

Estimation de la qualité de la vendange au chai : système de la vision

Sylvie Roussel - Ondalys - Ch. Guizard - Cemagref - JL. Théraroz - Cave Vignerons de Chusclan - M. Philippe - Sodimel

Introduction - Historique du projet

En 2003, la Cave des Vignerons de Chusclan dans le Gard a initié un projet d'automatisation du « contrôle de la maturité polyphénolique » de la vendange par vision et mesure de la couleur. En effet, la « maturité technologique » (teneur en sucre) est plus précoce que la « maturité polyphénolique » de quelques jours ; celle-ci est visible extérieurement par l'aspect et la couleur des baies de raisin sur le cépage Grenache, majoritaire dans les Côtes du Rhône.

Le cahier des charges établi pour cette application consistait donc essentiellement à mesurer la couleur des baies de façon :

- * répétable et représentative
- * automatique et rapide à l'arrivée à la cave, donc avec un temps d'échantillonnage et de préparation des échantillons minimum
- * avec un outil facile d'utilisation, de nettoyage et d'entretien
- * compatible avec des vendanges mécaniques et manuelles, donc avec des volumes et des présentations très différents.

La solution par spectroscopie moyen infrarouge avait été laissée de côté, à cause de son coût et des problèmes liés à l'échantillonnage et la préparation des échantillons de raisin. Une approche par spectroscopie proche infrarouge, limitant les contraintes de préparation d'échantillons, avait été testée en 2003, mais sans succès.

Fin 2003, la société Ondalys (alors

appelée Agrometrix), société de service spécialisée en analyse de données instrumentales (en particulier spectroscopie et imagerie), avait été chargée d'effectuer une revue exhaustive des solutions envisageables pour la mesure de la couleur des vendanges. Aucun appareillage commercialisé n'était capable de répondre à cette problématique. La solution par prise de vues numériques des apports à la cave a alors été envisagée. En effet, cette solution répondait parfaitement au cahier des charges, dans le sens où :

- * l'imagerie est capable de mesurer la couleur des baies de raisin, avec des prises de vues en couleur, donc dans la partie visible du spectre de la lumière (sans faire appel à des spectromètres plus coûteux et délicats à étalonner) ;
- * la mesure est répétable à condition de maîtriser les conditions d'éclairage en milieu extérieur ;
- * chaque mesure est faite sur toute la surface de l'apport de vendange, donc sans échantillonnage, sans prélèvement d'échantillon, et sans aucune préparation ;
- * la mesure est sans contact donc les systèmes ne nécessitent pas un nettoyage intensif ;
- * les prises de vues peuvent être faites directement au dessus des bennes qui se présentent au poste avancé (cas de la cave de Chusclan) ou d'un conquêt de réception, ou encore au-dessus de comportes, caisses, tapis de tri, etc... donc sont compatibles avec n'importe quel type de présentation de vendanges.

En 2004, le Cemagref de Montpellier (UMR ITAP :

Information et Technologies des Agroprocédés) est intervenu comme expert R&D en vision, afin de mettre au point la méthode de prise et d'analyse d'images, la société Ondalys étant chargée de l'analyses des données extraites des images afin de mettre en correspondance les données images et examens visuels. Lors des vendanges 2004, une première campagne de mesure a été effectuée avec un prototype du système de mesure à la cave de Chusclan.

L'institut Rhodanien – Inter-Rhône - est aussi intervenu pour son expertise en mesure de caractéristiques physico-chimiques et sensorielles (mesure de référence de couleur des jus de raisins et de vins).

En 2005, la société SODIMEL a repris le développement industriel du système de mesure, afin de mettre au point le système industriel commercialisable et mener la première campagne de mesure avec le prototype industriel lors des vendanges 2005.

Matériel et Méthodes

Qualiris Vision est un système de mesure comprenant les dispositifs de prise de vues numériques associés à un ordinateur comportant le progiciel développé spécifiquement pour l'acquisition d'images, ainsi que le traitement d'images et de données.

Les dispositifs de prise de vues permettent de prendre des vues en couleur et/ou en proche infrarouge, de la surface de la vendange avec une excellente

définition (plus d'un million de pixels par m²). La vue est une surface carrée dont la longueur est comprise entre 1m et 1,5m selon les conditions d'installation, constituant un échantillonnage suffisant de la vendange.

