

Spectron™



Un capteur
portable non destructif
pour le suivi de maturité

JM Roger & V Geraudie



Les deux partenaires en bref...

UMR ITAP

Unité mixte de recherches
Cemagref – SupAgro

Information
et
Technologies
pour les
Agro – Procédés

Savoir faire en développement
de capteurs optiques

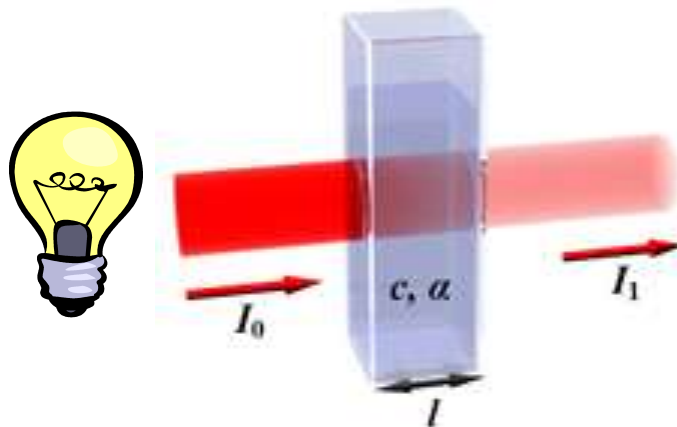
Société Pellenc

Un des leaders mondiaux
de la mécanisation
en viticulture et oléiculture

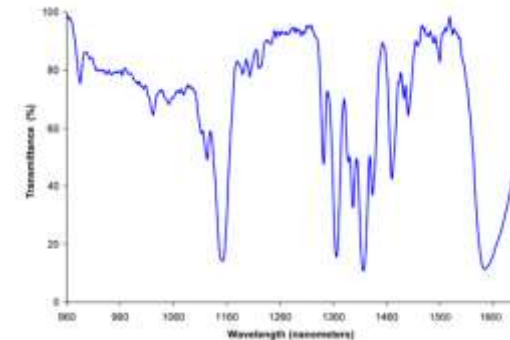
700 employés dans le monde
12 filiales dans le monde
10% du C.A. réinvesti dans la recherche
Plus de 285 brevets déposés

