

Principles and applications of Multiplex and Dualex: innovative tools in the service of viticulture and oenology

Principes et applications de Multiplex et Dualex: des outils innovants au service de la viticulture et l'œnologie

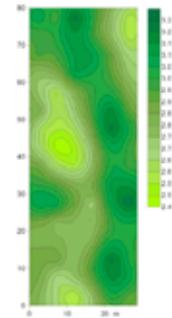
## Principios y aplicaciones del Multiplex y Dualex: unas innovadoras herramientas al servicio de la viticultura y la enología



**Zoran G. Cerovic**

*CNRS, Univ. Paris-Sud, Orsay, France*

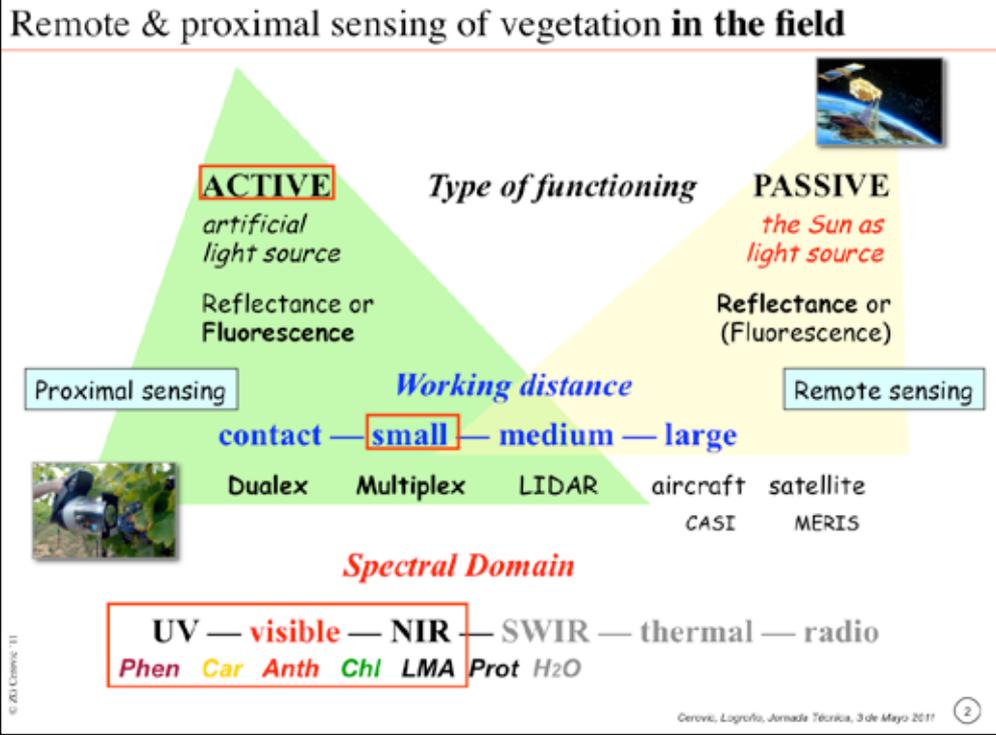
[zoran.cerovic@u-psud.fr](mailto:zoran.cerovic@u-psud.fr)



© Z.G. Cerovic '11

Cerovic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2011

No se preocupe si no entienden algo: voy a repetir 3 o 4 veces lo mismo y les mostraré un resumen al final de la presentación.



Se me ha pedido que presente aquí dos sensores: el Dualex y el Multiplex, producidos por la empresa Force-A. Ambos pertenecen a la categoría de sensores ópticos activos próximos (pequeña distancia) que trabajan en la región UV-VIS del espectro y que se pueden utilizar en el campo en condiciones de plena luz solar.

No voy a abordar la cuestión de la teledetección, ni tampoco de imágenes o NIRS.

## Layout of the presentation

*Acquiring information on the status of the vines*

- with WHAT • Dualex & Multiplex
- HOW • Hand-held vs. vehicle mounted
- WHAT • Pigments in **leaves** and **fruits**
- WHY • **Vigour** & **quality**
- what ELSE • **Diseases** & research



© JGI Cervini '11

Cervini, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2011

3

¿Cómo pueden ayudar los sensores ópticos a los viticultores para producir uvas sanas y de calidad óptima para el vino que quieren elaborar?

Es bien sabido que las cepas sanas y equilibradas producen un adecuado rendimiento de uva sana y de buena calidad para vinos premium.

La fase vegetativa (las hojas de la canopy) tiene una gran influencia en la fase reproductiva (uva), por lo tanto necesitamos información sobre ambas.

¿Cómo podemos obtener esta información? Al utilizar el Dualex y el Multiplex, ya sea de forma manual o montados en vehículos motorizados, es posible medir los pigmentos presentes en las hojas y/o frutos, para evaluar el vigor de la planta o la calidad de la uva.

Al final, voy a citar algunos usos futuros.

