



HAL
open science

Viticulture de précision : perspectives pour une meilleure gestion des traitements

V. de Rudnicki

► **To cite this version:**

V. de Rudnicki. Viticulture de précision : perspectives pour une meilleure gestion des traitements. MONDIAVITI, Dec 2008, Bordeaux, France. 9 p. hal-00468875

HAL Id: hal-00468875

<https://hal.science/hal-00468875>

Submitted on 31 Mar 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VITICULTURE DE PRECISION : AVANCEES TECHNOLOGIQUES

Vincent de Rudnicki – Cemagref – UMR ITAP – 361 ru Jean François Breton – BP 5095 – 34196 Montpellier – France
vincent.derudnicki@cemagref.fr

Résumé :

Le concept de Viticulture de précision est d'une actualité des plus vives notamment avec le « Grenelle de l'environnement ». Si l'amélioration de la productivité est une des avancées de la « Viticulture de Précision », la diminution de l'impact environnemental est un objectif incontournable. Les Nouvelles Technologies de l'Information et de Communication (NTIC) permettent d'envisager des solutions. Les recherches dans ce domaine sont de plus en plus nombreuses et font l'objet d'avancées significatives pour la gestion intra parcellaire avec des outils aériens ou installés sur le terrain, d'outils portatifs de mesures ponctuelles d'échantillonnage ou embarqués sur les tracteurs pour une action immédiate lors de la tâche. Cette communication présente quelques aspects notoires des avancées.

Mots clefs : Vigne, Viticulture de précision, Equipement embarqué, Traitement phytosanitaire traçabilité

Abstract:

The concept of the « precision viticulture » is of a topicality of the more sharp in particular with the “Granule of the environment”. If the improvement of the productivity is one of it, the reduction in the environmental impact is an obliged objective. New technologies of Information and Communication (NTIC) make it possible to consider solutions. Research in this field is increasingly numerous and is the object of significant advances for vine management tools with air tools or installed on the ground, portable tools for specific or sampling measurements or embedded “on the go” tools on the tractors for an immediate action during the task. This communication presents some notorious aspects of these projections.

Keywords: Vineyard, Precision Viticulture, Spraying, Embedded Equipment, Traceability

1. Gestion à la parcelle

Réseau de capteurs sans fils, Pech rouge, Projet good Food

Dans le cadre du projet européen « GOOD FOOD », une approche originale de gestion des paramètres de culture a été implémentée à l'unité expérimentale INRA PECH ROUGE de Gruissan (11). Le concept [1] [2] d' « intelligence ambiante » donne le moyen d'avoir une meilleure connaissance des paramètres de culture intervenant dans l'élaboration du produit tout le long des cycles annuels. Il consiste en un maillage de capteurs sans fil qui contrôle en permanence l'état agro-climatique de la parcelle, permet de surveiller et d'enregistrer les données et constituer un historique sous la forme d'une base de données spatiale et temporelle.

Les réseaux de capteurs sans fils consistent en un grand nombre de micro-capteurs capables de récolter et transmettre les informations diverses de façon autonome. Ils sont reliés par radio à une borne de transmission (Gateway) GPRS qui communique sur un serveur centralisant les données. Celui-ci assure la gestion des données et l'interface WEB.

Une parcelle a été équipée d'un ensemble de capteurs agro-climatiques en 15 nœuds placés sur des

zones irriguées (6 & 12) et sur des zones à différents déficits en eau.

Nœud/capteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
Humidité du sol à 30cm	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Humidité du sol en surface	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Différence de température de la feuille		x					x			x		x			x	
Température de l'air		x	x	x		x	x			x		x	x		x	
Humidité de l'air		x	x	x		x	x			x		x	x		x	
Diamètre du cep (dendromètres)		x						x		x		x			x	
Température du sol			x	x		x					x			x		

