

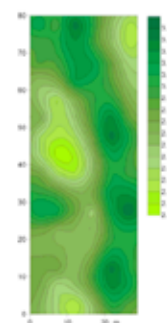
# Principes et applications du Multiplex et du Dualex: outils innovants au service de la viticulture et de l'œnologie



**Zoran G. Cerovic**

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

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

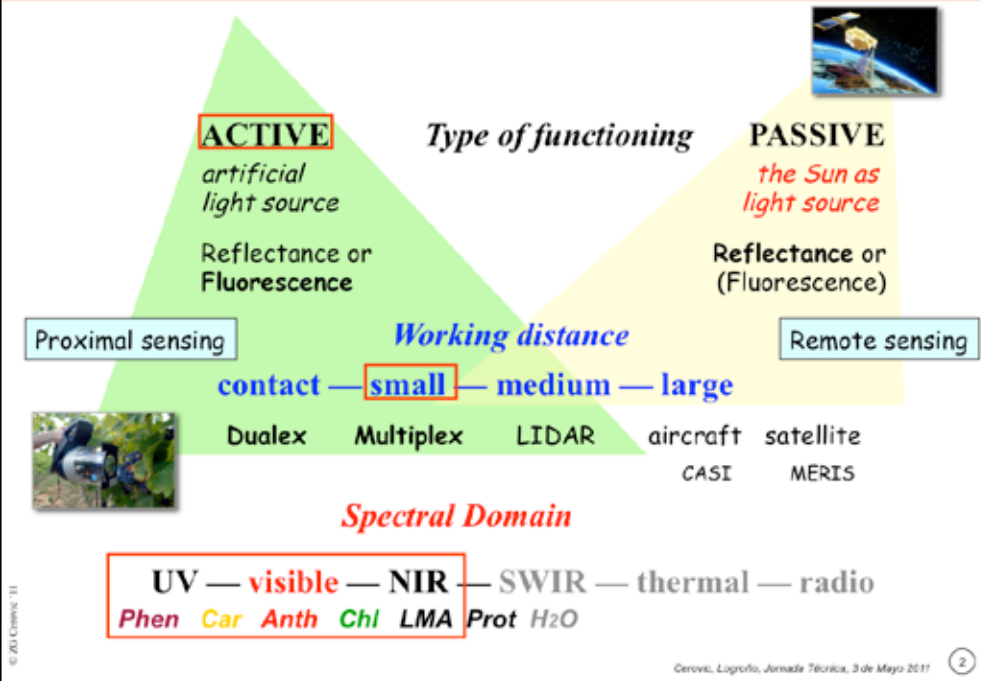


© Z.G. Cerovic '11

Cerovic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2011

Ne vous inquiétez pas si vous manquez quelque chose: je vais répéter 3 ou 4 fois la même chose et vous donnera un résumé à la fin.

## Remote & proximal sensing of vegetation in the field



J'ai été invité à présenter ici deux capteurs: le Dualex et le Multiplex produit par la société FORCE-A, qui appartiennent à la catégorie des capteurs optiques actifs proximaux (utilisés à petite distance) qui fonctionnent dans la région UV-VIS du spectre et que peuvent être utilisés au champ en plein soleil.

Je ne vais pas aborder la question de la télédétection, ni de l'imagerie ou du 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 Cervic '11

Cervic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2011

3

*Comment les capteurs optiques peuvent-ils aider les viticulteurs pour obtenir des raisins sains, optimisé pour le vin qu'ils veulent produire?*

Il est bien connu que des vignes saines et bien équilibré produisent des raisins sains et de bonne qualité pour les vins haut de gamme.

La phase végétative (feuilles de la canopée) influence la phase reproductive (raisins), donc nous avons besoin d'informations sur les deux phases.

Comment pouvons-nous obtenir ces informations?

En utilisant le Dualex et le Multiplex, à la main ou montés sur véhicules, pour mesurer les pigments dans les feuilles ou les fruits, et estimer la vigueur de la vigne et la qualité des raisins.

À la fin, je vais citer quelques utilisations futures.

## Optical decision support tools

*leaf-clip*



**Dualex:**

Chlorophylls  
Flavonols



*proximal sensor : leaves and grapes*



**Multiplex:**

Chlorophylls  
Flavonols  
Anthocyanins  
(Stilbenes)