## Optical decision support tools

*leaf-clip*



**Dualex:**

Chlorophylls  
Flavonols



*proximal sensor : leaves and grapes*



**Multiplex:**

Chlorophylls  
Flavonols  
Anthocyanins  
(Stilbenes)



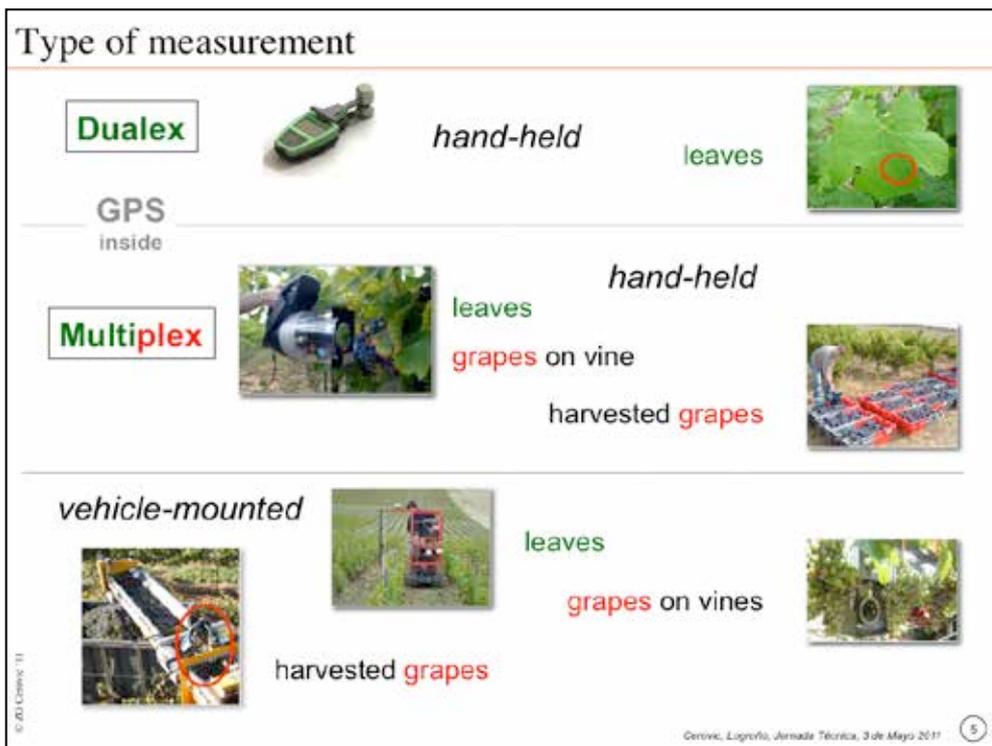
© 2011 Cerovic '11

Cerovic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2011

4

El Dualex es un pequeño sensor de tipo pinza o clip, para ser utilizado en hojas (pesa unos 200 g) que permite obtener medidas de clorofila y flavonoles en las hojas.

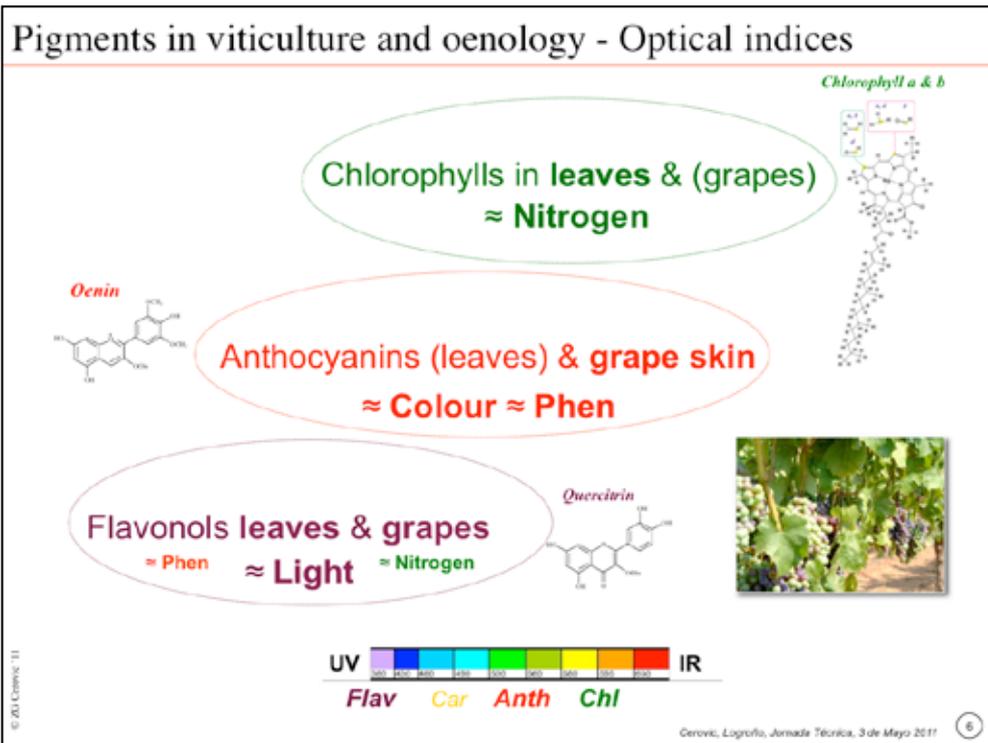
El Multiplex es un sensor manual (peso aproximado de 2 kg) que permite determinar clorofila, antocianos y flavonoles (y estilbenos, pero éste todavía no está disponible comercialmente) en hojas y frutos.