Figure 1: Répartition des nœuds de capteurs

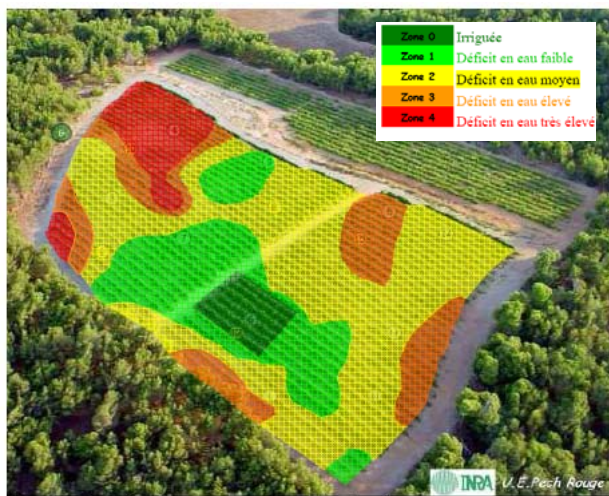


Figure 2: la parcelle équipée

Composition des outils de pilotage :

Activité physiologique :

- T° du sol
- Humidité du sol
- T° de l'air
- Différentiel de T° de la feuille

Etat hydrique du sol :

- Humidité du sol

Contrôle des maladies :

- T° de l'air
- Humidité de l'air

En quoi un réseau de capteur peut aider les viticulteurs ou techniciens ? :

Le tableau de contrôle WEB issu du serveur permet d'avoir accès à l'activité physiologique, l'état hydrique du sol et à une indication de risque de maladie. Les modèles de gestion des paramètres qui ont été élaborés permettent d'émettre des seuils d'alerte pour gérer l'irrigation [3] [4] et la prévision des risques de maladie (mildiou, oïdium, botrytis) avec l'apport de la pluviométrie d'une station locale.



Figure 3: Tableau de bord du WSN

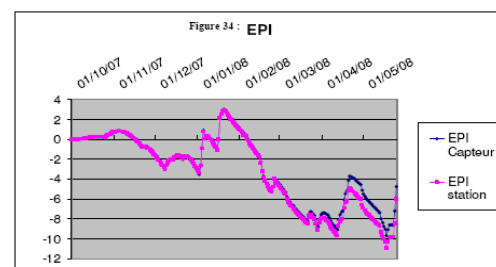
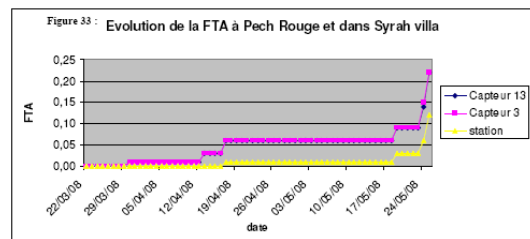


Figure 4: Résultats comparatifs FTA & EPI

Les mesures obtenues ont été comparées avec des modèles EPI (Etat Potentiel d'Infection) et FTA

(Fréquence Théorique d'Attaque) de l'IFV locale. S'il reste encore à calibrer les mesures en fonction des conditions microclimatiques de la parcelle, les résultats d'analyses suivent la même évolution que celle de l'IFV.

Données spatiales conduisant à la gestion de l'irrigation.