Viticulture & Matériels de caves

La spectrométrie Infrarouge

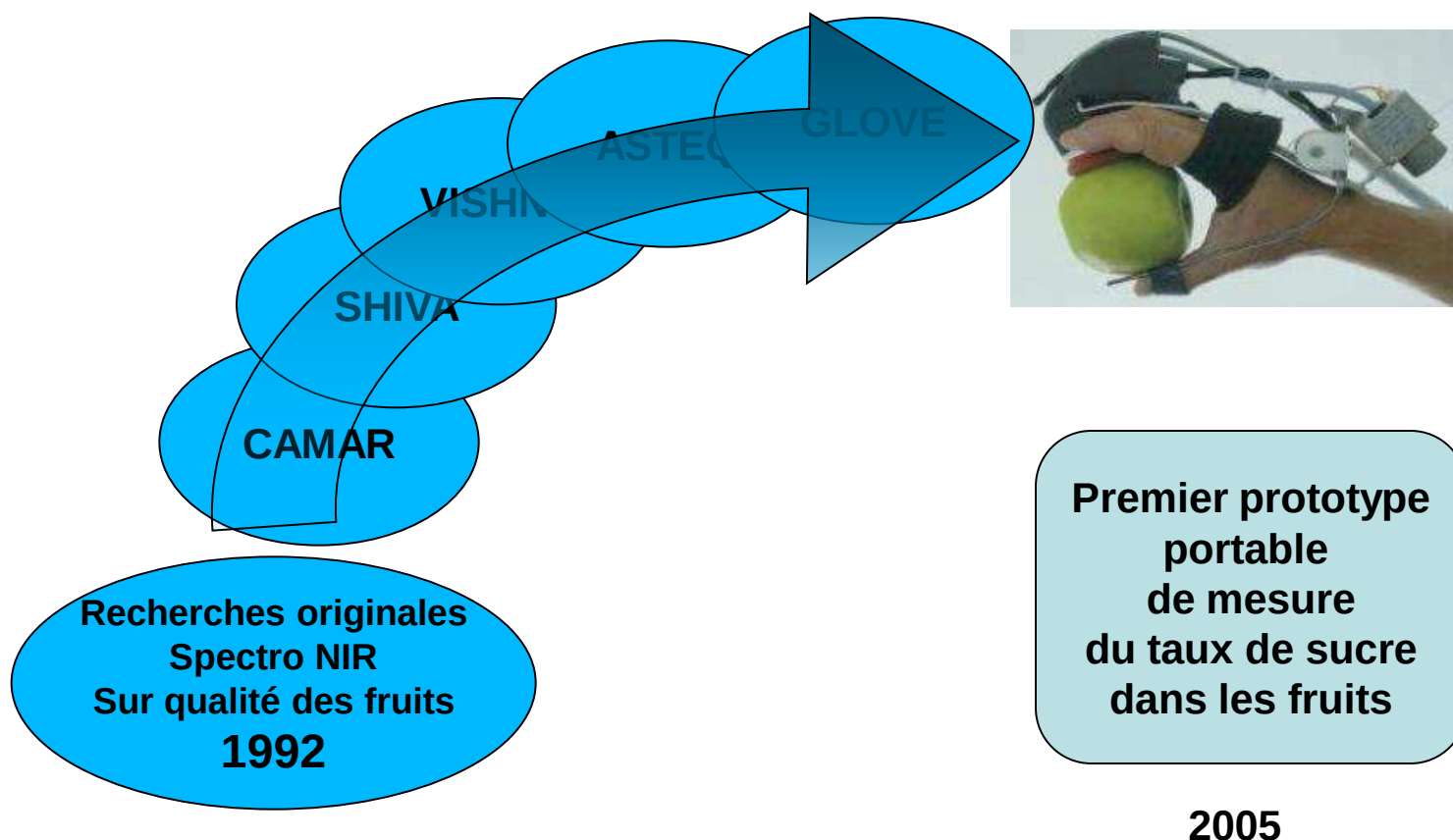


Échantillon
à analyser



Signature
physico-chimique

La spectrométrie à ITAP : Une histoire ancienne



Le cahier des charges

Pour être applicable à la vigne, Spectron devait :

- mesurer les valeurs moyennes, par parcelle :
 - de la teneur en sucres,
 - de l'acidité totale,
 - de la matière sèche
 - du potentiel d'extraction d'anthocyanes
- être complètement autonome
- peser moins de 1kg
- ne pas nécessiter d'étalonnage préalable
- être robuste aux grandeurs d'influence courantes :
 - température, humidité, lumière ambiante,...
- utiliser des technologies d'un coût compatible avec l'agriculture



Prototypes

Optimisations
optique
et
chimiométrique



Expérimentations



Optimisations...