Las medidas son muy rápidas (menos de un segundo).

Las medidas pueden ser georreferenciadas (para generar mapas), ya que los sensores tienen un GPS interno

Dualex se utiliza en modo manual en las hojas mientras que Multiplex se utiliza tanto en hojas como en frutos de la cepa en el campo, como en las uvas ya vendimiadas, en cajas, remolques... Además, el sensor Multiplex puede ser montado en vehículos motorizados.



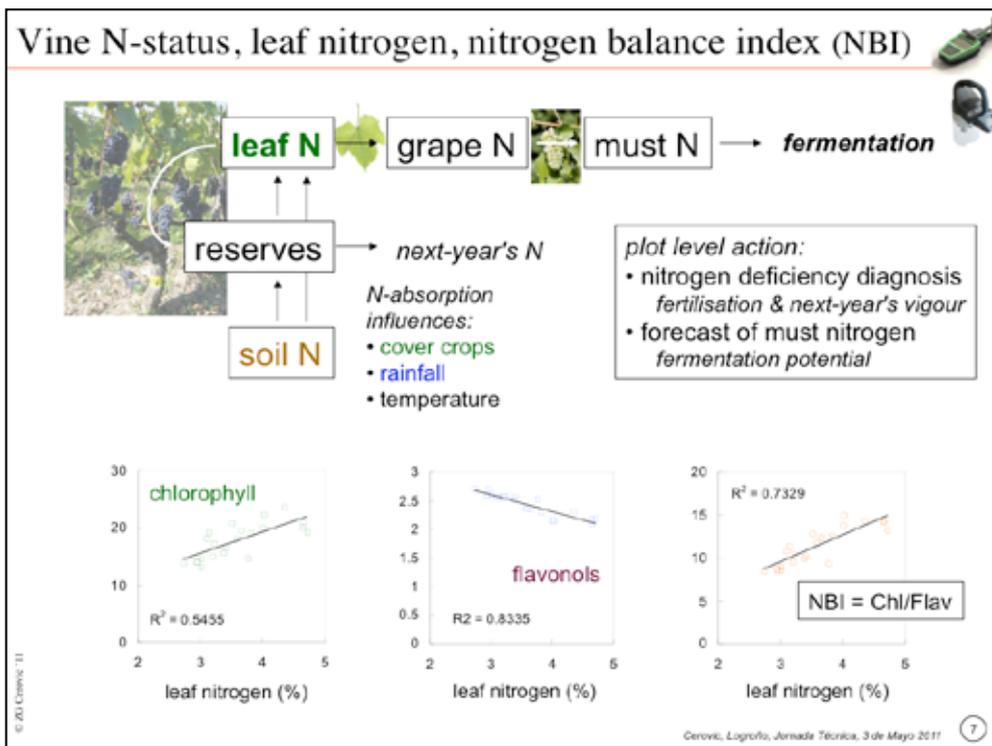
Estos sensores miden el contenido en pigmentos que absorben la radiación UV o luz visible.

La presencia de clorofila en las hojas y las uvas es un indicador del nitrógeno de la planta así como de la madurez de la uva, respectivamente. Los antocianos confieren el color rojo o azul de las uvas (a veces están presente incluso en las hojas).

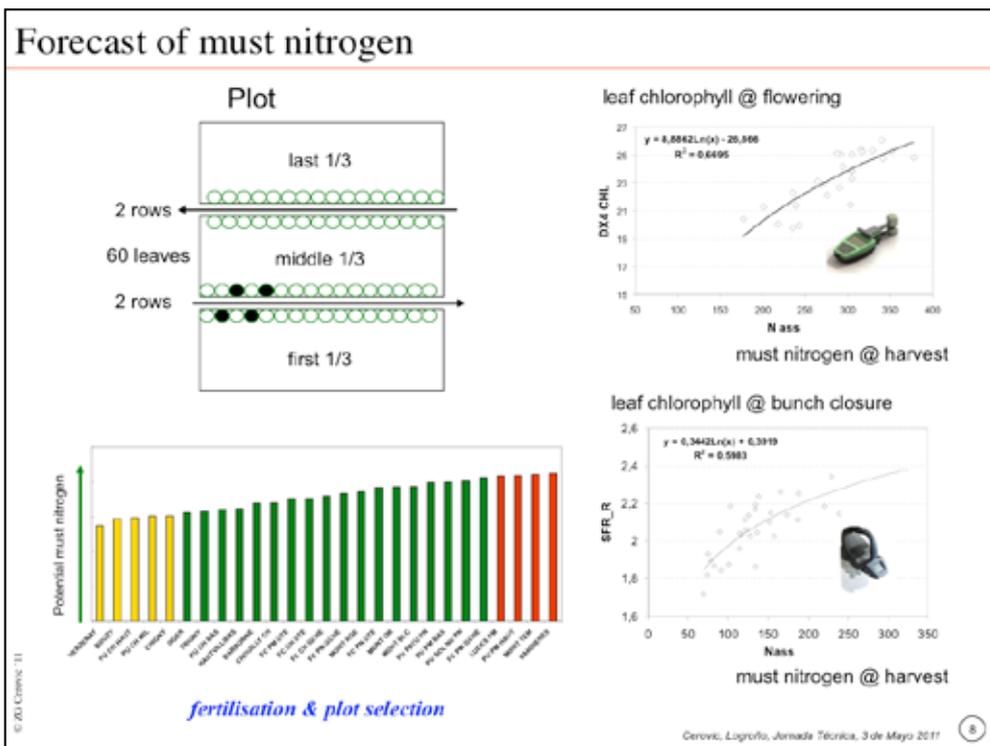
Los antocianos son buenos indicadores del color potencial del vino, así como de los fenoles totales (entre ellos los taninos) y del sabor del vino.