La mesure est donc sans contact et rapide (moins de deux minutes), ne nécessitant pas de phase de prélèvement, de préparation

d'échantillons, et de nettoyage. Un système d'éclairage puissant permet de s'affranchir des variations de luminosité ambiante, afin d'obtenir des prises de vue répétables d'un point de vue colorimétrique, quelles que soit les conditions extérieures. Il s'agit, dans son principe, de faire une photographie en utilisant un éclairage artificiel dont l'énergie est significativement supérieure

à celle du soleil, avec un spectre d'éclairage « plat », donnant une image colorimétriquement satisfaisante.

Les vues en couleur dans le domaine du visible permettent de traiter le cas des cépages rouges (Figure 1). Les prises de vues en proche infrarouge permettront d'affiner les traitements pour les cépages blancs.

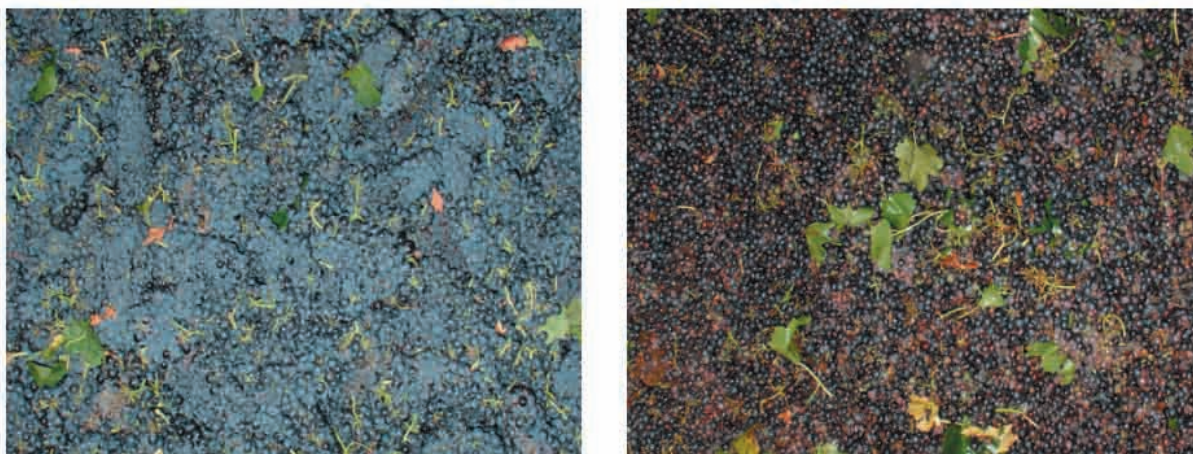


Figure 1 : images prises à la cave des vigneron de Chusclan. A gauche : vendanges manuelles, classe A A droite : vendanges mécaniques, classe C

Les algorithmes développés spécifiquement pour cette application permettent de traiter les vues de vendanges manuelles aussi bien que de vendanges mécaniques. Cet algorithme de traitement d'images embarqué dans le système se décompose en deux phases :

* Pour pouvoir donner des informations colorimétriques pertinentes, il faut que l'image ne comporte pas « d'éléments parasites »

pouvant perturber l'analyse. L'image est donc, dans un premier temps, « nettoyée » des corps étrangers qui s'y trouvent. Un algorithme spécifique les discrimine en combinant des critères colorimétriques, morphologiques et texturaux, associés ou non à l'utilisation d'une deuxième image en proche infrarouge. Ce premier traitement d'image permet, de quantifier la surface totale de corps étrangers présents dans la scène, donnant

un « indice de propreté » de la vendange.

* L'image ainsi « nettoyée » est ensuite analysée pour caractériser les baies et les grappes de raisins verts et les grappes de raisins rosés à noirs. Dans ce cas, une approche colorimétrique est basée sur la gamme des couleurs présentes dans l'image ne contenant que les baies (Figure 2).

