0,005
1.2.3.7.8 – PeCDD	1	0,002	0,018	0,024
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,1	0,002	0,011	0,008
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,1	0,002	0,009	0,012
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,1	0,002	0,016	0,008
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,01	0,002	0,027	0,038
OCDD	0,0003	0,002	0,257	0,265
Suma de dioxinas	-	-	0,348	0,361
2.3.7.8 – TCDF	0,1	0,002	0,029	0,005
1.2.3.7.8 – PeCDF	0,03	0,002	0,009	0,016
2.3.4.7.8 – PeCDF	0,3	0,002	0,016	0,017
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,1	0,002	0,020	0,016
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,1	0,002	0,020	0,013
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,1	0,002	0,011	0,019
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,1	0,002	0,011	0,017
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,01	0,002	0,048	0,044
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,01	0,002	0,016	0,016
OCDF	0,0003	0,002	0,047	0,050
Suma de furanos	-	-	0,226	0,213

Glosario: MS: Materia Seca ; LC: Límite de cuantificación

7.4. Cálculo de concentraciones en equivalente tóxico

A partir de los factores internacionales de equivalencia tóxica I-TEF, las concentraciones analíticas brutas anteriores se transpusieron en equivalentes tóxicos y luego se agregaron para obtener la toxicidad de la mezcla de los 17 congéneres.

Los resultados de este cálculo se presentan en la siguiente tabla para los dos sitios:

	Sitio de exposición URU-1811	Sitio testigo URU-T-1811
Concentración en I-TEQ (pg I-TEQ WHO 2005/g MS)	0,0465	0,0453

7.5. Comparación con el sitio testigo

La concentración en equivalente tóxica calculada en el sitio de exposición se comparó con la del sitio testigo, como se muestra en el gráfico 6 a continuación.

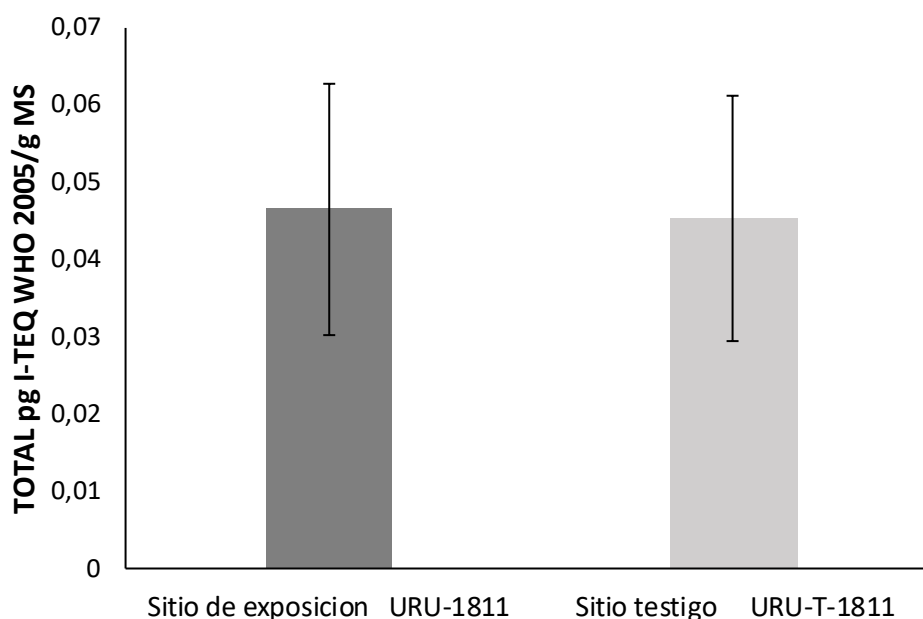


Gráfico 5 : Concentracion de dioxinas y furanos en equivalente toxica en el sitio de exposicion y el sitio testigo

Como muestra el gráfico, no hay diferencia significativa entre los 2 sitios de muestreo.

Conclusiones

En el marco del monitoreo de la calidad ambiental 2017/2018 del sitio de producción de cemento ANCAP de Minas (Uruguay), se tomaron tres muestras de abejas y de pan de abeja: en febrero de 2017, en noviembre de 2017 y en noviembre 2018. Estas muestras se referían a un sitio de exposición en las inmediaciones de la planta y uno sitio testigo a 18 km al noreste de la planta.

Las muestras recolectadas se prepararon y enviaron regularmente a los laboratorios analíticos para determinar sus concentraciones de Elementos Trazos Metálicos (ETM), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), pesticidas y dioxinas / furanos.

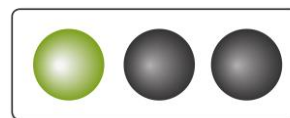
Las conclusiones de estos análisis son las siguientes :

- Elementos Trazos Metálicos:

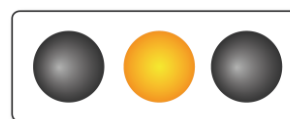
Ya sea para elementos traza metálicos prioritarios u otros elementos no prioritarios, los resultados indican que no hay diferencia significativa entre los concentraciones medias medianas en el sitio de exposición y el sitio testigo. Así, el estudio no muestra ninguna contaminación del medio ambiente de la planta por ETM.

Los valores de referencia Apidiag desarrollados en Francia para los ETM prioritarios no son transponibles en Uruguay.

Sin embargo, para información, las concentraciones medias medidas en el sitio de exposición de cadmio, plomo, mercurio y níquel corresponden en Francia a un Nivel 1: Ruido de fondo.



Para arsénico, la concentración media corresponde en Francia a un Nivel 2: Nivel superior al ruido de fondo, pero no revelador de un fenómeno significativo.



- Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos:

las concentraciones medias de HAP medidas en el sitio de exposición son comparables o menores a las del sitio testigo. Especialmente, la concentración media de HAP7 (suma de los 7 HAP prioritarios) es significativamente más bajas en el sitio de exposición que en el sitio testigo. Así, el estudio no muestra ninguna contaminación del medio ambiente de la planta por HAP.

Para información, la concentración media de HAP7 medida en el sitio de exposición corresponde en Francia a un Nivel 1: Ruido de fondo.



- **Pesticidas:**

Los análisis detectaron la presencia de solamente 3 pesticidas entre los 600 dosificados: el Amitraz, la Atrazina y la Matrina. De estos 3 compuestos, solo se encuentra Amitraz en el sitio de exposición.

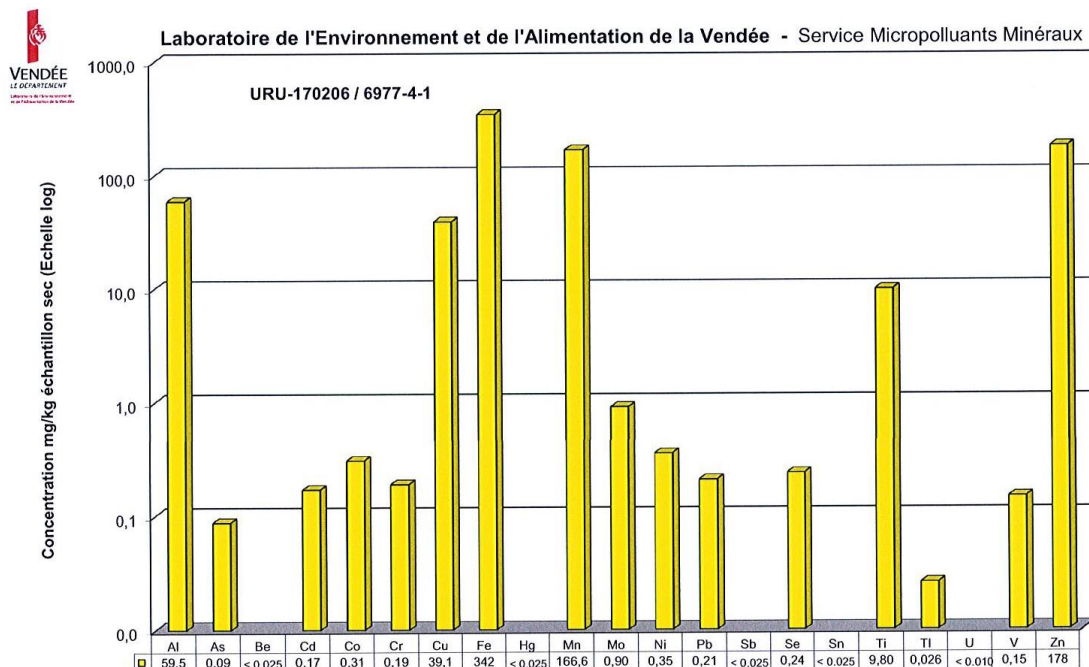
El amitraz es un acaricida autorizado en apicultura como tratamiento veterinario. Proviene probablemente del mantenimiento de rutina de las abejas para luchar contra el varroa.

Así, el estudio no muestra ninguna contaminación del medio ambiente de la planta por los pesticidas.

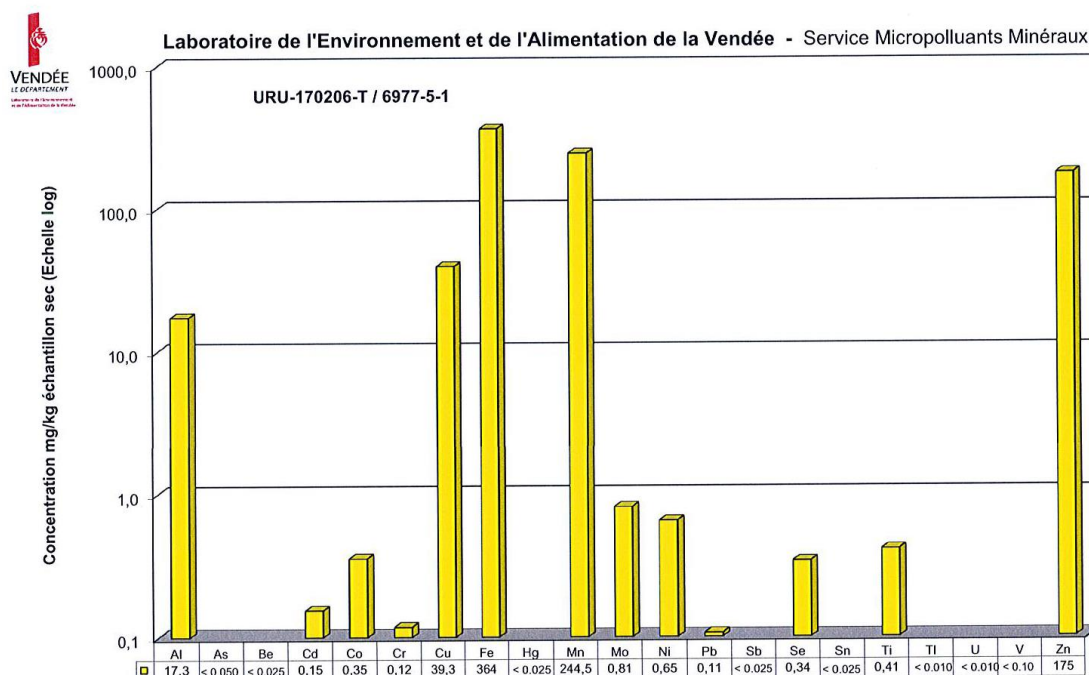
- **Dioxinas y furanos:**

Los análisis realizados en las muestras de noviembre de 2018 no muestran diferencia significativa entre los dos sitios de muestreo en la concentración de dioxinas y furanos equivalentes tóxicos. Así, el estudio no muestra ninguna contaminación del medio ambiente de la planta por las dioxinas y los furanos.