2005

2006

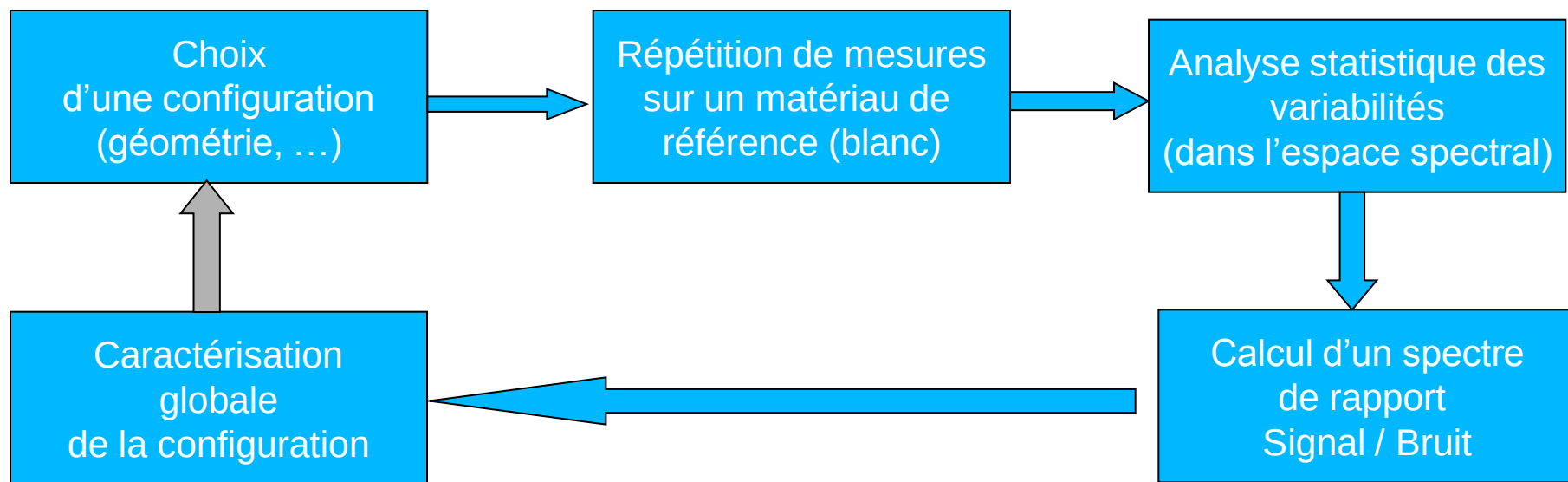
2007

2008

2009

2010 +

Optimisation optique



Optimisation chimiométrique

Deux problèmes à résoudre :

1: sélectionner les longueurs d'onde

2 : garantir la robustesse de l'étalonnage

Sélection de longueurs d'onde

Le problème (classique) :

Sélectionner un nombre réduit de variables

Dans un espace de grande dimension

Avec des variables très inter-corrélées

Le problème (spécifique) :

Plusieurs réponses (Brix, %MS, AT, Anthocyane)

Sélection de longueurs d'onde

Développement d'un algorithme spécifique, CovSel basé sur la maximisation de la Covariance

CovSel a été appliqué :

- A la spectro NIR des céréales

- À l'optimisation d'une machine de tri des déchets

CovSel a été présenté à :