Los flavonoides, que absorben la luz UV son buenos indicadores de la cantidad de luz recibida e interceptada por la cepa, pero también, son indicadores del contenido en nitrógeno en la hoja (aunque este aspecto es menos conocido).

(Ver diapositiva siguiente).



Esta es la primera de tres diapositivas que mostraré a continuación para ilustrar el uso de estos sensores en las hojas (durante la fase vegetativa). Las hojas necesitan nitrógeno para su crecimiento y desarrollo y lo toman de las reservas (tallos leñosos y raíces) y del suelo. El nitrógeno se transferirá a la uva y de este nitrógeno en la uva definirá el potencial de fermentación del mosto para la levadura (nitrógeno fermentable) (nitrógeno fácilmente asimilable levadura). La deficiencia de nitrógeno en las hojas puede ser un indicador de la carencia de nitrógeno asimilable en el mosto para la fermentación alcohólica. Sin embargo, las variaciones de nitrógeno en una especie leñosa como la vid son muy pequeñas, por lo tanto difíciles de evaluar. La clorofila refleja nitrógeno foliar: por tanto, a mayor contenido en clorofila, mayor contenido en nitrógeno foliar. Sin embargo, el contenido en flavonoles refleja también el nitrógeno de las hojas, aunque mediante una relación inversa: a mayor nitrógeno en hojas, menor contenido en flavonoles. La relación de los dos indicadores, Clorofila y Flavonoles, se llama índice de balance de nitrógeno (NBI). El NBI se puede medir con los dos sensores, Dualex y Multiplex (el NBI es un índice patentado). Una ventaja del índice NBI es que es muy sensible a la deficiencia de nitrógeno, incluso a principios de la temporada.

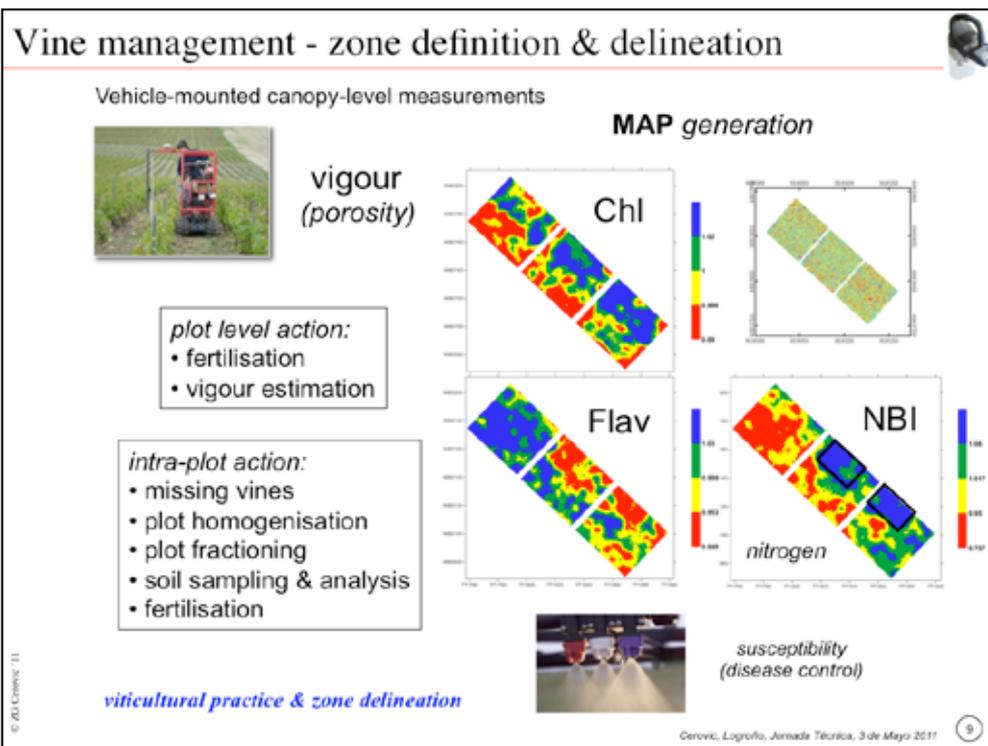


¿Cómo se realizan estas mediciones en la práctica? Dado un viñedo se miden 60 hojas en dos filas representativas del viñedo.

La evaluación puede ser realizada con el Dualox (en floración) o Multiplex en cierre del racimo.

Aquí se muestra la representación del nitrógeno en el mosto fermentable frente a los índices medidos con los sensores. Como puede verse, el nitrógeno presente en el mosto fermentable puede ser predicho a partir de las medidas de los índices realizadas con los sensores Dualox o Multiplex. Del mismo modo, como la detección se realiza de forma temprana, puede actuarse en la fertilización, realizando aportes de nitrógeno si fuera necesario.