© 2011 Cerovic '11

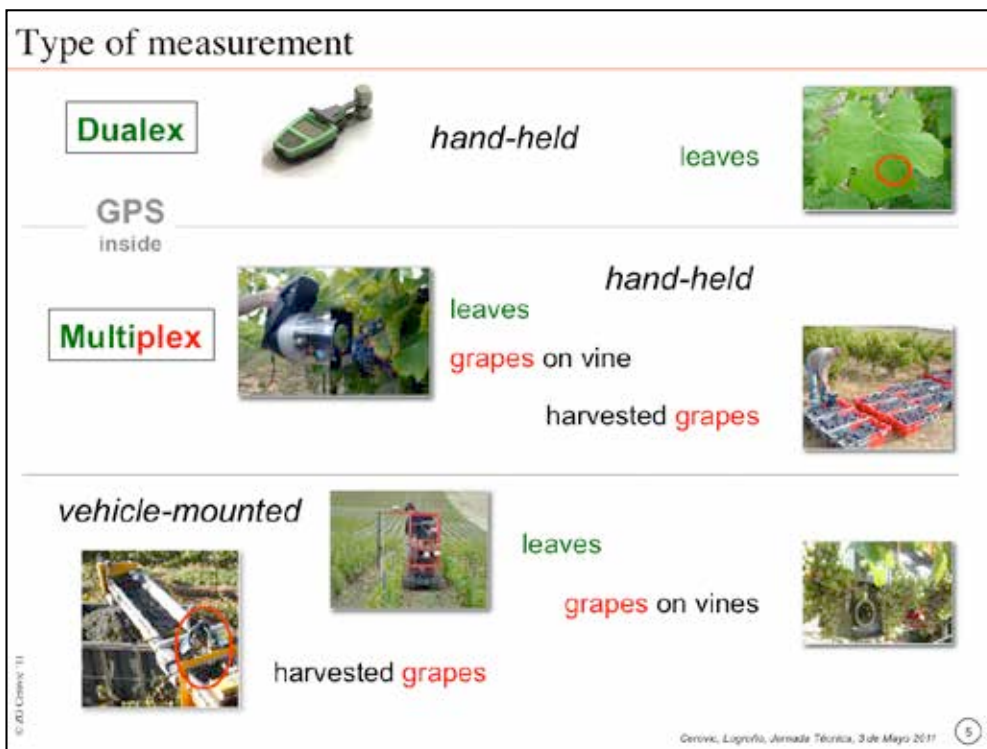
Cerovic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2011

4

Le Dualex est une petite pince à feuille (200 g) qui mesure la chlorophylle et les flavonols des feuilles.

Le Multiplex est un capteur portable sans contact (2 kg) qui mesure la chlorophylle, les flavonols et les anthocyanes

(et les stilbènes, mais ce dernier n'est toujours pas disponibles dans le commerce).



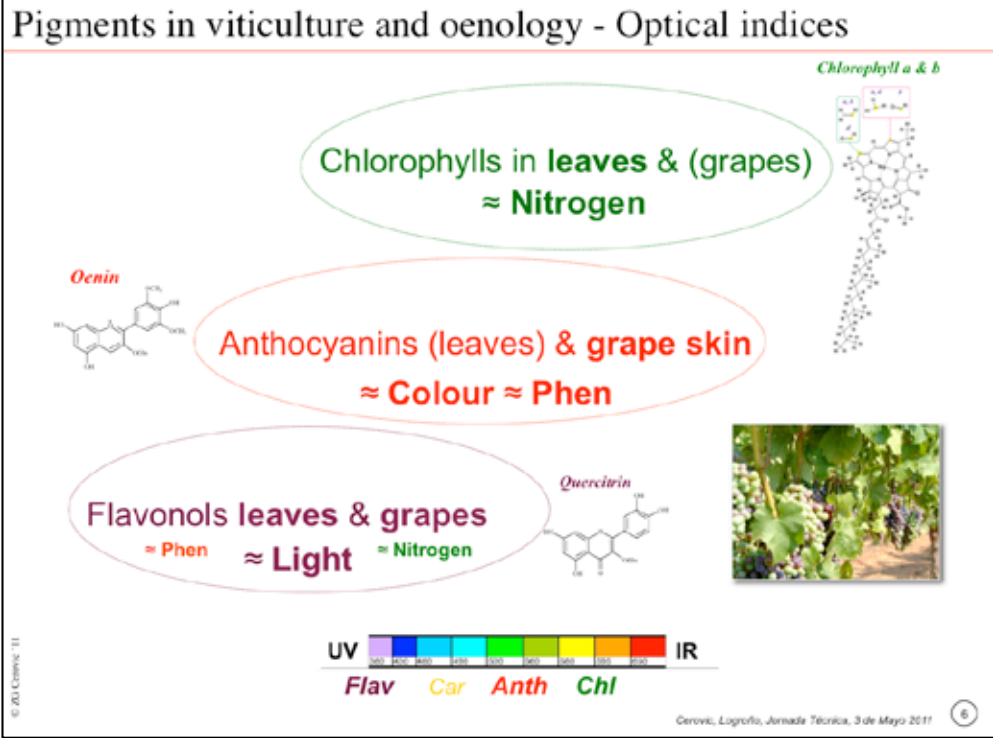
Les mesures sont très rapides (moins d'une seconde).

Les mesures peuvent être toutes géolocalisées (pour faire des cartes) parce que les deux capteurs ont un GPS interne.