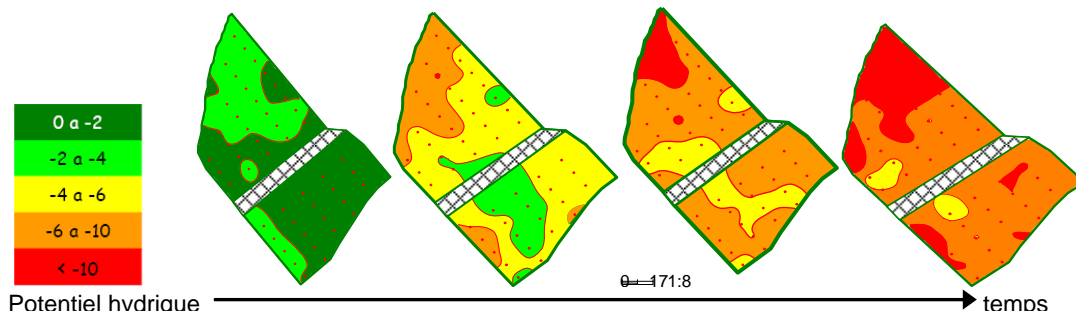


Figure 5: Evolution du potentiel hydrique à différentes périodes annuelles

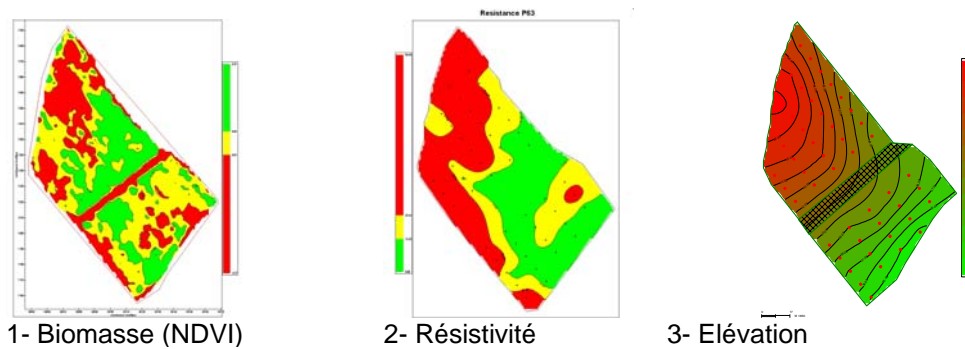


Figure 6: Données spatiales de Biomasse, résistivité & Elévation

2. Capteurs pour la caractérisation des plantes

Ces capteurs exploitent les propriétés des réflectance des couverts végétaux dans la partie du spectre visible (VIS) et proche infrarouge (NIR¹).

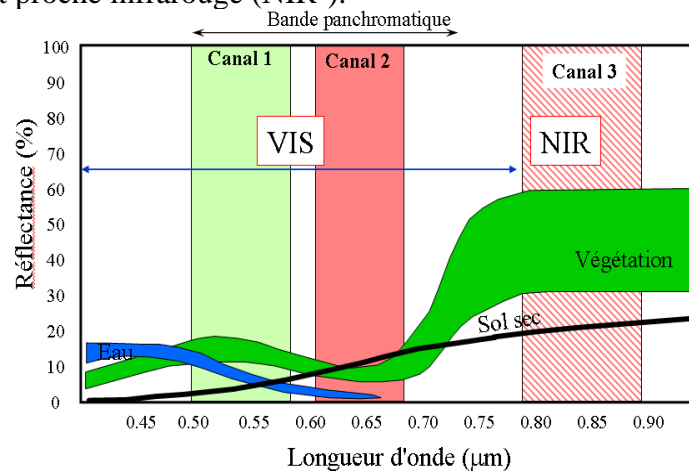


Figure 7: Courbes de réflectance

La signature spectrale des feuilles dans le visible reflète l'activité chlorophyllienne (longueur d'onde

¹ Near infrared

400 à 780nm). Dans la partie proche infrarouge (NIR), la réflectance dépend de la structure interne des cellules de la feuille tandis que l'infra rouge moyen nous informe de la teneur en eau. Ces niveaux de réflectance vont nous informer sur l'état de santé et/ou de croissance de la plante ou du fruit.

A partir de ces signatures spectrales et des combinaisons des différentes longueurs d'ondes, on définit des indices pour caractériser la santé de la plante. Le NDVI² par exemple caractérise la bonne santé s'il est élevé tandis qu'une baisse traduit une baisse d'activité végétale. Il faut associer bien sûr des modèles d'analyse pour interpréter le résultat. Ces capteurs dit « ratio métriques » peuvent être utilisés à des distances de mesure du mètre (machine) au kilomètre (avion, drone) ou au millier de kilomètres (satellites).

2.1. Exemple de 2 capteurs

Le capteur **GreenSeeker**³ travaille sur deux longueurs d'ondes (NIR 770nm et R656nm), mesure la réflectivité des végétaux avec l'indice NDVI. Ce capteur permet entre autres de mesurer la biomasse et appliquer à la vigne détecter la masse foliaire.



Figure 8: Capteur Greenseeker, installation (source [http:// www.ntechindustries.com](http://www.ntechindustries.com))

Le capteur **Crop Circle**⁴ travaille dans des longueurs d'ondes proches du vert (550nm) et dans le l'infrarouge centré (880nm). Il génère sa propre source lumineuse devant lui permettre d'être insensible aux conditions ambiantes. Il procure l'indice GNDVI, qui est lié davantage à la biomasse ou au rendement qu'à la teneur en chlorophylle. [5].



Figure 9: Montage d'un Crop Circle

Au delà des indices qu'ils procurent, il existe de nombreuses combinaisons de longueur d'ondes conduisant à d'autres indicateurs spectraux (LAI,WDVI,SRI,CAI)⁵. Ces indices ont des potentiels de détection différents et sont influencés par, entre autres, la variété végétale étudiée. Le choix des longueurs d'ondes ainsi que leur combinaison est étudié pour peut permettre la détection du comportement au regard des maladies [6].