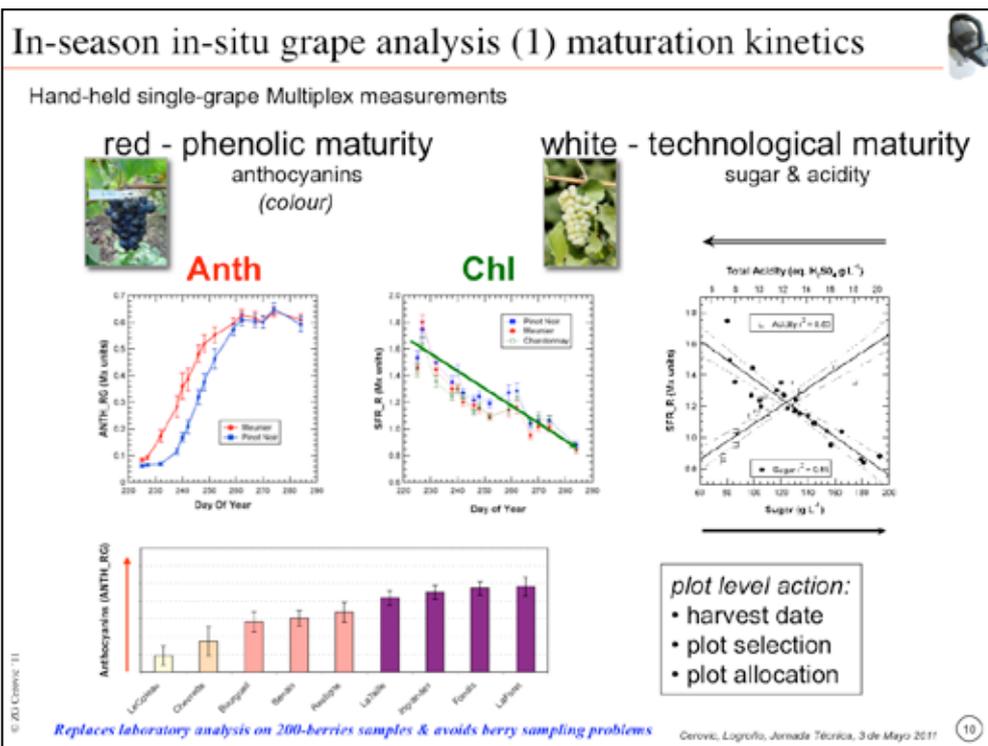
A continuación les presento un ejemplo de 27 parcelas clasificadas de esta manera en Champagne: 5 parcelas se encontraban en el límite de la deficiencia de la fertilización foliar (a partir de la información obtenida puede preverse una corrección de nitrógeno en vendimia, con fosfato amónico, etc... en los mostos de fermentación); 4 parcelas tenían índices muy altos de nitrógeno, lo que podría indicar un contenido excesivo de nitrógeno en los mostos de fermentación, ocasionando incluso turbidez en los mismos. En este caso, de cara a la siguiente campaña podría anticiparse la utilidad de las cubiertas vegetales entre las calles.



Además, el Multiplex se puede montar en vehículos motorizados (tractores) permitiendo la adquisición de millones de mediciones en marcha (milisegundos), así como la producción de mapas de vigor (porosidad de la canopy) y mapas de NBI de toda la parcela.

Esto permite trabajar a nivel de parcela y planificar acciones dentro de la parcela gracias a la delimitación precisa de las distintas zonas.

Aquí se muestra un ejemplo de dos zonas de alto NBI con una mayor susceptibilidad a la botrytis (u otras enfermedades). Esta información permite adaptar los tratamientos con fungicidas. Por tanto se dispone de una verdadera herramienta para la viticultura de precisión.



Esta es la primera de 5 diapositivas que mostraré para ilustrar el uso de sensores en las uvas (durante la fase reproductiva).

Las mediciones manuales se pueden hacer en racimos individuales con el sensor Multiplex, por lo general en 40 a 60 racimos por parcela.

Asimismo se puede evaluar la cinética de la maduración fenólica de la uva de forma rápida en tiempo real y no destructiva (si lo desea, incluso en los mismos racimos durante la fase de maduración). Un ejemplo: la variedad Pinot Meunier madura antes que el Pinot Noir. La fecha óptima de vendimia se puede definir en función del tipo de vino deseado.