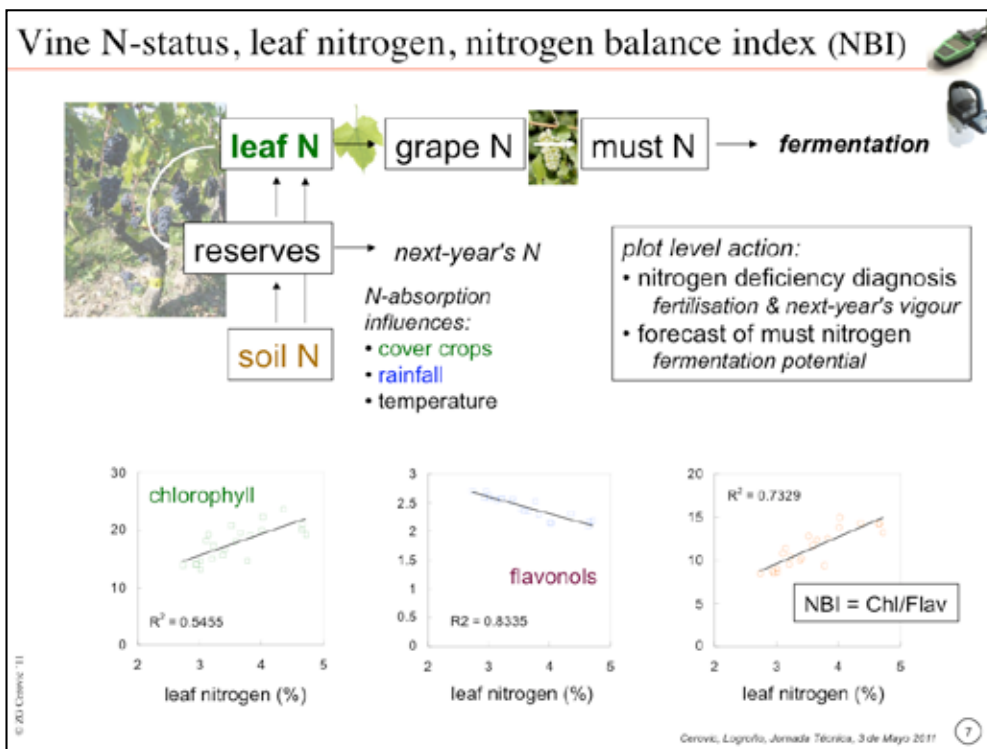
Le Dualex est utilisé à la main sur les feuilles.

Le Multiplex est utilisé à la main sur les feuilles ou les raisins, ces derniers encore sur les vignes ou bien déjà récoltés.

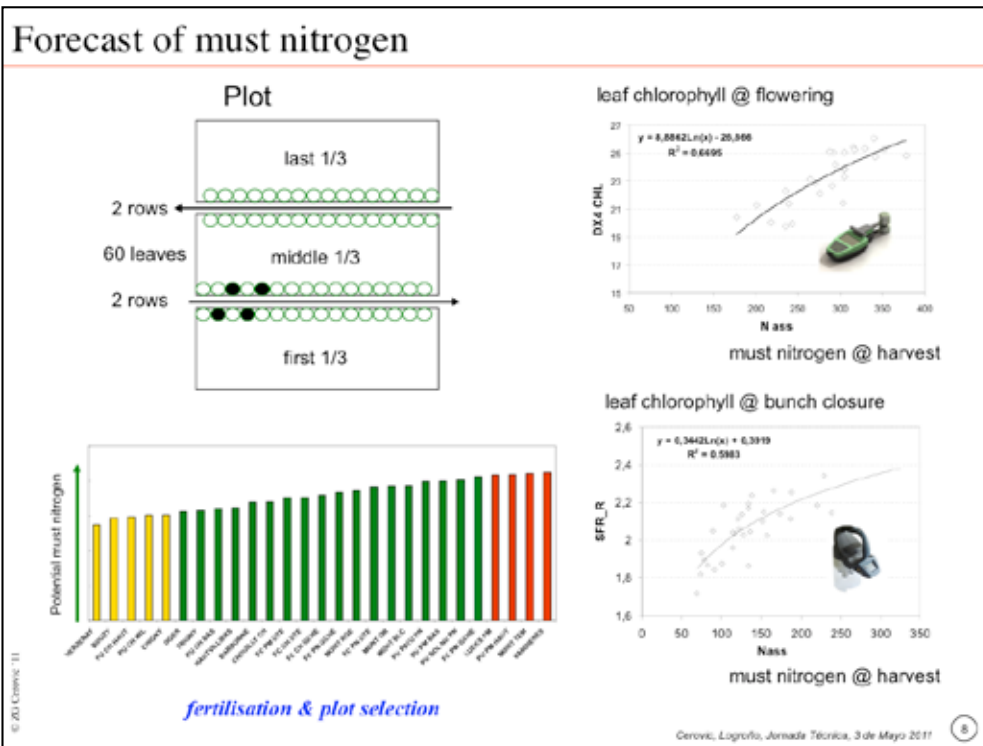
Le Multiplex peut être montés sur véhicule pour mesurer les feuilles (le couvert) ou les raisins. Ces derniers de nouveau restés sur les vignes ou récoltés (dans les machines à vendanger).