² Normalized difference vegetation index : $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$

³ www.ntechindustries.com

⁴ www.hollandscientific.com

⁵ Leaf Area Index, Weighted Difference Vegetation Index, Simple Ratio Index, Chlorophyll absorption Integrated

2.2. Utilisation en agriculture de précision

2.2.1. Épamprage et désherbage sélectif

Le système d'Avidor⁶ est un détecteur optique qui permet, lors de la pulvérisation, de ne traiter que la végétation « cible ». Il utilise le système GreenSeeker pour la détection. Utilisable pour l'épamprage ou le désherbage, il permet de réduire les doses appliquées.



Figure 10: le système AVIDOR

Le système va mesurer la réflectivité du sol et identifier les végétaux

La mesure du NDVI distingue la surface foliaire du sol grâce à la signature de réflectivité de la chlorophylle qui est différente de celle du sol. Ainsi, le système déclenche la pulvérisation lorsqu'il détecte la présence d'une plante du fait de la diminution de la luminosité, celle-ci étant absorbée par la chlorophylle.

L'utilisation de principes de désherbage sélectif est à raisonner en fonction de la nécessité de traiter et de l'importance de l'enherbement par rapport aux émissions et coût « carbone » occasionnés comparé à un traitement global. (Etude ACV⁷)

2.2.2. Gestion des pratiques

Ces capteurs embarqués couplés avec des GPS, procurent des cartes des parcelles avec des réponses en NDVI permettant par post traitement une analyse agronomique. Par exemple, il est possible de caractériser la vigueur par la mesure de NDVI [7]. Cette mesure réalisée sur tracteur permet une résolution allant de 2m (GPS Egnos) au cm (RTK-GPS). A contrario de l'imagerie aérienne ou par drone, elle est facile à mettre en œuvre sans nécessiter de chantiers de mesures. Par exemple au cours d'une tâche quelconque, on peut enregistrer la mesure pour l'analyser ensuite.

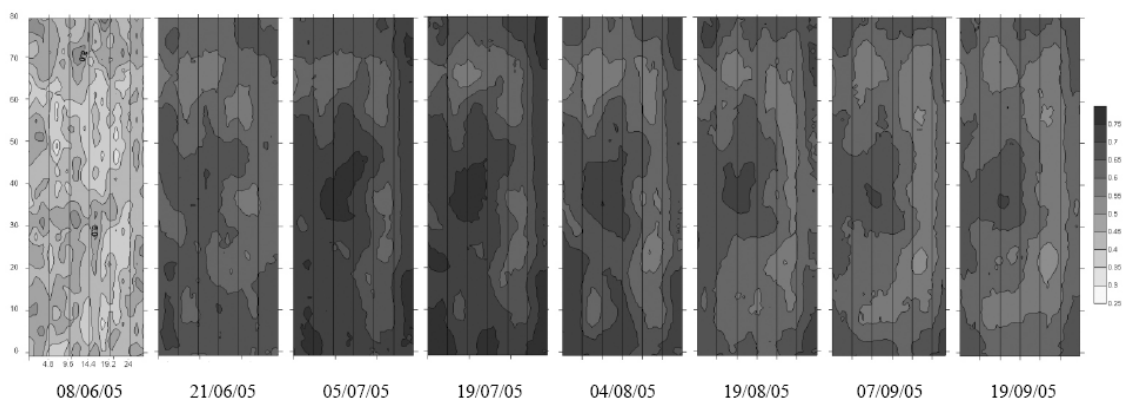


Figure 11: NDVI d'une parcelle de mi floraison à la récolte⁷

⁶ www.avidorhightech.com/html/weedseeker.html

⁷ Analyse du Cycle de Vie

Ces mesures de vigueur peuvent être utilisées pour mettre en œuvre les pratiques, « Optidose [8] » (IFV), « Mildium » (Inra, Cemagref), afin de caractériser l'évolution et de décider des traitements et/ou modulations de doses de façon plus globale. En rapprochant le NDVI du LAI, en fonction de celui-ci on module la dose. La réduction de produit ainsi obtenue est significative tout en restant dans un risque maîtrisé.