Apéndice 1: Boletines de análisis de ETM

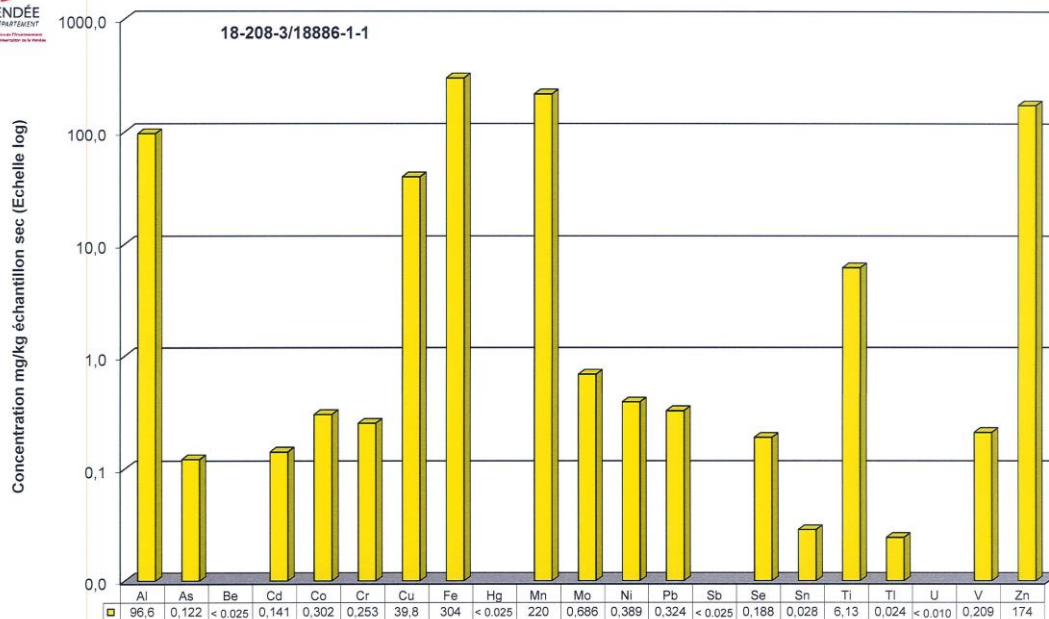


Recherche de composés inorganiques par screening en ICP-MS



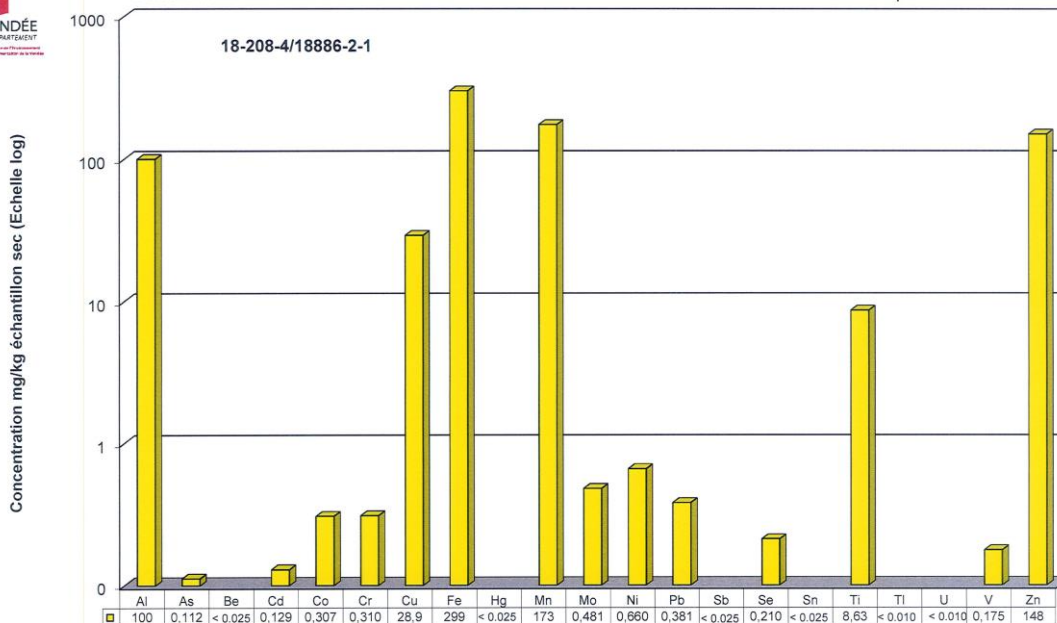
Recherche de composés inorganiques par screening en ICP-MS

Laboratoire de l'Environnement et de l'Alimentation de la Vendée - Service Micropolluants Minéraux