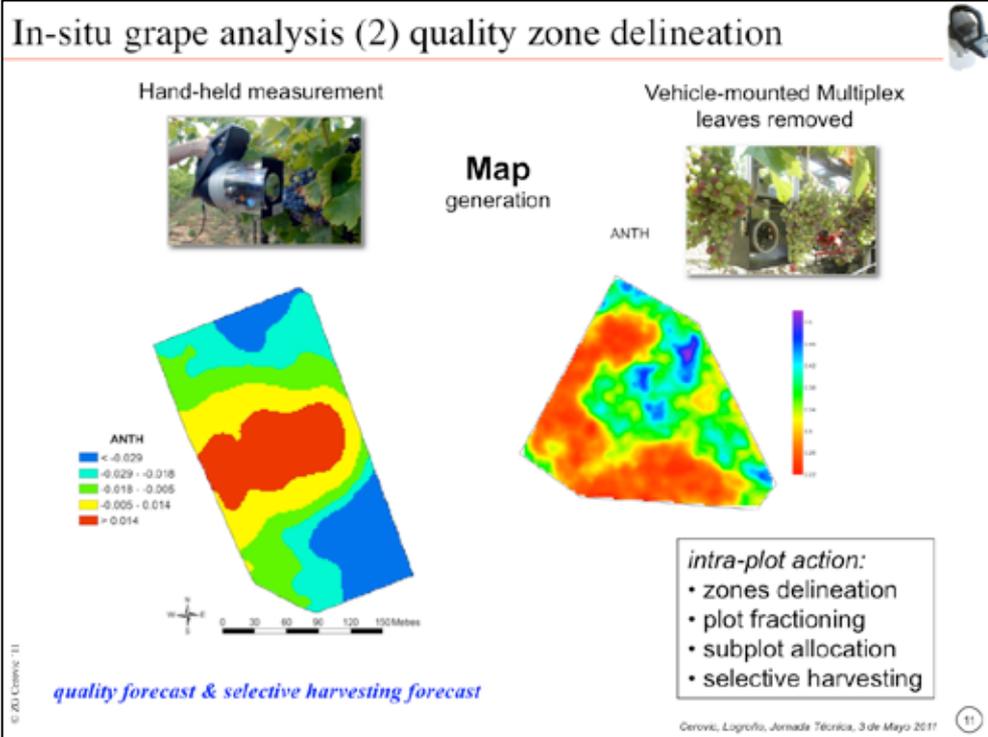
Una vez más, las parcelas pueden ser clasificadas. Aquí se presenta un ejemplo en el valle del Loira. A partir de los datos obtenidos con el sensor Multiplex, 2 parcelas se destinaron a la elaboración de vino rosado,

3 parcelas para el vino estándar y 4 parcelas para elaborar vinos de calidad superior (vinos premium).

El Multiplex también se puede utilizar para las variedades blancas, en las que se controla la disminución de la clorofila.

El índice de clorofila disminuye a medida que avanza la maduración (ello se verifica tanto en variedades blancas como tintas)

Además, presenta una buena correlación con el aumento en el azúcar y la disminución de la acidez.



Gracias a la presencia del GPS interno, las mediciones Multiplex manuales pueden utilizarse para generar mapas de antocianos en uva – o también de calidad de la uva (cientos o miles mediciones 1-s).

Aún más rápido, es posible la generación de mapas cuando el Multiplex va instalado en vehículos motorizados. Para esta aplicación, es necesario realizar antes un deshojado para poder medir sobre los frutos. La generación de mapas permite identificar diferentes zonas de calidad de uva de cara a una vendimia selectiva.

## Seeing is believing



Este mapa de antocianos confirma que las uvas con mayor contenido de antocianos se presentan a menudo en cepas de menor vigor (véase imagen de Google), pero la estimación vigor no es suficiente. Las mejores uvas (y la mejor relación calidad / rendimiento) son producidas por cepas bien equilibradas. Los antocianos son el único criterio objetivo para un determinado año (ya que un año puede ser seco o húmedo y la distribución espacial puede variar).

## Harvested grape analysis - diagnosis & control

### Hand-held at reception

single-grape measurement



*plot level action:*

- differential payment
- practice verification
- forecast verification
- selection & allocation

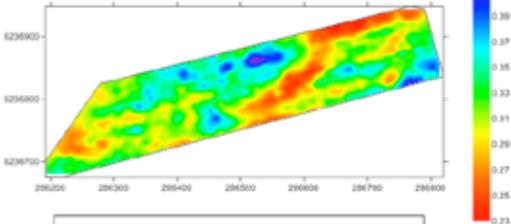
*quality diagnosis & selective harvesting*