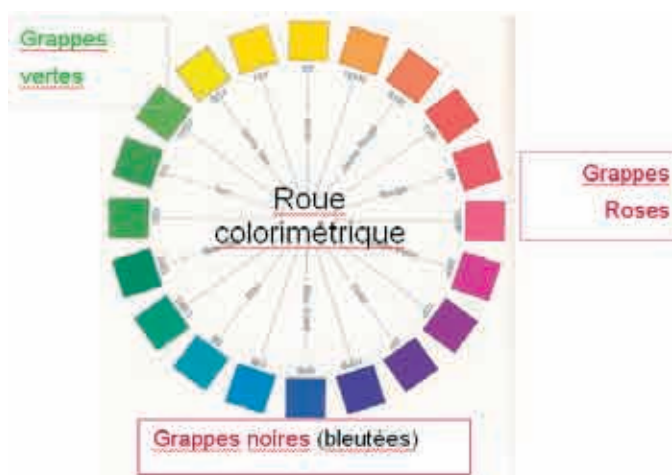


Figure 2 : roue colorimétrique, permettant de discriminer la couleur des baies

Les informations extraites des images servent ensuite à alimenter un outil de traitement de l'information visant à extraire une information pertinente pour l'utilisateur final. Cette information provient de la modélisation permettant de passer de l'espace des données brutes extraites image à l'espace des informations utiles pour la cave comme : l'indice de propreté de la vendange, la notion d'homogénéité de la couleur, et de la maturité de la vendange.

Résultats

A partir des images acquises, le système de mesure permet :

- * de commander à distance la prise de vue
- * de mesurer la propreté de la vendange (pourcentage de corps étrangers)
- * d'estimer les raisins non mûrs (pourcentage de baies vertes, grappillons millerandés)
- * de quantifier le pourcentage de baies roses
- * de quantifier le pourcentage de baies rouges
- * de caractériser l'homogénéité de la vendange (dispersion autour des teintes majoritaires)
- * Selon les cépages (grenache et cinsault par exemple) et l'évolution de la coloration de la baie selon sa maturité, une échelle de maturité polyphénolique pourra être déterminée
- * Selon des critères de qualité

à paramétrer par le client, une grille qualité permettra de définir des classes d'inspection visuelle. A la demande de chaque cave, un « module qualité » pourra être développé sur mesure afin d'établir la relation entre les paramètres de base mesurés et une note globale de qualité (note ou classe), afin d'obtenir un outil d'aide à la décision opérationnel, permettant de guider l'œnologue dans la ségrégation des apports et/ou mettre en place un système de paiement différencié à la qualité.

Conclusions

Qualiris Vision permet d'effectuer des prises de vues numériques de la vendange en temps réel à l'entrée à la cave coopérative vinicole (poste avancé ou sur conquêt), puis de réaliser un traitement d'image automatique contribuant à caractériser cet apport en vue de sa sélection qualitative. Ainsi, ce système de vision numérique constitue un outil d'aide à la décision innovant permettant la ségrégation de la vendange - mécanique ou manuelle - dès sa réception.

Ces indications données par ce système de mesure associées aux autres mesures (mesures de paramètres physico-chimiques) réalisées au contrôle d'entrée des apports permettront :

- * de fiabiliser les contrôles visuels

de la vendange actuellement réalisés par la plupart des caves coopératives, grâce à un outil de mesure objective ; ce critère de paiement à la qualité de l'apport par mesure visuelle humaine est actuellement souvent contesté, faute d'appareil de mesure fiable,

- * d'apporter une mesure d'homogénéité de la couleur de la vendange qu'aucun appareil de mesure actuel ne permet
- * d'affiner la sélection des apports et sécuriser ainsi leur ségrégation en vue de la vinification des meilleures niveaux de qualité
- * d'apporter des informations supplémentaires sur le travail à la parcelle, et les conditions de ramassage
- * de générer un outil d'aide à la décision pour l'œnologue, ainsi qu'un outil de calcul de paiement différencié à la qualité englobant les outils actuels de mesure des apports, complété par l'analyse visuelle.

Les mesures de type : indications d'état sanitaire et de type de pourriture ; taille des baies ; état des baies (entières ou éclatées), état des jus, sont des exemples de développements ultérieurs de modules d'analyse d'images, rendus possibles par ce système de prise de vues.

Le système de mesure Qualiris Vision a reçu une médaille d'argent au palmarès de l'innovation du SITEVI 2005



Figure 3 : exemple d'implantation de Qualiris Vision. A gauche, sur poste avancé à la cave des vigneron de Chusclan
A droite, sur conquêt, à la cave des vigneron de Visan