Ces capteurs mesurent les pigments qui absorbent la lumière UV ou visible. La chlorophylle présente dans les feuilles et les raisins est un indicateur respectif de la nutrition azotée de la vigne et de la maturité du raisin. Les anthocyanes confèrent la couleur rouge ou bleu aux raisins (est parfois sont même présents dans les feuilles). Ils sont de bons indicateurs de la couleur potentielle des vins, de leur contenu en composés phénoliques totaux (tanins) et du corps des vins. Les flavonols, qui absorbent la lumière UV, sont de bons indicateurs de la lumière reçue (intercepté) par la vigne, mais ils sont également des indicateurs de l'azote dans les feuilles (ce qui est moins connu). (Cf. page suivante).

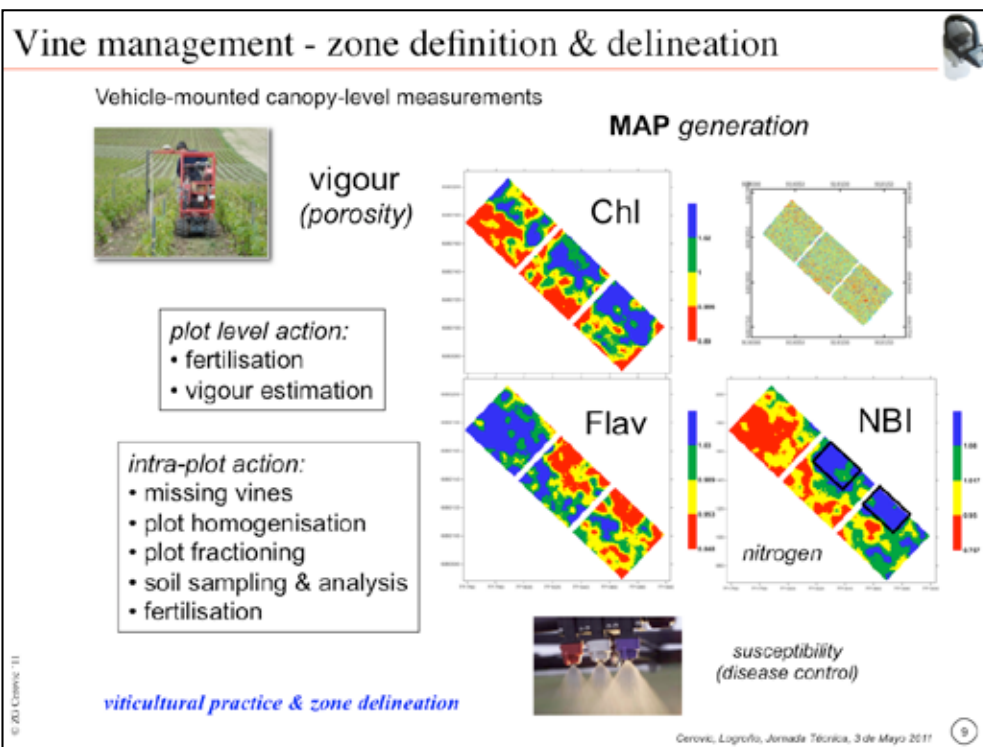


C'est la première des 3 diapositives pour illustrer l'utilisation de capteurs sur les feuilles (au cours de la phase végétative).  
 Les feuilles puisent leur azote pour la croissance et le développement dans les réserves (tiges ligneuses et des racines) et à partir du sol.  
 L'azote sera transféré aux raisins puis aux moûts de raisins par la suite où il définira le potentiel de fermentation des levures (azote fermentescible) (azote assimilable pour les levures). La carence en azote des feuilles peut donc être un indicateur de problème potentiel dans les moûts.  
 Mais les variations de l'azote dans une espèce ligneuse comme la vigne sont très petites, donc difficile à évaluer.  
 La chlorophylle reflète le contenu en azote des feuilles, le plus il y a d'azote plus il y a de chlorophylle.  
 Mais les flavonols reflètent aussi l'azote des feuilles : plus il y a d'azote moins il y aura de flavonols (effet inverse).  
 Le ratio des deux indicateurs est appelé l'indice d'équilibre d'azote (Nitrogen Balance Index - NBI). NBI peut être mesurée aussi bien par le Dualex que par le Multiplex (breveté).  
 L'indice NBI est très sensible à une carence en azote, même au début de la saison.