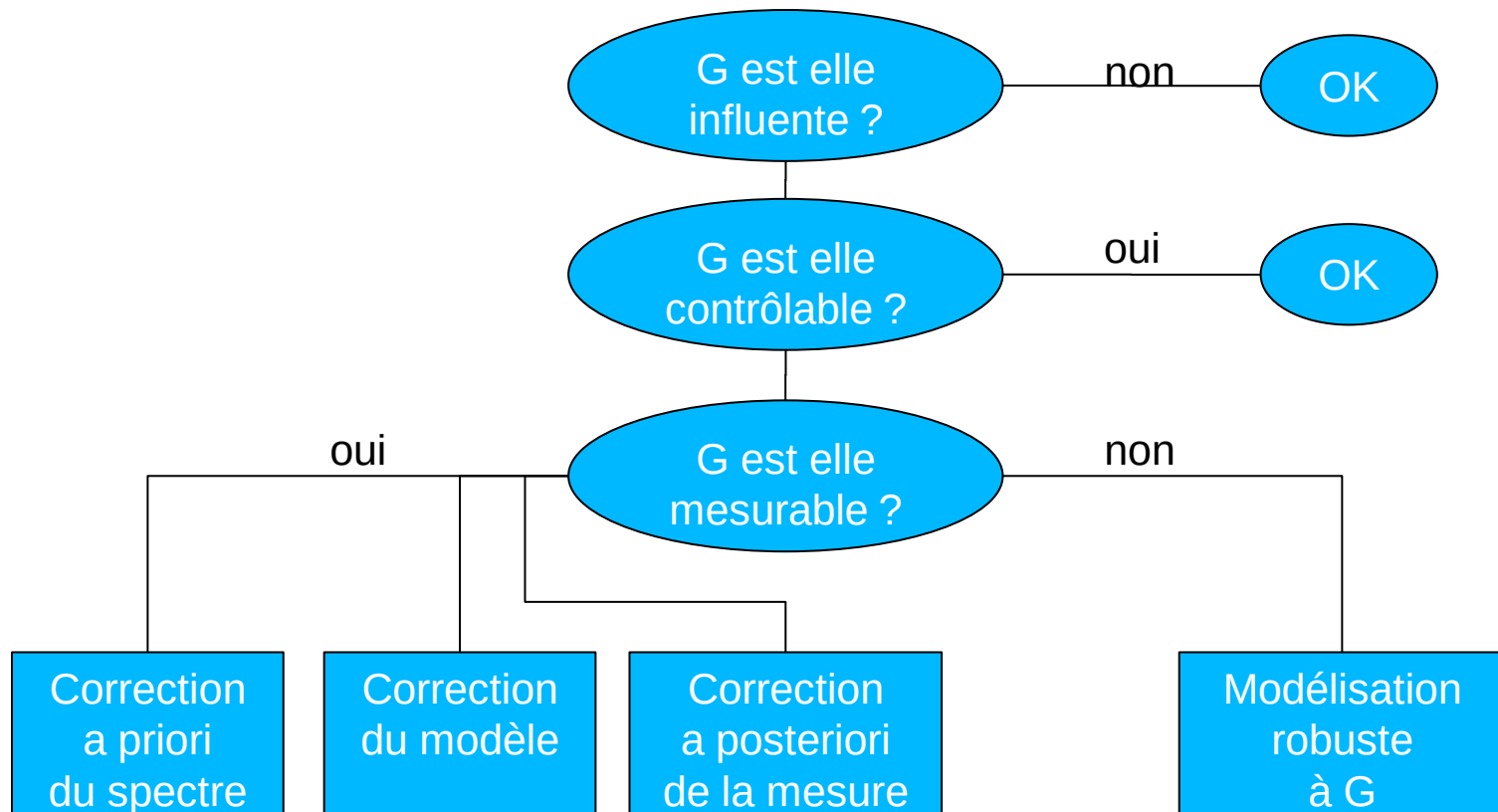
- NIR'2009 : 14th ICNIRS conference, Bangkok, Thailand

- Chimiométrie 2009 : 11^{ème} congrès du GFC, Paris

- CAC 2010, Chemometrics in Analytical Chemistry, Anvers, 2010

CovSel: Variable selection for highly multivariate and multi-response calibration: Application to IR spectroscopy
Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, **In Press, Corrected Proof**, Available online 21 October 2010
J.M. Roger, B. Palagos, D. Bertrand, E. Fernandez-Ahumada

Garantir la robustesse : une stratégie



Correction of the temperature effect on near infrared calibration-application to soluble solid content prediction.

Journal of near infrared spectroscopy, vol. 12, p. 199 – 206

Chauchard, F., Roger, J.M., Bellon Maurel, V. - 2004.

Résultats

Etudes menées en collaboration
avec

INRA – UE Pech Rouge
Moët & Chandon
CIVC
IFV

Données d'étalonnage

Echantillons d'étalonnage :

Des lots de grappes collectés pendant la maturation :

De juillet à septembre 2008 en France

De janvier à mars 2009 en Australie

10 spectres par grappe mesurés en laboratoire

Les grappes sont détruites et mesurées

Variétés étudiées :

Syrah, Merlot, Cabernet, Pinot et Chardonnay.