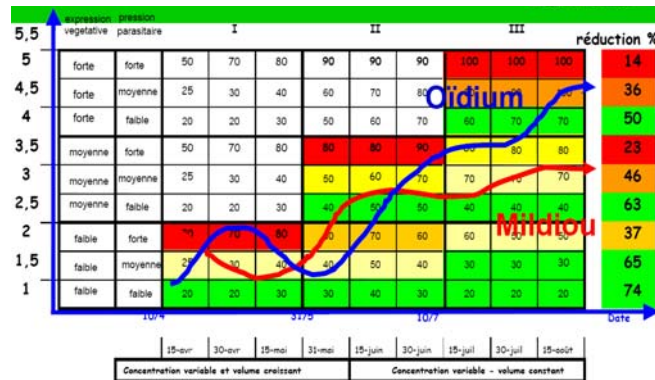


Figure 12: Exemple d'analyse de l'IFV pour Optidose[8]

2.2.3. Modulation des intrants

Ces capteurs sont intégrés en grande culture à des équipements pour être déployés sur des rampes de pulvérisation pour un traitement localisé à l'échelle du tronçon et du rang.

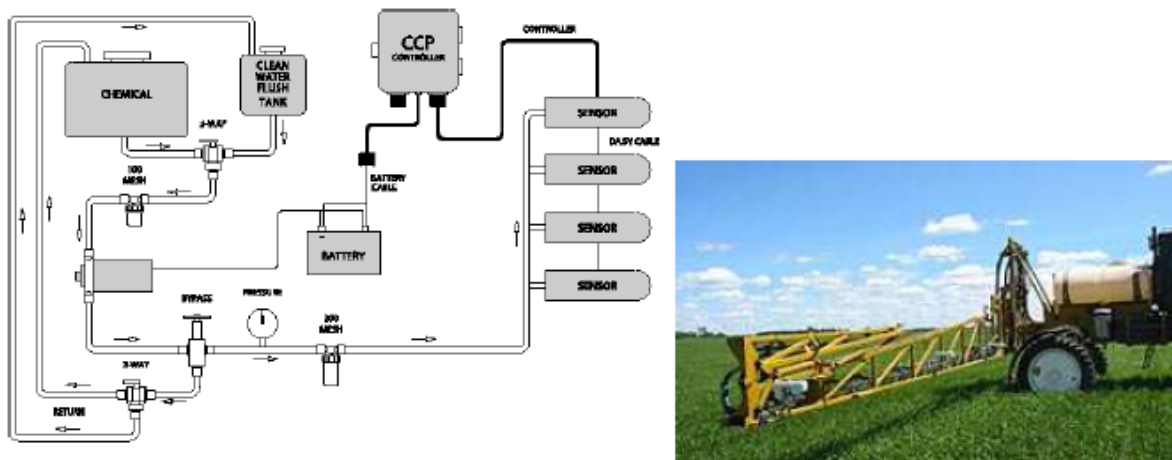


Figure 13: Système multi capteurs « Ntechindustries » (weedseeker)

Couplés à un système de modulation ces capteurs permettent de gérer les intrants en fonction de l'indice mesuré ou de relever une carte intra parcellaire avec un GPS pour post analyse.

Les capteurs tels que Green Seeker ou Crop Circle retournent un signal global de l'état de la végétation. Pour l'exploiter il faudrait moduler proportionnellement les débits des buses. A l'heure actuelle, la modulation en viticulture est limitée par le concept même des systèmes (-+10% pour un DPA), des principes de buses et des méthodes de traitement. Les études en cours concernant les pratiques comme « Optidose » (IFV), « Mildium » (Inra, Cemagref), les évolutions technologiques avec des buses modulables ouvrent la porte à des applications futures utilisant ces types de capteur en temps réel.

3. Maitrise de l'application phytosanitaire en temps réel et traçabilité

L'exemple du projet AWARE

Nombre de solutions informatiques sont présentes sur le marché permettant d'enregistrer des paramètres au vol, de cartographier les parcelles, de gérer le parcellaire. Les solutions vont de l'outil piéton, PDA aux outils embarqués tels ceux utilisés en agriculture sous forme de calculateurs et/ou régulateur (Land Manager de Dickey-John, Spraymat de Muller Elektronik.....) qui assurent des fonctions de mesure voire d'enregistrement pour les pulvérisateurs de grandes cultures. Ceux-ci ne sont pas encore présents en viticulture pour diverses raisons dont le prix et l'adaptation technologique à réaliser.