Comment fait-on concrètement? 60 feuilles sont mesurées sur deux rangs représentatifs. L'estimation peut être faite par Dualox ou Multiplex à un stade précoce, la floraison ou la fermeture de la grappe. Les indices sont présentés ici par rapport à l'azote des moûts à la récolte. Ainsi, l'azote des moûts peut être prédit et il est encore temps d'intervenir par une fertilisation foliaire si besoin. Sur l'exemple des 27 parcelles classées de cette façon en Champagne: 5 parcelles sont à la limite de carence pour lesquelles une fertilisation foliaire supplémentaire ou l'addition de phosphate diammonique dans le moût devrait être envisagée ; 4 parcelles ont un indice assez élevé pour que la vigilance contre une casse protéique devrait être installée, et l'ajout d'une culture inter-rang pourrait être envisagée pour la prochaine saison.





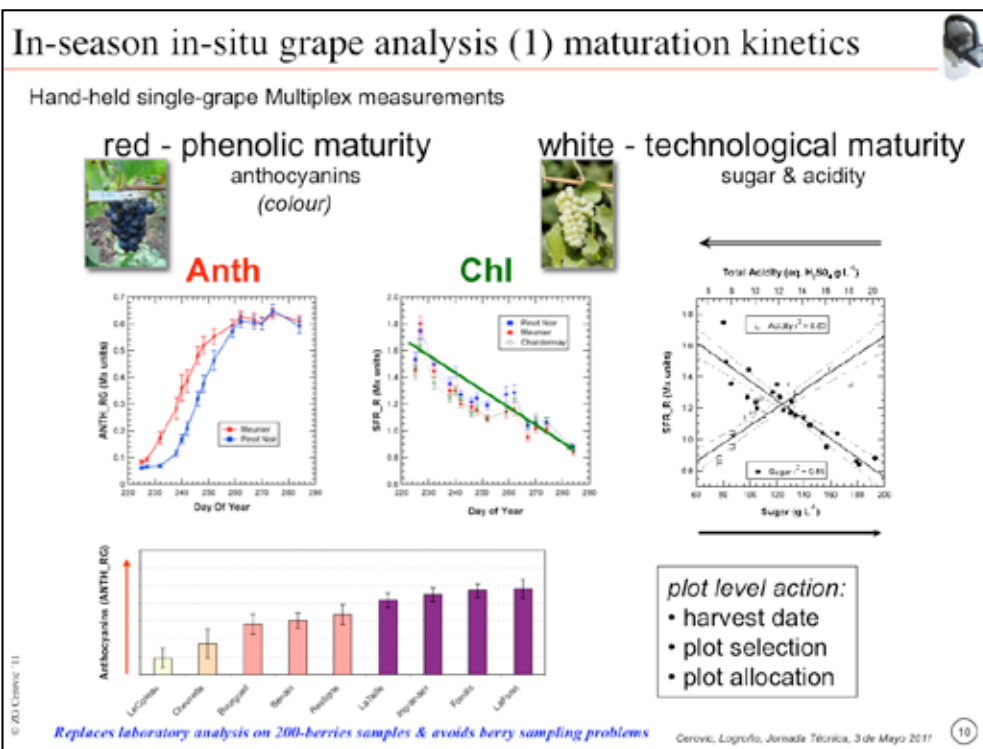
En outre, le Multiplex peut être montés sur véhicules (tracteurs, enjambeurs) pour faire des millions de mesures en ligne (à la milliseconde), pour la production de cartes de vigueur (ou de porosité du couvert végétal) et des cartes du NBI de l'ensemble de la parcelle.

Cela permet d'agir à la parcelle ou au niveau intra-parcellaire, grâce à la délimitation précise de zones homogènes.

Voici un exemple de deux zones avec une forte valeur de NBI présentant une susceptibilité accrue à la pourriture grise (ou d'autres maladies cryptogamiques).

On peut donc adapter de traitement (par fongicide) en conséquence.

Nous avons un véritable outil pour la viticulture de précision.



C'est la première des 5 diapositives pour illustrer l'utilisation de capteurs sur les raisins (au cours de la phase reproductive).

Les mesures sont faites manuellement sur des grappes individuelles par le Multiplex, généralement sur 40 à 60 grappes par parcelle.

La cinétique de la maturation phénolique du raisin peut être évaluée rapidement en temps réel et de façon non destructive (si besoin, même sur les mêmes grappes).