Calcul du modèle d'étalonnage

Avant l'étalonnage :

Une ACP sur les spectres permet d'enlever les aberrants

Les spectres sont moyennés et normalisés

Une validation croisée "leave one out" est opérée

L'erreur standard de validation croisée (SECV) et le R^2 sont calculés

Validation du modèle d'étalonnage

Echantillons de validation :

Mesurés directement à la vigne pendant la maturation

Entre 150 et 200 grappes mesurées par parcelle, puis moyennées,
selon le même protocole que la mesure destructive

Variétés : Syrah, Merlot, Cabernet, Pinot et Chardonnay.

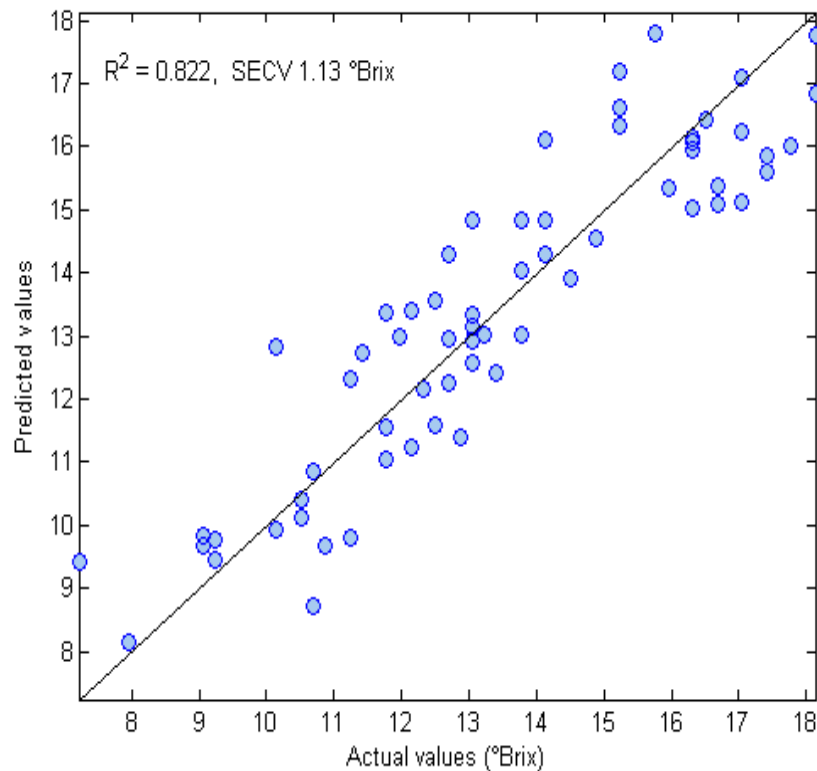
Suivi de plusieurs parcelles à partir de l'étalonnage sur une parcelle unique

Résultats pour le sucre

Variétés	SECV (Brix)	R ²
Syrah (Australia)	0.92	0.93
Cabernet (Australia)	1.42	0.90
Pinot noir (Champagne)	1.07	0.88
Pinot meunier (Champagne)	1.11	0.83
Toutes variétés rouges	1.12	0.95
Chardonnay (Champagne)	1.20	0.83