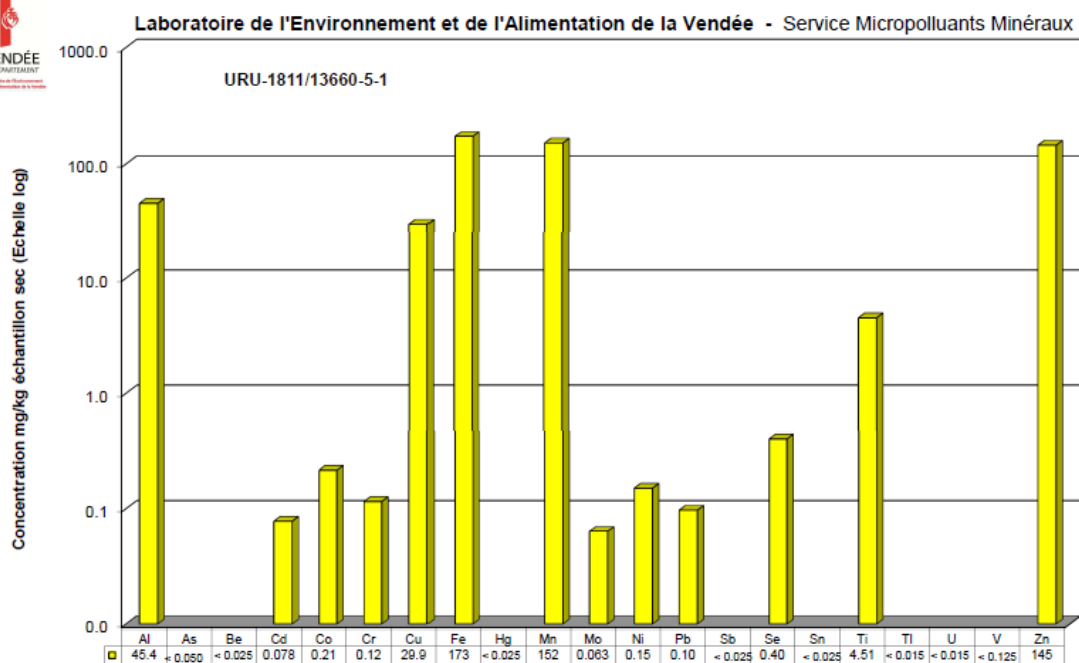


Recherche de composés inorganiques par screening en ICP-MS

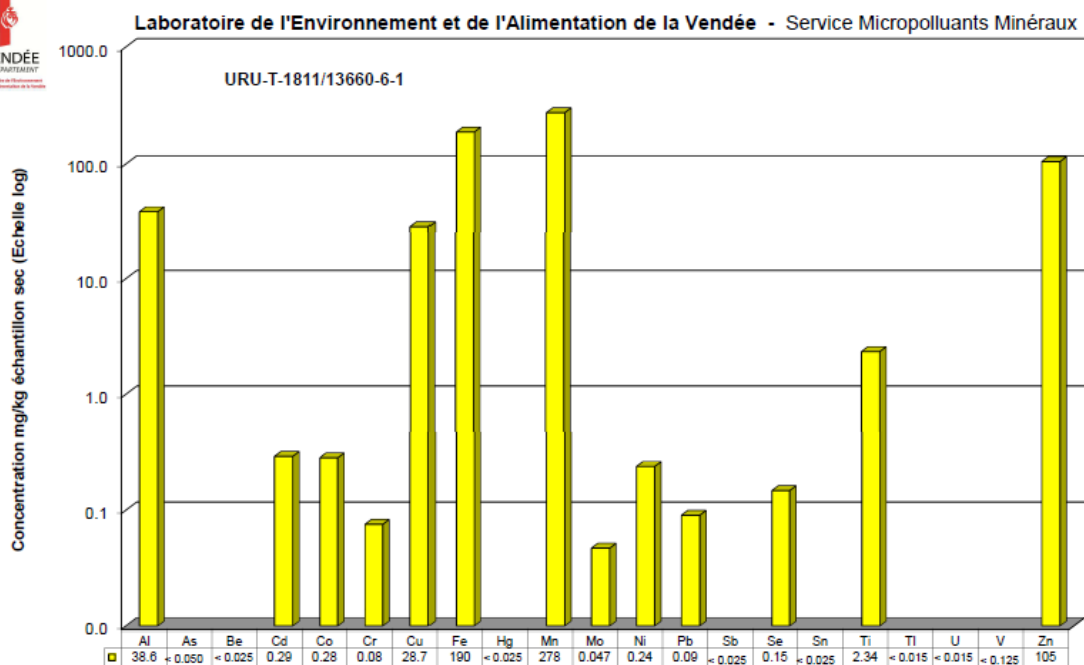
Laboratoire de l'Environnement et de l'Alimentation de la Vendée - Service Micropolluants Minéraux



Recherche de composés inorganiques par screening en ICP-MS



Recherche de composés inorganiques par screening en ICP-MS



Recherche de composés inorganiques par screening en ICP-MS

Apéndice 2: Boletines de análisis de HAP



LABORatoire d'Etude des Résidus et
Contaminants dans les Aliments
CS 50707 – 44307 Nantes Cedex 03
Tél : 02 40 68 78 80
Fax : 02 40 68 78 78

Analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Annexe au rapport d'essai de l'échantillon : 17.372.4

Début d'analyse : 16/03/2017

Fin d'analyse : 27/03/2017

Matrice : abeilles

Méthode : (*)LABERCA/HAP-tma.1.06

Masse du pool avant déshydratation : 26,86 g

Masse du pool après déshydratation : 8,10 g

Pourcentage de matière sèche : 30 %

Masse de la prise d'essai après deshydratation : 1,04 g

Equivalent poids frais : 3,45 g

URU-17-0206

Analyte	Rendement d'extraction (%)	Teneur en µg/kg de matière sèche
BaP	100,1	< 0,08
CHR	62,9	0,28
BbF	92,1	0,09
BaA	57,9	0,09
BkF	90,2	< 0,04
BgP	88,3	0,20
DhA	106,0	< 0,05
IcP	98,8	0,07
BjF	-	0,04
CPP	-	0,09
DIP	-	< 0,05
DeP	100,5	< 0,05
DiP	114,5	< 0,05
DhP	-	< 0,05
SMC	-	< 0,05
BcL	-	< 0,06
FA	45,4	2,03
PY	48,9	5,87
PHE	26,7	6,56
AN	21,5	0,65

RESULTAT FINAL :

Concentration en Benzo[a]pyrène : < 0,08 ± 0,015 µg/kg de poids sec
Concentration "PAH4*" : 0,45 ± 0,090 µg/kg de poids sec