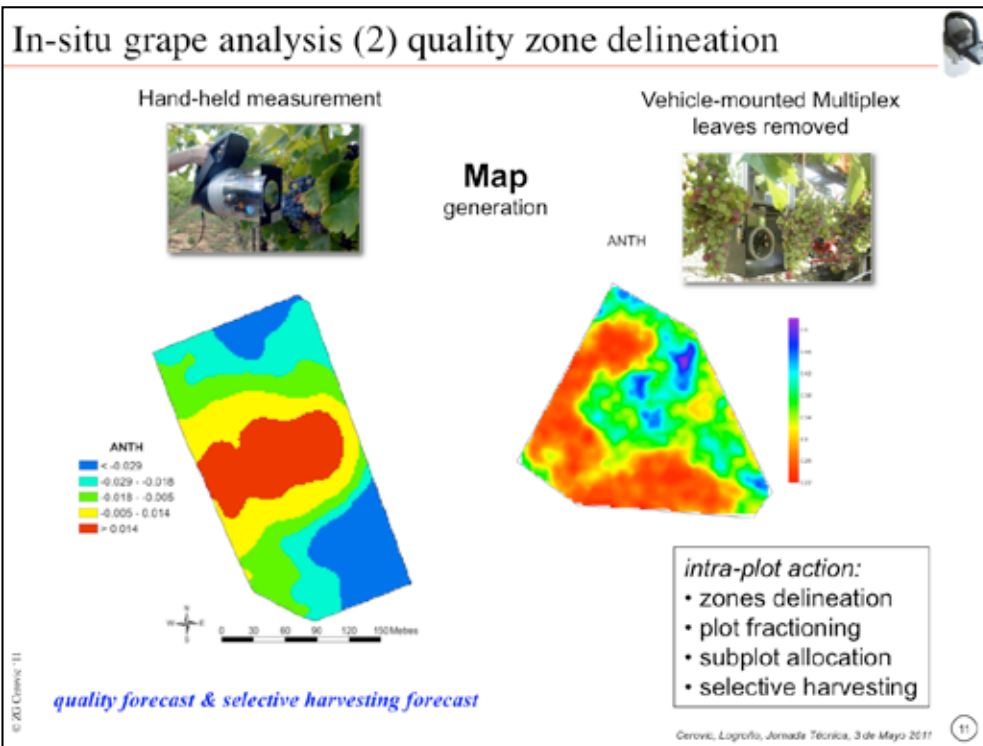
Le Pinot Meunier mûrit plus tôt que le Pinot Noir (par exemple).

La date de récolte optimale peut être défini en fonction du type de vin souhaité.

Encore une fois, les parcelles peuvent être classés. En voici un exemple dans la vallée de la Loire: 2 parcelles devraient être orientées vers un vin rosé, 3 parcelles vers la production vin standard et 4 parcelles peuvent produire du vin supérieure (vins de qualité).

Multiplex peut également être utilisé pour les cultivars blancs, au quel cas une diminution de chlorophylle est principalement suivie. L'indice de chlorophylle diminue avec la maturation (dans tous les cépages aussi bien rouges que blancs)

Cet indice est bien corrélée avec l'augmentation de sucre et la diminution de l'acidité.



Grace à la présence du GPS interne, les mesures Multiplex, même faites manuellement, peuvent produire des cartes des anthocyanes de raisin – de la qualité du raisin (des centaines ou des milliers de mesures d’une seconde).

Les cartes sont générées encore plus rapidement avec un Multiplex embarqué sur tracteur, mais dans ce cas les vignes doivent préférablement être effeuillées (ce qui est le cas souvent proche de la récolte).

Les zones homogènes peuvent être définies pour une récolte sélective (ou même pour un fractionnement future de la parcelle, si les zones se reproduisent).

## Seeing is believing



Cette carte confirme que la teneur en anthocyanes des raisins est souvent plus élevée sur les vignes moins vigoureuses (cf. image Google), mais l'estimation seule de la vigueur n'est pas suffisante.


Les meilleurs raisins (et avec le meilleur rapport qualité/rendement) sont produites par des vignes bien équilibrées.

La teneur en anthocyanes à vendange est le seul critère vraiment objectif pour une année donnée (sèche ou humide).

## Harvested grape analysis - diagnosis & control

### Hand-held at reception

single-grape measurement





*plot level action:*

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

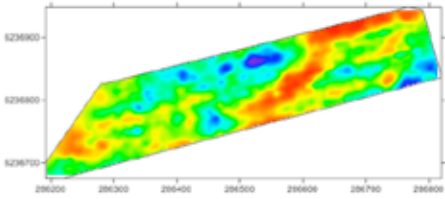
*quality diagnosis & selective harvesting*