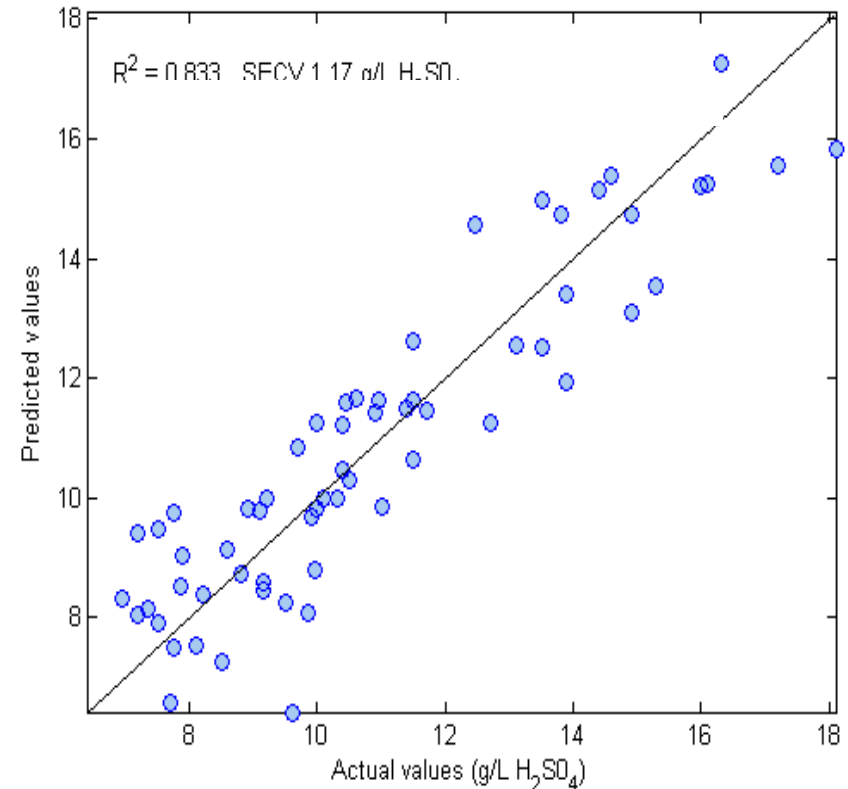
Resultats de la CV sur Pinot Meunier (2008)

Préd. de la teneur en sucre sur du Pinot Meunier (SP n°4)



Sucres

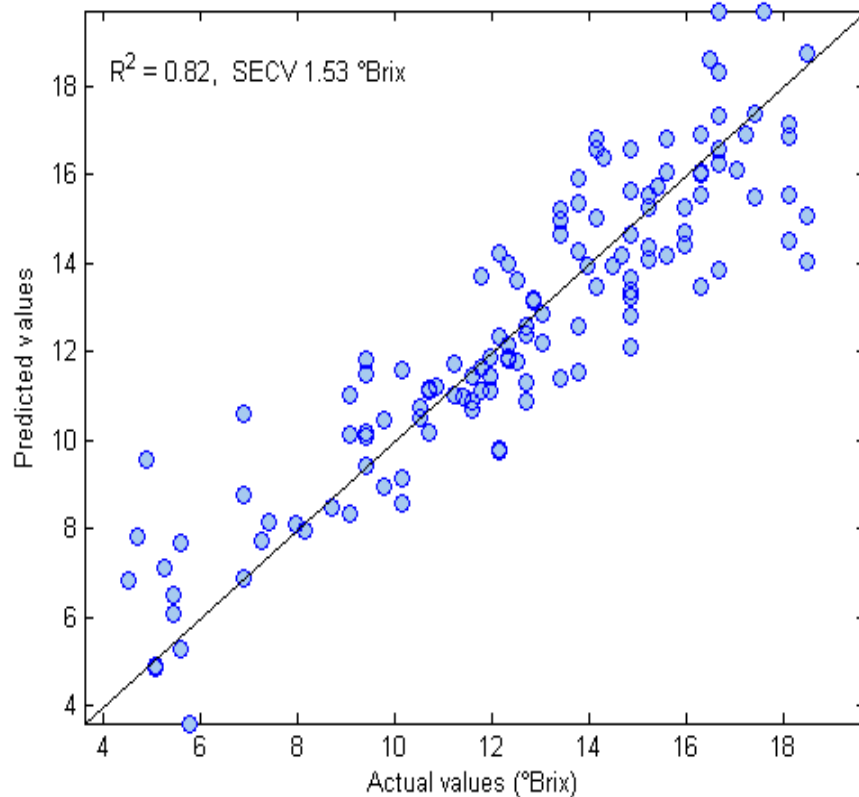
Préd. de l'acidité totale sur du Pinot Meunier (SP n°4)