* : "PAH4" correspond à la somme lowerbound des concentrations du BaP, du CHR, du BbF et du BaA

Le Responsable de l'Unité Contaminants
Philippe MARCHAND





LABORATOIRE d'Etude des Résidus et
Contaminants dans les Aliments
CS 50707 – 44307 Nantes Cedex 03
Tél : 02 40 68 78 80
Fax : 02 40 68 78 78

Analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Annexe au rapport d'essai de l'échantillon : 17.372.5

Début d'analyse : 16/03/2017

Fin d'analyse : 27/03/2017

Matrice : abeilles

Méthode : (*)LABERCA/HAP-tma.1.06

Masse du pool avant déshydratation : 31,03 g

Masse du pool après déshydratation : 8,54 g

Pourcentage de matière sèche : 28 %

Masse de la prise d'essai après déshydratation : 1,01 g

Equivalent poids frais : 3,67 g

URU 1A0LOOT

Analyte	Rendement d'extraction (%)	Teneur en µg/kg de matière sèche
BaP	95,8	0,28
CHR	61,5	0,43
BbF	85,9	0,22
BaA	53,9	0,21
BkF	80,9	0,07
BgP	85,5	0,75
DhA	100,8	< 0,05
IcP	95,2	0,24
BjF	-	0,09
CPP	-	0,30
DIP	-	< 0,05
DeP	96,6	< 0,05
DiP	113,7	< 0,05
DhP	-	< 0,05
5MC	-	< 0,05
BcL	-	< 0,09
FA	44,2	5,48
PY	53,5	18,5
PHE	26,4	9,53
AN	21,7	1,21

RESULTAT FINAL :

Concentration en Benzo[a]pyrène : 0,28 ± 0,053 µg/kg de poids sec
 Concentration "PAH4*" : 1,13 ± 0,227 µg/kg de poids sec

* : "PAH4" correspond à la somme lowerbound des concentrations du BaP, du CHR, du BbF et du BaA

Le Responsable de l'Unité Contaminants
Philippe MARCHAND





LABORATOIRE D'ETUDE DES RÉSIDUS ET
 CONTAMINANTS DANS LES ALIMENTS
 CS 50707 – 44307 Nantes Cedex 03
 Tél : 02 40 68 78 80
 Fax : 02 40 68 78 78

Analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Annexe au rapport d'essai de l'échantillon : 18.208.3

Début d'analyse : 26/02/2018

Fin d'analyse : 23/03/2018

Matrice : abeilles

Méthode : (*)LABERCA/HAP-tma.1.06

URU-AV

Masse du pool avant déshydratation : 26,92 g

Masse du pool après déshydratation : 7,78 g

Pourcentage de matière sèche : 29 %

Masse de la prise d'essai après déshydratation : 1,04 g

Equivalent poids frais : 3,60 g

Analyte	Rendement d'extraction (%)	Teneur en µg/kg de matière sèche	
BaP	Benzo[a]pyrène	75,4	< 0,10
CHR	Chrysène	48,8	0,78
BbF	Benzo[b]fluoranthène	59,0	0,12
BaA	Benzo[a]anthracène	45,8	0,13
BkF	Benzo[k]fluoranthène	59,6	0,04
BgP	Benzo[g,h,i]pérylène	74,2	0,22
DhA	Dibenz[a,h]anthracène	83,9	< 0,06
IcP	Indéno[1,2,3,c-d]pyrène	80,9	0,09
BjF	Benzo[j]fluoranthène	-	0,07
CPP	Cyclopenta[c,d]pyrène	-	0,13
DIP	Dibenzo[a,i]pyrène	-	< 0,10
DeP	Dibenzo[a,e]pyrène	93,3	< 0,04
DiP	Dibenzo[a,j]pyrène	105,0	< 0,10
DhP	Dibenzo[a,h]pyrène	-	< 0,10
5MC	5-Méthylchrysène	-	< 0,05
BcL	Benzo[c]fluorène	-	0,10
FA	Fluoranthène	63,1	< 4,67
PY	Pyrène	70,0	6,49
PHE	Phénanthrène	46,4	< 33,9
AN	Anthracène	41,9	< 3,31

RESULTAT FINAL :

Concentration en Benzo[a]pyrène : < 0,10 µg/kg de poids sec
 Concentration "PAH4*" : 1,04 ± 0,21 µg/kg de poids sec

* : "PAH4" correspond à la somme lowerbound des concentrations du BaP, du CHR, du BbF et du BaA

Le Responsable de l'Unité Contaminants
 Philippe MARCHAND





LABORATOIRE d'Etude des Résidus et
Contaminants dans les Aliments
CS 50707 – 44307 Nantes Cedex 03
Tél : 02 40 68 78 80
Fax : 02 40 68 78 78

Analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Annexe au rapport d'essai de l'échantillon : 18.208.4

Début d'analyse : 26/02/2018

Fin d'analyse : 23/03/2018

Matrice : abeilles

Méthode : (*)LABERCA/HAP-tma.1.06

Masse du pool avant déshydratation : 27,06 g

Masse du pool après déshydratation : 7,94 g

Pourcentage de matière sèche : 29 %

Masse de la prise d'essai après deshydratation : 1,03 g

Equivalent poids frais : 3,51 g

URJ 112 T

Analyte	Rendement d'extraction (%)	Teneur en µg/kg de matière sèche
BaP	Benzo[a]pyrène	0,22
CHR	Chrysène	0,79
BbF	Benzo[b]fluoranthène	0,22
BaA	Benzo[a]anthracène	0,38
BkF	Benzo[k]fluoranthène	0,07
BgP	Benzo[g,h,i]pérylène	0,24
DhA	Dibenz[a,h]anthracène	< 0,06
IcP	Indéno[1,2,3,c-d]pyrène	0,15
BjF	Benzo[j]fluoranthène	0,13
CPP	Cyclopenta[c,d]pyrène	0,24
DIP	Dibenzo[a,l]pyrène	< 0,10
DeP	Dibenzo[a,e]pyrène	< 0,04
DiP	Dibenzo[a,i]pyrène	< 0,10
DhP	Dibenzo[a,h]pyrène	< 0,10
SMC	5-Méthylchrysène	< 0,05
BcL	Benzo[c]fluorène	0,19
FA	Fluoranthène	< 4,72
PY	Pyrène	7,24
PHE	Phénanthrène	< 34,3
AN	Anthracène	< 3,35