### Mounted on harvester

continuous measurement

### harvest map generation



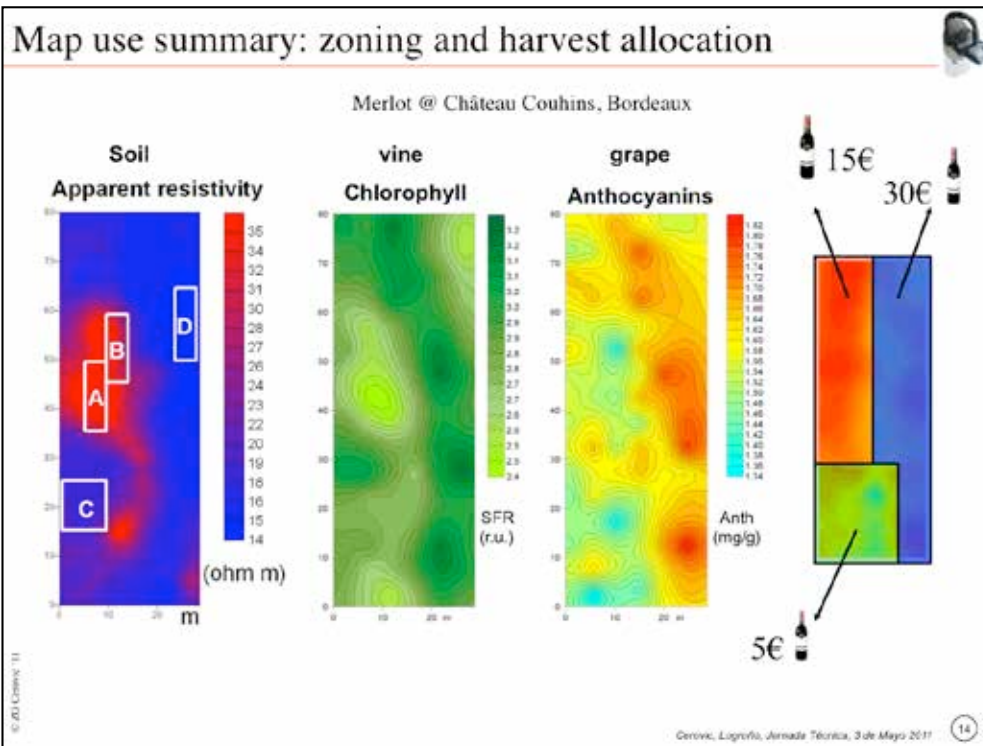
*intra-plot action:*

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

© JLI Cervic '11 Cervic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2017 13

Comme je viens de le dire, le Multiplex peut être utilisé pour vérifier la qualité des raisins récoltés sur le quai de réception en mode portable, ou montés sur des vendangeurs mécaniques : dans ce dernier cas toute la récolte est mesurée et la carte générée.

Le Multiplex est le premier appareil permettant de réaliser une récolte sélective basée sur la maturité phénolique (même en temps réel). Des vendangeurs avec deux bacs sont en développement.



Voici d'abord un premier exemple qui résume tout ce qui a été dit.

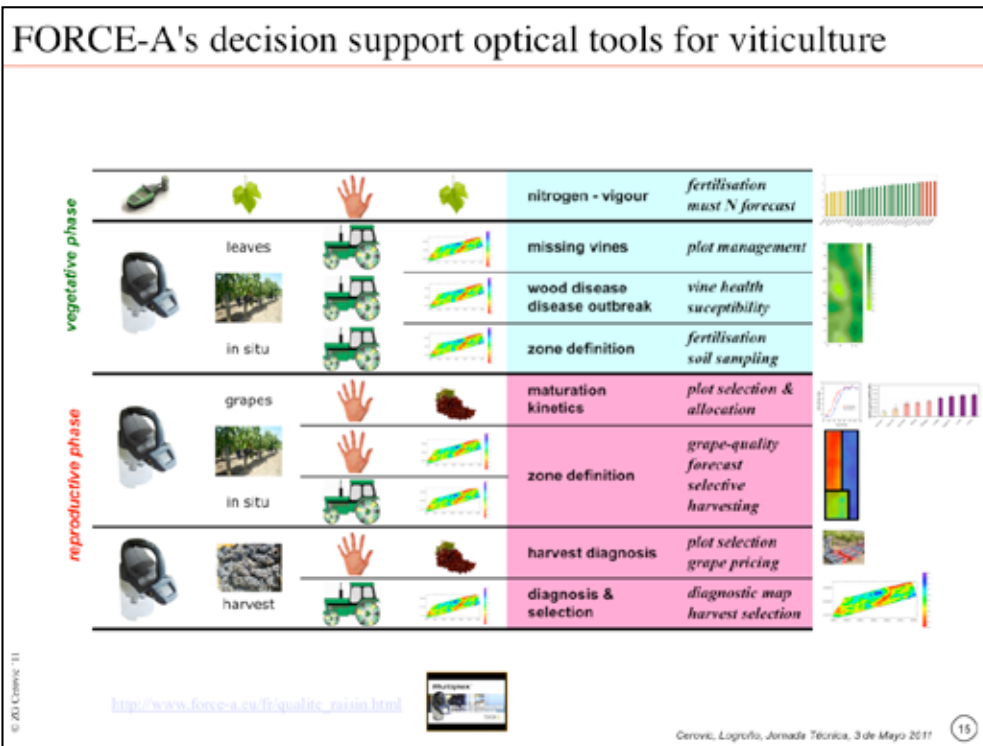
Il s'agit d'une parcelle expérimentale sablonneuse à Bordeaux dont la distribution des sols est bien connue: A & B plus de graves, D plus d'argiles et C plus de matière organique.