Le projet européen LIFE AWARE [9] a pour but de montrer comment en améliorant les pratiques d'application des produits phytosanitaires grâce aux NTIC⁸, on peut réduire les résidus de produits contenus dans l'eau à l'exutoire du bassin versant.

Pour ce faire, outre la mise en œuvre de méthodes de réglage des appareils (CA34), de modélisation hydrique du bassin versant (INRA-LYSAH 34), une nouvelle technologie de matériel embarqué de monitoring de la pulvérisation et d'enregistrement de données a été développée pour permettre de suivre dans le détail tous les traitements phytosanitaires réalisés sur les parcelles d'un bassin versant. Les données de traçabilité sont collectées (débits, niveau de cuve et données météorologiques) puis analysées et comparées aux données déclaratives pour proposer aux viticulteurs des voies d'amélioration de leurs pratiques. Le système embarqué mesure et enregistre toutes les secondes les paramètres d'application des produits (débits, volume restant dans la cuve, météo) avec géo-référencement par GPS.



Figure 14: le système embarqué AWARE

Ainsi, en lui donnant les moyens idoines, le viticulteur peut ainsi régler très facilement le pulvérisateur avant le traitement (débits, niveau de cuve, orientation buses), suivre le fonctionnement du pulvérisateur pendant le traitement à l'aide de l'afficheur (débits, niveau cuve, détection bouchage buses) et après le traitement transférer les données sur un ordinateur pour établir le cahier de traitement et analyser son travail.

Par retour d'expérience auprès du viticulteur, les vecteurs d'amélioration sont étudiés en comparant les enregistrements objectifs aux déclarations « papier ». Le système génère un résultat graphique intra parcellaire de la parcelle sur lequel peut être affiché l'un des paramètres mesurés ou issu de

⁸ Nouvelles Technologies de l'Information et de Communication

calculs (vol./Ha par ex. ou vitesse et orientation vent) ainsi qu'un résumé écrit des différents paramètres: réglage courant du pulvérisateur, mesures, surface traitée, nombre de rang, doses utilisées etc. (Figure 15: Vue d'un traitement sur la parcelle et du cahier de traitement). L'agriculteur peut déceler toute anomalie comme le saut d'un rang ou des écarts de volumes. Il obtient ainsi la traçabilité du traitement.

Le traitement de données génère automatiquement le cahier parcellaire. Celui-ci peut s'adapter aux différentes formes de représentations afférentes aux démarches de cultures raisonnées.

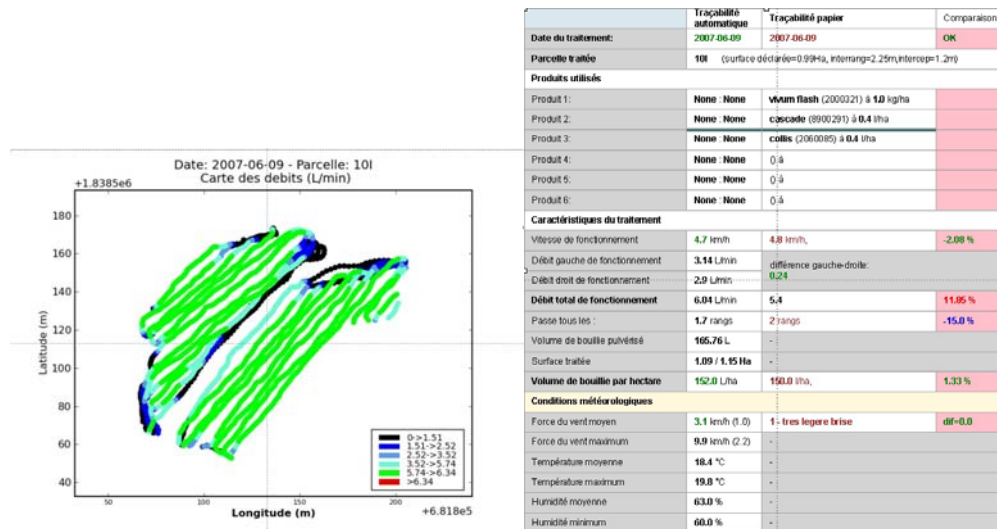


Figure 15: Vue d'un traitement sur la parcelle et du cahier de traitement

Ainsi, l'utilisation de l'appareil embarqué a ouvert la voie à des améliorations notables de la qualité de l'application avec une sensibilisation de l'opérateur à l'entretien, la préparation de son appareil en lui en donnant les moyens pour obtenir un meilleur réglage du pulvérisateur (hydraulique et orientations des buses) et une meilleure gestion de l'application. Le résultat permet de réduire drastiquement les pertes de produits au sol ou dans l'air qui peuvent aller de 20 à 50% suivant les stades végétatifs, les matériels utilisés et les réglages[10]