RESULTAT FINAL :

Concentration en Benzo[a]pyrène : 0,22 ± 0,04 µg/kg de poids sec
 Concentration "PAH4*" : 1,60 ± 0,31 µg/kg de poids sec

* : "PAH4" correspond à la somme lowerbound des concentrations du BaP, du CHR, du BbF et du BaA

Le Responsable de l'Unité Contaminants
Philippe MARCHAND



Apéndice 3: Boletines de análisis de pesticidas


RAPPORT D'ANALYSES N° R1786036_V0
Date 27/09/2017
Page 1 / 6

APINOV SAS
 Myriam Laurie
 10 rue Henri Bessemer
 17140 LAGORD

Référence laboratoire	17/PN86036		
Référence client	URU-1702		
Nature de l'échantillon	PAIN D'ABEILLE	Poids	23g
Etat	Entier	Température à réception	Ambiante
Date de réception	22/09/2017 09:53:29	Limite de conservation	22/10/2017
Echantillonnage	Client	Transport	TNT - Phytocontrol Bordeaux
Référence de devis	DBO170362	Agence régionale	Phytocontrol Bordeaux_nord
Analyse demandée	Pesticides		
Pesticides	Multirésidus GC250 + Multirésidus LC250		

Echantillon à réception



Résultats d'analyses

	Résultat	Unité	LQ	Limite	Fin d'analyse
Pesticides					
Multirésidus GC 250	ND				27/09/2017
Multirésidus LC 250					
Amitraze(+Amitraze métabolites) (m)	0,14 ± 0,06	mg/kg			26/09/2017
N-(2,4-Diméthylphényl)formamide	0,14 ± 0,06	mg/kg	0,01		26/09/2017

Détail des paramètres analysés et des méthodes utilisées en page(s) suivante(s)

Légende

ND = Non détecté D = Détecté LQ = Limite de Quantification NA = Non Analyse
 (m): dosé(s) sans son(ses) analyte(s) associé(s) pour les analyses effectuées uniquement dans le champs d'application du règlement N°396/2005 et ses modifications ou des directives 2006/125/CE et 2006/141/CE.
 Méthodes utilisées mentionnées en page(s) suivante(s) :
 MOC3/05 version 0 : Détermination de la teneur en résidus de pesticides dans les produits non gras d'origine végétale ou animale par GC-MS(n) : méthode Interne.
 MOC3/06 version 0 : Détermination de la teneur en pesticides par LC-MS(n) dans les produits non gras d'origine végétale : méthode Interne

Signature

L'actualisation des données réglementaires est assurée par notre Service Veille Réglementaire dans le respect des dates de mise en application des textes européens ou autres référentiels publiés.

Rapport validé par :

 Doriane BAUDOUIN
 Validation Analytique





APINOV SAS
 Myriam Laurie
 10 rue Henri Bessemer
 17140 LAGORD

Référence laboratoire	19/PN077547		
Référence client	URU-1712		
Nature de l'échantillon	Pain d'abeilles	Poids	28g
Etat	Entier	Température à réception	Ambiante
Date de réception	24/05/2019 07:51:26	Limite de conservation	24/06/2019
Echantillonnage	Client	Transport	phytocontrol bordeaux - TCS
Référence de devis	DBO190115	Agence régionale	Phytocontrol Bordeaux nord
Analyse demandée	Pesticides		
	Multirésidus GC250 + Multirésidus LC350		

Echantillon à réception

 Photo non
enregistrée

Résultats d'analyses

	Résultat	Unité	LQ	Limite	Fin d'analyse
Pesticides					
Multirésidus GC 250	ND				04/06/2019
Multirésidus LC 350					
Amitraze(somme)	0,033 ± 0,017	mg/kg			27/05/2019
N-(2,4-Diméthylphényl)formamide	0,033 ± 0,017	mg/kg	0,01		27/05/2019

Détail des paramètres analysés et des méthodes utilisées en page(s) suivante(s)

Légende

ND = Non détecté D = Détecté LQ = Limite de Quantification NA = Non Analyisé

(m):dosé(s) sans son(ses) analyte(s) associé(s) pour les analyses de résidus pesticides effectuées uniquement dans le champs d'application du règlement N°396/2005 et ses modifications, ou des directives 2006/125/CE et 2006/141/CE, ou pour les analyses de résidus médicamenteux effectuées uniquement dans le champs d'application du règlement 37/2010 et du guide CRL/2007.

Méthodes utilisées mentionnées en page(s) suivante(s) :

MOC3/05 version 0 : Détermination de la teneur en résidus de pesticides dans les produits non gras d'origine végétale ou animale par GC-MS-MS : méthode interne.

MOC34/07 version 1 : Détermination de la teneur en pesticides par LC-MS-MS dans les produits non gras d'origine végétale : méthode interne

Signature

L'actualisation des données réglementaires est assurée par notre Service Veille Réglementaire dans le respect des dates de mise en application des textes européens ou autres référentiels publiés.