La phase végétative reflète bien le type de sol.

La phase de reproduction suit un schéma influencé par le type de sol mais qui est spécifiques à cette année particulière.

La parcelle peut être segmenté en 3 parties pour optimiser les bénéfices basée sur 3 zones de production de 3 vins différents.

Ceci peut être étendu à grande échelle.



Voici un résumé général à retenir. De nombreuses combinaisons sont possibles :

2 capteurs (Dualix ou Multiplex),

2 types d'échantillons (feuilles ou de raisin), sur pied ou récoltés,

2 types de mesures (à main ou montés sur véhicule),

2 types d'informations obtenues : moyenne par parcelle ou des cartes

Tout ceci peut être utilisées pour fournir des informations utiles pour une meilleure pratique viticole dans la phase végétation ainsi que lors de la phase de reproductive:

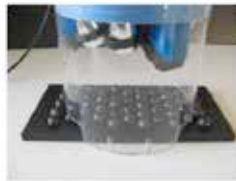
Lire la figure : azote > fertilisation...

//Vous pouvez voir les vidéos à cette adress//

## Multiplex measurements on berries in the laboratory



NO  
extraction  
needed



30 or  
100 or  
200-berries  
samples



© JGI, Corvallis, '11

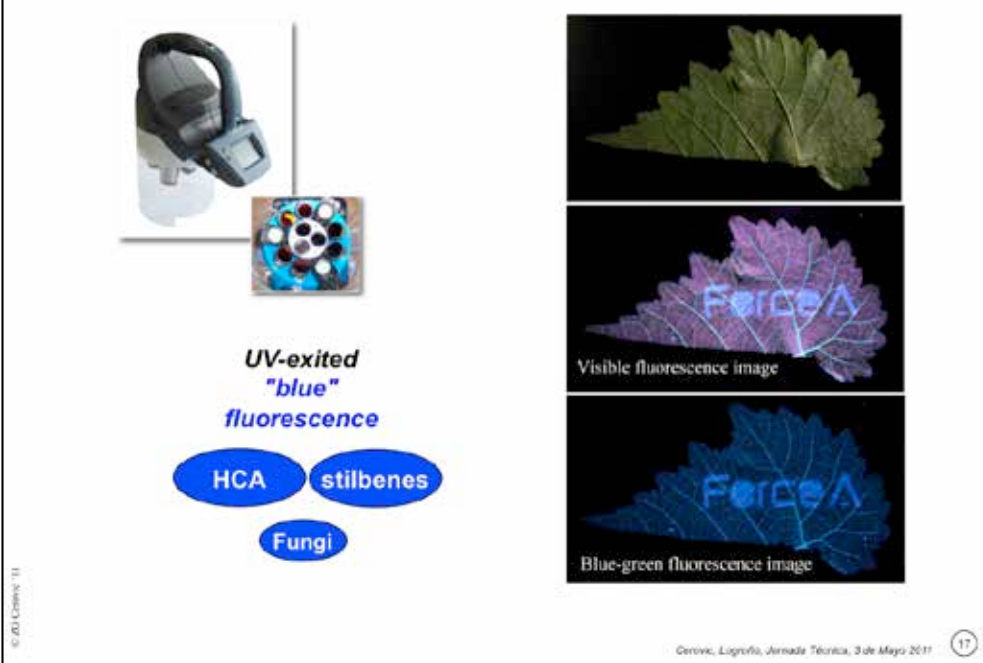
Genovik, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2017

18

Avant de quitter la scène, je voudrais mentionner deux choses. Le Multiplex peut être également utilisé au laboratoire pour analyser les baies, sans recourir à l'extraction.



## Tools for research and new developments



Le Multiplex a 4 sources de lumière et 3 détecteurs, donc 12 signaux sont générés qui peuvent être utilisés pour la recherche en viticulture, mais aussi pour d'autres cultures.

Plus important encore, le Multiplex est constamment amélioré. Ainsi, une version non-commerciale existe qui peut détecter la présence du mildiou grâce à la fluorescence bleue des stilbènes.

En voici une illustration: une feuille a été irradiée à travers le logo de FORCE-A par les UV-C qui sont connu pour induire ses stilbènes, synthétisés par la vigne pour se protéger. La même feuille vu sous lumière visible (photo) est comparée à une image sous lumière UV-A: la fluorescence chlorophyllienne est rouge et la fluorescence des stilbènes bleue.

Vous venez de voir ce qui est invisible à l'œil !

**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)

© Z.G. Cerovic '11

Cerovic, Logroño, Jornada Técnica, 3 de Mayo 2011

C'est la devise (slogan) de FORCE-A, la société qui produit le Dualex et le Multiplex. Chez eux vous pouvez obtenir toutes informations complémentaires et les brochures.