Figure 1: Répartition des nœuds de capteurs	2
Figure 2: la parcelle équipée.....	2
Figure 3: Tableau de bord du WSN	2
Figure 4: Résultats comparatifs FTA & EPI	2
Figure 5: Evolution du potentiel hydrique à différentes périodes annuelles	3
Figure 6: Données spatiales de Biomasse, résistivité & Elévation.....	3
Figure 7: Courbes de réflectance	3
Figure 8: Capteur Greenseeker, installation (source http:// www.ntechindustries.com).....	4
Figure 9: Montage d'un Crop Circle	4
Figure 10: le système AVIDOR.....	5
Figure 11: NDVI d'une parcelle de mi floraison à la récolte ⁷	5
Figure 12: Exemple d'analyse de l'IFV pour Optidose[8]	6
Figure 13: Système multi capteurs « Ntechindustries » (weedseeker).....	6
Figure 14: le système embarqué AWARE	7
Figure 15: représentation de la parcelle et cahier de traitement	8
Figure 1: Distribution of the nodes of sensors.....	2
Figure 2: Equiped plot of land af Pech Rouge.....	2
Figure 3: Instrument panel of the WSN	2
Figure 4: Comparative results FTA & EAR	2
Figure 5: Evolution of the hydrous potential at various annual periods.....	3
Figure 6: Spacial data of Biomass, resistivity & Rise.....	3
Figure 7: Réflectance Curves.....	3
Figure 8: Greenseeke sensor, installation (source http:// www.ntechindustries.com).....	4
Figure 9: Installation of a Crop Circle on a quad.....	4
Figure 10: The AVIDOR system	5
Figure 11: NDVI of a plot of land from semi flowering to harvest ⁷	5
Figure 12: Example of analysis of the IFV for Optidose [8]	6
Figure 13: multi sensors System « Ntechindustries » (weedseeker).....	6
Figure 14: The embedded system AWARE.....	7
Figure 15: One treatment on the plot and the book of treatment.....	8

Références

1. New technologies and methodologies for site-specific viticulture / Tisseyre B. ,Ojeda H. , Taylor J.. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 2007, n°2. - p.63-76
2. Un réseau de capteurs sans fil dans les vignes : quels potentiels pour une agriculture raisonnée ? – B.Hennequez, Mémoire LICENCE, Montpellier AgroM (FRA) : 2008
3. Influence de l'état hydrique de la vigne sur le style de vin, J. J. Hunter, Nicolas Bernard, Alain Deloire, Hernán Ojeda, Olivier Zebic, Alain Carbonneau, Le Progrès agricole et viticole, 2005, pags. 455-463
4. Irrigation qualitative de précision de la vigne, Ojeda H.,Le Progrès agricole et viticole, 2007, pags. 133-141
5. Crop condition and yield simulations using Landsat and MODIS, P.C. Doraiswamy*, J.L. Hatfieldb, T.J. Jacksona, B. Akhmedova, J. Pruegerb, A. Sterna
6. Détection de carences nutritives par fluorescence active et spectrométrie. Bélanger, Marie-Christine Philosophiæ doctor (Ph.D.) Université Laval . 2005-2008
7. Characterization Of Vine Vigour By Ground Based NDVI Measurements - GOUTOULY J.P. & all -Vith International Terroir Congress 2006, 3-5 juillet 2006 Bordeaux., 237-241
8. Le programme Optidose : Optimisation Agronomique et Environnemental de la pulvérisation, DAVY A., IFV, Journées Techniloire
9. Reducing pesticide-related water pollution by improving crop protection practices: the use of ICT technologies V. de RUDNICKI – B. RUELLE – M.DOUCHIN www.lifeaware.org
10. Les pertes de produits phytosanitaires dans l'environnement pendant les applications : le rôle du matériel C. SINFORT, Montpellier AgroM – EUROVITI 2007