Acidité totale

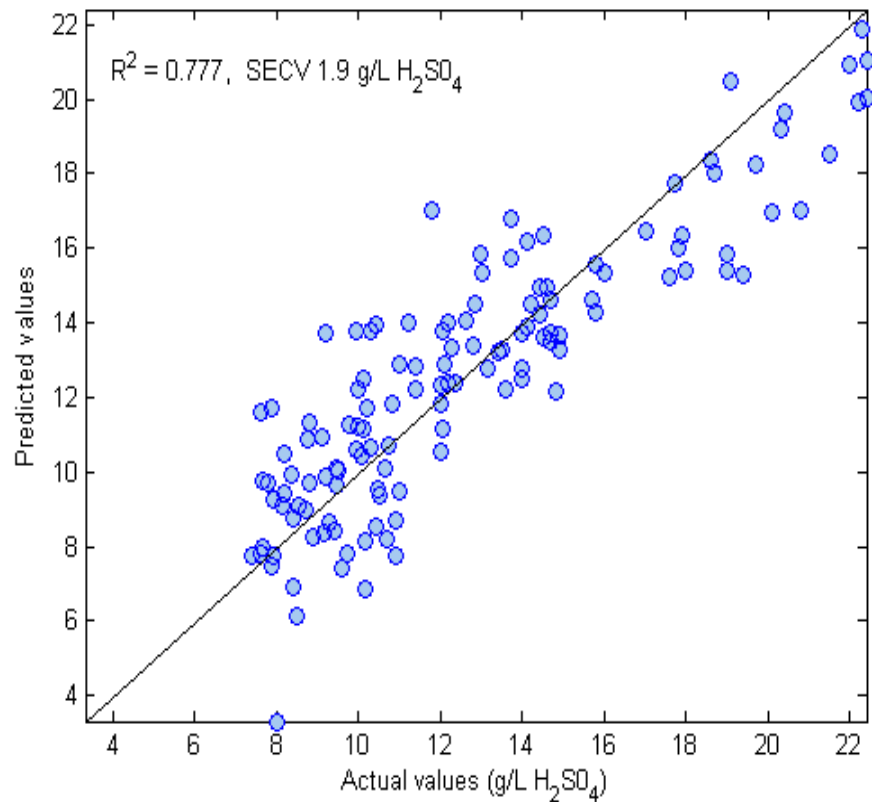
CV sur Chardonnay (2008)

Préd. de la teneur en sucre sur du blanc (SP n°4)