### Mounted on harvester

continuous measurement




### harvest map generation

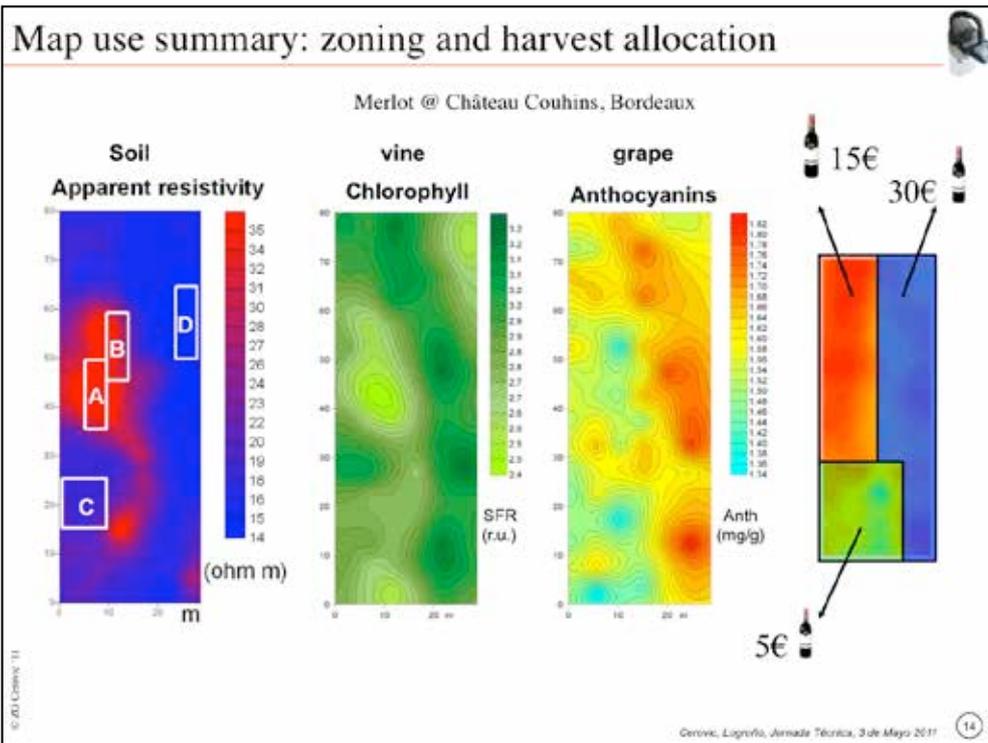


*intra-plot action:*

- non-grape matter estimation
- on-the-go selective harvesting

© 2011 Cervisic, TI Cervisic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2017 13

Como acabo de decir, el sensor Multiplex se puede utilizar para comprobar también la calidad de las uvas vendimiadas en el muelle de recepción de forma manual, o si se monta en vendimiadoras mecánicas puede colocarse de tal modo que evalúe toda la uva vendimiada de una parcela a tiempo real, generando así un mapa de calidad de uva a la vez que esta se está vendimiando mecánicamente. El sensor Multiplex es el primer dispositivo que permite la vendimia selectiva a tiempo real en función de la madurez fenólica. (En este sentido, se están desarrollando nuevas vendimiadoras mecánicas de dos góndolas ).



En esta diapositiva se muestra un ejemplo que resume todo lo que se ha dicho hasta ahora.

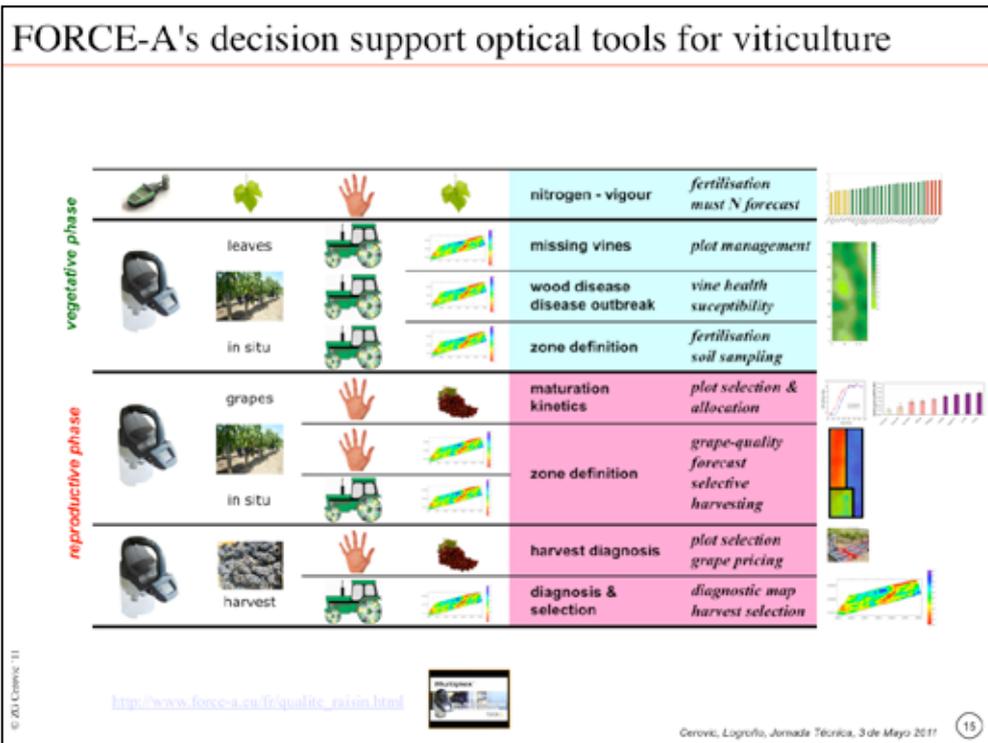
Se trata de una parcela experimental de suelo bastante arenoso en Burdeos. En esta parcela se conoce muy bien la distribución espacial y características de l suelo: A y B tienen un mayor contenido en grava, D es una zona más arcillosa, y C tiene más materia orgánica.

La fase vegetativa refleja el tipo de suelo en cada caso.

Por su parte, la fase reproductiva sigue un patrón influenciado por el tipo de suelo, pero específico para ese año en particular.

La parcela se puede segmentar en tres zonas para el beneficio óptimo, basado en 3 zonas de producción de tres vinos diferentes.

Esto puede extenderse a gran escala.



Este es un resumen general, como el mensaje para recordar.