Rapport validé par :

 Honorine DORCET
Validation Analytique





APINOV SAS
 Myriam Laurie
 10 rue Henri Bessemer
 17140 LAGORD

Référence laboratoire	19/PN077545		
Référence client	URU-1811		
Nature de l'échantillon	Pain d'abeilles	Poids	24g
Etat	Entier	Température à réception	Ambiante
Date de réception	24/05/2019 07:51:26	Limite de conservation	24/06/2019
Echantillonnage	Client	Transport	phytocontrol bordeaux - TCS
Référence de devis	DBO190115	Agence régionale	Phytocontrol Bordeaux nord
Analyse demandée	Pesticides		
	Multirésidus GC250 + Multirésidus LC350		

Echantillon à réception



Résultats d'analyses

	Résultat	Unité	LQ	Limite	Fin d'analyse
Pesticides					
Multirésidus GC 250	ND				04/06/2019
Multirésidus LC 350	ND				27/05/2019

Détail des paramètres analysés et des méthodes utilisées en page(s) suivante(s)

Légende

ND = Non détecté D = Détecté LQ = Limite de Quantification NA = Non Analyté
 (m):dosé(s) sans son(ses) analyte(s) associé(s) pour les analyses de résidus pesticides effectuées uniquement dans le champs d'application du règlement N°396/2005 et ses modifications, ou des directives 2006/125/CE et 2006/141/CE, ou pour les analyses de résidus médicamenteux effectuées uniquement dans le champs d'application du règlement 37/2010 et du guide GRL/2007.

Méthodes utilisées mentionnées en page(s) suivante(s) :

MOC3/05 version 0 : Détermination de la teneur en résidus de pesticides dans les produits non gras d'origine végétale ou animale par GC-MS-MS : méthode interne.
 MOC3407 version 1 : Détermination de la teneur en pesticides par LC-MS-MS dans les produits non gras d'origine végétale : méthode interne

Signature

L'actualisation des données réglementaires est assurée par notre Service Veille Réglementaire dans le respect des dates de mise en application des textes européens ou autres référentiels publiés.

Rapport validé par :
 Honorine DORCET
 Validation Analytique





APINOV SAS
Myriam Laurie
10 rue Henri Bessemer
17140 LAGORD

Référence laboratoire	19/PN077546		
Référence client	URU-T-1811		
Nature de l'échantillon	Pain d'abeilles	Poids	22g
Etat	Entier	Température à réception	Ambiante
Date de réception	24/05/2019 07:51:26	Limite de conservation	24/06/2019
Echantillonnage	Client	Transport	phytocontrol bordeaux - TCS
Référence de devis	DBO190115	Agence régionale	Phytocontrol Bordeaux nord
Analyse demandée	Pesticides		
	Multirésidus GC250 + Multirésidus LC350		

Echantillon à réception



Résultats d'analyses

	Résultat	Unité	LQ	Limite	Fin d'analyse
Pesticides					
Multirésidus GC 250	ND				04/06/2019
Multirésidus LC 350	ND				27/05/2019

Détail des paramètres analysés et des méthodes utilisées en page(s) suivante(s)

Légende

ND = Non détecté D = Détecté LQ = Limite de Quantification NA = Non Analysé
(m)dosé(s) sans son(ses) analyte(s) associé(s) pour les analyses de résidus pesticides effectuées uniquement dans le champs d'application du règlement N°396/2005 et ses modifications, ou des directives 2006/125/CE et 2006/141/CE, ou pour les analyses de résidus médicamenteux effectuées uniquement dans le champs d'application du règlement 37/2010 et du guide ORL/2007.
Méthodes utilisées mentionnées en page(s) suivante(s) :
MOC3/05 version 0 : Détermination de la teneur en résidus de pesticides dans les produits non gras d'origine végétale ou animale par GC-MS-MS : méthode interne.
MOC3407 version 1 : Détermination de la teneur en pesticides par LC-MS-MS dans les produits non gras d'origine végétale : méthode interne

Signature

L'actualisation des données réglementaires est assurée par notre Service Veille Réglementaire dans le respect des dates de mise en application des textes européens ou autres référentiels publiés.

Rapport validé par :
Honorine DORCET
Validation Analytique

Apéndice 4: Boletines de análisis de dioxinas y furanos



URU-1811

ANNEXE AU RAPPORT D'ESSAIS DE LA DEMANDE D'ESSAIS	19.726.1
--	-----------------

Analyse des Polychlorodibenzodioxines et Polychlorodibenzofuranes

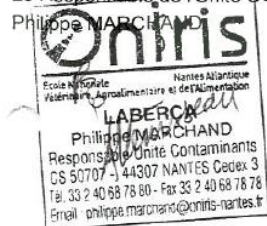
Echantillon n°:	19.726.1	Date du rapport: 29/05/2019
Matrice:	abeilles	
Méthode:	LABERCA/DGAI/DPCB-tma.2.04	
Pourcentage de matière sèche :	29.43	%
Masse de la prise d'essais avant ASE:	2.95	g
Equivalent poids frais :	10.02	g

	Rendement d'extraction %	TEF OMS 2005	Conc en ng/kg de matrice sèche (Low)	Conc en ng/kg matrice sèche (Upp)
2.3.7.8 - TCDD	78.6	1	0.009	0.009
1.2.3.7.8 - PeCDD	78.8	1	0.018	0.018
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	76.9	0.1	0.000	0.011
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	72.3	0.1	0.009	0.009
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	66.9	0.1	0.016	0.016
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	75.6	0.01	0.027	0.027
OCDD	72.8	0.0003	0.257	0.257
Somme des PCDDs	-	-	0.337	0.348
2.3.7.8 - TCDF	79.7	0.1	0.029	0.029
1.2.3.7.8 - PeCDF	74.9	0.03	0.000	0.009
2.3.4.7.8 - PeCDF	72.1	0.3	0.016	0.016
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	74.4	0.1	0.020	0.020
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	73.9	0.1	0.020	0.020
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	72.9	0.1	0.011	0.011
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	63.9	0.1	0.011	0.011
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDF	68.0	0.01	0.048	0.048
1.2.3.4.7.8.9 - HpCDF	59.5	0.01	0.000	0.016
OCDF	68.5	0.0003	0.047	0.047
Somme des PCDFs	-	-	0.201	0.226