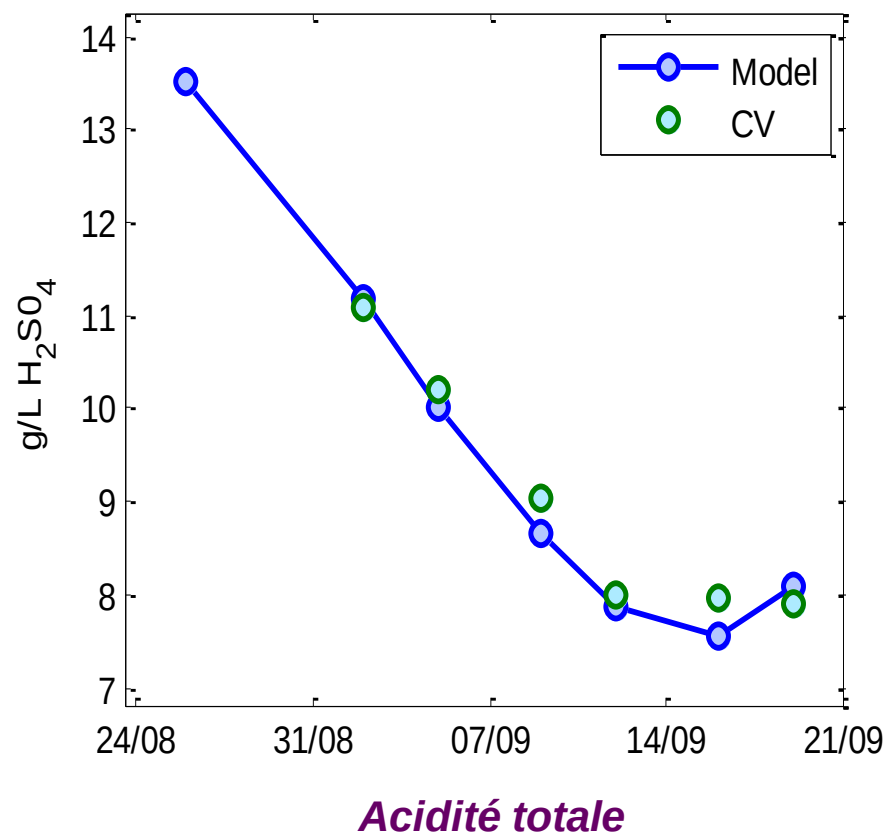
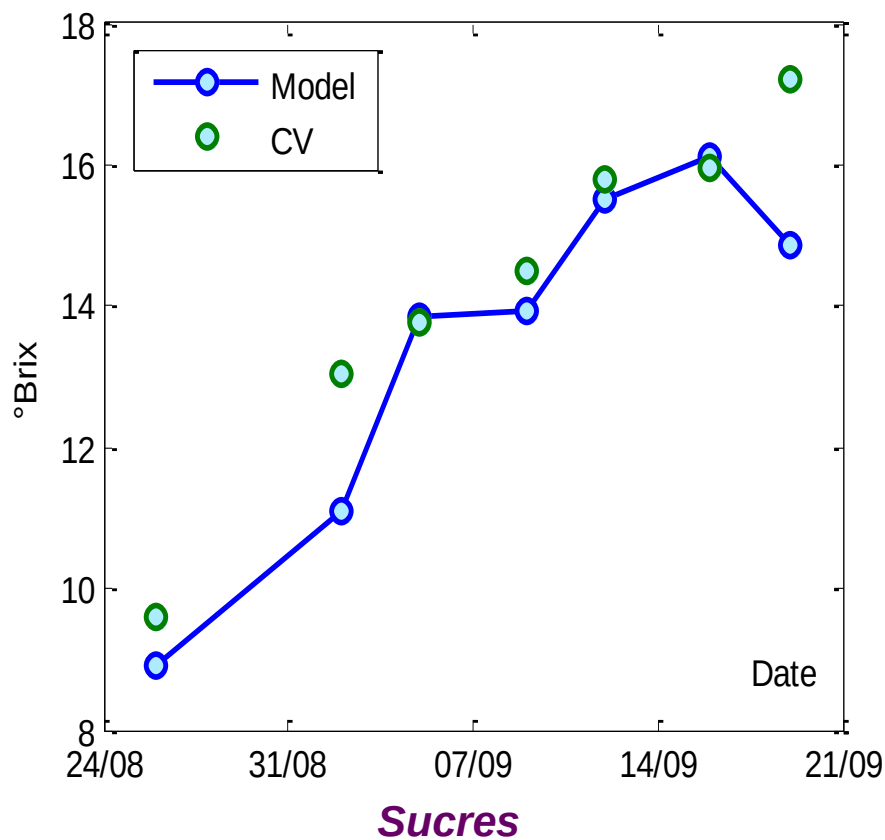
Sugar content

Préd. de l'acidité totale sur du blanc (SP n°4)



Total acidity

Validation et suivi : Pinot Meunier



Conclusion

Le Spectron concrétise 20 ans de recherche

Il offre au viticulteur un outil en respect avec le cahier des charges agricole

Il ouvre des perspectives en terme de :

- cartographie (GPS intégré)
- pilotage (suite logicielle de gestion des cinétiques)