Muchas combinaciones de:

2 sensores (Duallex o Múltiplex),

2 tipos de muestras (hojas y uvas), aún en la cepa o vendimiadas (2),

2 tipos de medidas (tomadas de forma manual o a partir del sensor montado en vehículos),

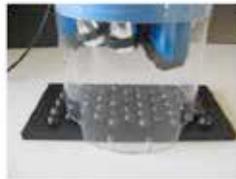
2 tipos de información obtenida, zonas promedio o mapas, que se pueden utilizar para proporcionar información útil para mejorar y optimizar las prácticas vitícolas.

Finalmente les mostraré un video de cómo se realizan las mediciones con el sensor Multiplex. Este video lo pueden visualizar también en la página web de Force-A.

## Multiplex measurements on berries in the laboratory



NO  
extraction  
needed



30 or  
100 or  
200-berries  
samples



© J.J. Gowen '11

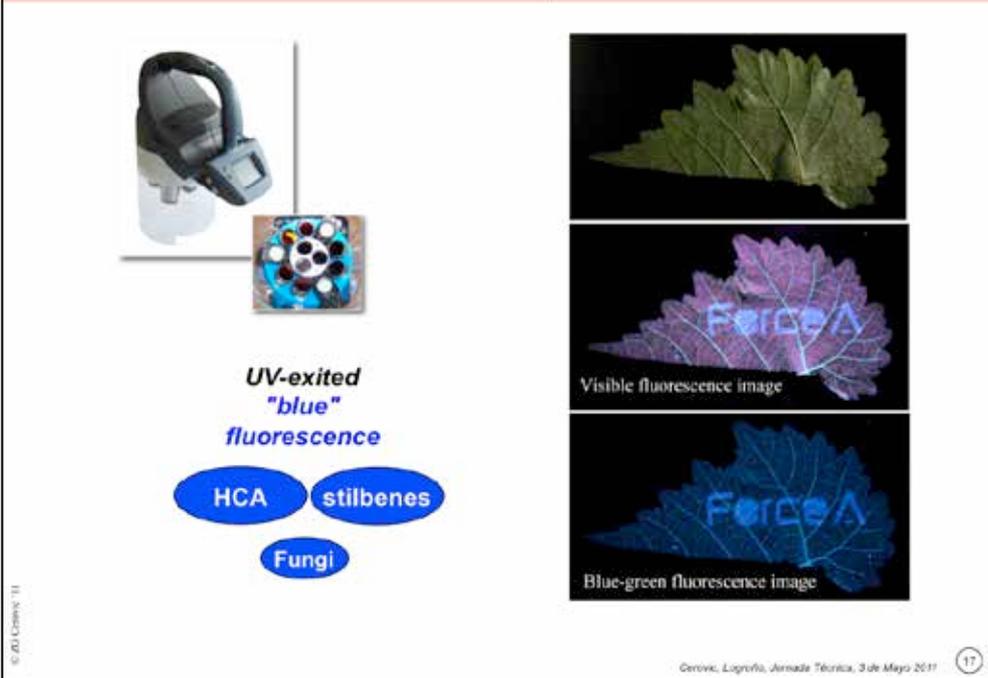
Genovik, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2017

18

Antes de terminar me gustaría mencionar dos cosas más.

El sensor Multiplex por supuesto que también puede ser utilizado en el laboratorio para analizar las bayas sin necesidad de extracción.

## Tools for research and new developments



El sensor Multiplex tiene 4 fuentes de luz y 3 tipos de detectores, por lo tanto se generan 12 señales que se pueden utilizar para la investigación, no sólo en viticultura, sino también en otros cultivos.

Más importante aún, el sensor Multiplex está en continuo desarrollo.

En este sentido, existe una versión reciente, que puede detectar la presencia de mildiu a partir de la fluorescencia azul de estilbenos como el resveratrol.

He aquí una ilustración de ello: una hoja se irradió a través del logotipo de Force-A por la radiación UV-C, ampliamente conocida para inducir la síntesis de estilbenos, moléculas autoprotectoras sintetizadas en la vid como respuesta a las infecciones fúngicas. La hoja es exactamente la misma, pero vista con luz visible (fotografía) y bajo luz UV-A: la fluorescencia roja revela la clorofila y mientras que la fluorescencia azul revela los estilbenos.

¡Usted puede ver lo invisible para el ojo!

**Dr. Zoran G. Cerovic,**  
CNRS, Univ. Paris-Sud, Orsay, France  
zoran.cerovic@u-psud.fr



**FORCE-A**  
Centre Universitaire Paris Sud,  
Bât. 503  
91893 ORSAY Cedex  
France  
Tel : +33 (0)1 69 35 88 62  
Fax : +33 (0)1 69 35 88 97  
[www.force-a.com](http://www.force-a.com)  
[info@force-a.fr](mailto:info@force-a.fr)



[http://www.force-a.eu/fr/qualite\\_raisin.html](http://www.force-a.eu/fr/qualite_raisin.html)

© ZG Cerovic '11

Cerovic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2011

¡VER LO INVISIBLE PARA EL OJO! es en realidad uno de los lemas de la empresa Force-A, la empresa que produce los sensores Dualex y Multiplex. En la página web de Force-A o poniéndose en contacto con el departamento comercial puede obtenerse todo tipo de información y folletos, tanto para adquirir los sensores, como para contratar o solicitar un servicio completo.