RESULTAT PCDD/F (en Equivalent TCDD)

OMS ₂₀₀₅ -PCDD/F-TEQ (Low):	0.04	±	0.01	ng/kg de matrice sèche
OMS ₂₀₀₅ -PCDD/F-TEQ (Med):	0.05	±	0.01	ng/kg de matrice sèche
OMS₂₀₀₅-PCDD/F-TEQ (Upp):	0.05	±	0.01	ng/kg de matrice sèche

Le Responsable de l'Unité Contaminants



URU-T-1811

ANNEXE AU RAPPORT D'ESSAIS DE LA DEMANDE D'ESSAIS	19.726.2
--	-----------------

Analyse des Polychlorodibenzodioxines et Polychlorodibenzofuranes

Echantillon n°: 19.726.2 Date du rapport: 29/05/2019
 Matrice: abeilles
 Méthode: LABERCA/DGAI/DPCB-tma.2.04
 Pourcentage de matière sèche : 53.11 %
 Masse de la prise d'essais avant ASE: 3.06 g
 Equivalent poids frais : 5.76 g

	Rendement d'extraction %	TEF OMS 2005	Conc en ng/kg de matrice sèche (Low)	Conc en ng/kg matrice sèche (Upp)
2.3.7.8 - TCDD	79.9	1	0.000	0.005
1.2.3.7.8 - PeCDD	86.5	1	0.024	0.024
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	76.3	0.1	0.000	0.008
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	72.7	0.1	0.012	0.012
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	69.9	0.1	0.000	0.008
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	73.3	0.01	0.038	0.038
OCDD	70.7	0.0003	0.265	0.265
Somme des PCDDs	-	-	0.340	0.361
2.3.7.8 - TCDF	81.5	0.1	0.000	0.005
1.2.3.7.8 - PeCDF	77.1	0.03	0.000	0.016
2.3.4.7.8 - PeCDF	74.8	0.3	0.000	0.017
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	77.0	0.1	0.016	0.016
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	75.6	0.1	0.013	0.013
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	77.0	0.1	0.019	0.019
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	68.7	0.1	0.017	0.017
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDF	70.1	0.01	0.044	0.044
1.2.3.4.7.8.9 - HpCDF	67.2	0.01	0.016	0.016
OCDF	67.9	0.0003	0.050	0.050
Somme des PCDFs	-	-	0.175	0.213

RESULTAT PCDD/F (en Equivalent TCDD)

OMS ₂₀₀₅ -PCDD/F-TEQ (Low):	0.03	±	0.01	ng/kg de matrice sèche
OMS ₂₀₀₅ -PCDD/F-TEQ (Med):	0.04	±	0.01	ng/kg de matrice sèche
OMS₂₀₀₅-PCDD/F-TEQ (Upp):	0.05	±	0.01	ng/kg de matrice sèche

Le Responsable de l'Unité Contaminants

Philippe MARCHAND



Referencias Bibliográficas

CHAUZAT M.P., CARPENTIER P., et al. Influence of pesticides residues in honeybee (Hymenoptera : Apidae) colony health in France. *Environ Entomol* 2009; 38:514-23

CITEPA. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – Séries sectorielles et analyses étendues. Format SECTEN. 2010.

CLAUDIANOS C. A deficit of detoxification enzymes: pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee. *InsectMoleculaBiology* 15 (5), 2006, 615-636.

DEVILLERS J. Utilisation de l'abeille pour caractériser le niveau de contamination de l'environnement par les xénobiotiques. *Bulletin Technique Apicole* (35) 4, 2008, 179-180.

DORR G ; HIPPELEIN M ; KAUPP H; HTZINGER O. Baseline contamination assessment for a new resource facility in Germany part VI: levels and profiles of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) in ambient air. *Chemosphere* (33), 1996, 1569-1578.

DUKAS R., Mortality rates of honeybees in the wild. *Atherosclerosis*. 2008;55:252-5

GARREC J.P., VAN HALUWYN C. Biosurveillance végétale de la qualité de l'air. Tec et Doc – Lavoisier, 2002

INERIS. Rapport d'étude DRC-06-66246/DESP-R01a. Eléments traces métalliques. Guide méthodologique. Recommandations pour la modélisation des transferts des éléments traces métalliques dans les sols et les eaux souterraines. 2006.

INERIS Rapport d'étude 66244-DESP-R01. Hydrocarbures Aromatique Polycycliques. Guide méthodologique. Acquisition des données d'entrée des modèles analytiques ou numériques de transferts dans les sales et les eaux souterraines. 2005.

INERIS. Dioxines-Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. 2006.

LEONCINI, I. L'observatoire en Isère: la colonie d'abeilles, témoin de la qualité environnementale. *Bulletin Technique Apicole* (35) 4, 2008, 165-167

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT. **La réglementation en matière de qualité de l'air.2010** [En ligne]. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-reglementation-en-matiere-de.html> (Page consultée le 16 Février 2012)

OBSERVATOIRE DES RESIDUS DE PESTICIDES (ORP) - <http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/>

PORRINI, C. Les abeilles utilisées pour détecter la présence de radio-isotopes dans l'environnement. *Bulletin Technique Apicole* (35) 4, 2008, 168-178.

PORRINI C. Les origines de l'utilisation de l'abeille comme indicateur biologique. *Bulletin Technique Apicole* 35 (4), 2008, 162-164.

YANG HH ; LEE WJ ; Chen SJ; LAI SO. PAH Emission From various industrial stacks. *Journal of Hazardous Materials* (60), 1998, 159-174.