



HAL
open science

Utilisation des NTIC*.pour optimiser les pratiques de pulvérisation et limiter la contamination de l'environnement

V. de Rudnicki, B. Ruelle, M. Douchin

► **To cite this version:**

V. de Rudnicki, B. Ruelle, M. Douchin. Utilisation des NTIC*.pour optimiser les pratiques de pulvérisation et limiter la contamination de l'environnement. Note de Veille Machinisme Agricole CETIM, 2008, p. - p. hal-00593204

HAL Id: hal-00593204

<https://hal.science/hal-00593204>

Submitted on 13 May 2011

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.

Utilisation des NTIC* pour optimiser les pratiques de pulvérisation et limiter la contamination de l'environnement

Exemple de développement

Par Vincent de RUDNICKI, Bernadette RUELLE et Michael DOUCHIN
Cemagref¹, 361 rue J.F. Breton, BP5095
34196 Montpellier cedex 5
vincent.derudnicki@cemagref.fr

*Nouvelles Technologies de l'information et communication

Introduction

La pollution de l'eau par les pesticides est un des problèmes majeurs des écosystèmes aquatiques. Pour améliorer la qualité de l'eau, il faut donc évaluer les impacts des pratiques agricoles sur l'environnement.

La Directive Européenne Cadre sur l'Eau impose aux Etats Membres que les masses d'eau atteignent un bon état écologique en 2015. Les pesticides sont une des causes de leur dégradation.

En France les études menées par l'Institut français de l'Environnement sur la contamination des eaux par les pesticides indiquent que la contamination concerne l'ensemble du territoire (métropole et DOM) les eaux superficielles et souterraines. En 2004, Les niveaux de contamination sont significatifs : en eaux de surface, 49% des points de mesure ont une qualité moyenne à mauvaise et 27% des eaux souterraines nécessiteraient un traitement spécifique d'élimination des pesticides pour la production d'eau potable.

Dans ce contexte, le Cemagref conduit des études depuis 2000 dont le but est de montrer comment l'optimisation des techniques d'application des pesticides en viticulture, la mise en place d'une traçabilité des opérations (du remplissage au lavage du pulvérisateur) et la mobilisation des différents

acteurs peuvent permettre de limiter la contamination de l'environnement.

Le réglage des pulvérisateurs

L'objectif du système étant de lier les quantités de produits phytosanitaires épandus lors des traitements et les quantités retrouvées dans les eaux de surface, il faut pour cela connaître la répartition des produits lors de l'application entre la plante, le sol et l'air.

Les mesures de terrain sur différents appareils montrent des pertes non négligeables variant suivant les appareils (pertes sol : 7 à 15%, pertes air: 14 à 45% en fonction des stades végétatifs).

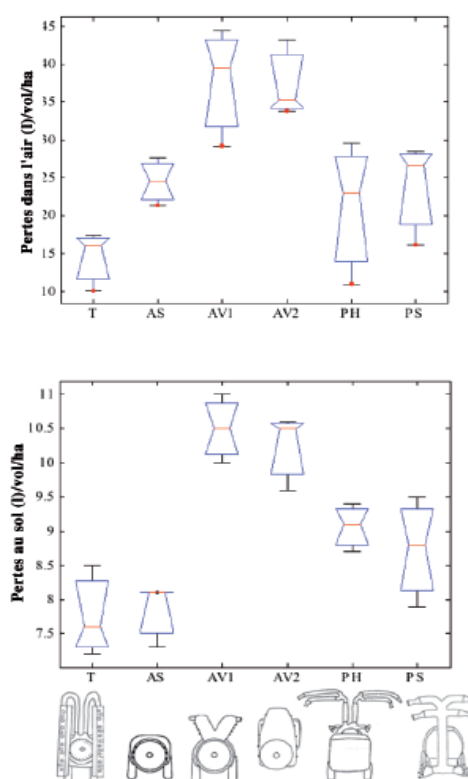


Figure 1 : pertes mesurées par type d'appareil (réf SupAgro Montpellier 2007 C. Sinfort)

Les pulvérisateurs couramment utilisés sont le plus souvent des machines à jet projeté ou pneumatiques travaillant sur 2 à 4 rangs. Différents aspects entrent en jeu lors du traitement : orientation des jets, nettoyage et entretien du pulvérisateur entre chaque traitement, réglage des débits de produit (débits de sortie en fonction du volume/Ha désiré et de la dose/Ha) pour ne traiter que la végétation.

Le suivi de nombreux agriculteurs a montré qu'avec le type d'appareils en service il est fastidieux et difficile de les régler à chaque utilisation et encore moins lorsqu'il faut

¹ Institut de Recherche pour l'Ingénierie de l'Agriculture et de l'environnement. <http://www.cemagref.fr>

changer de réglage entre 2 parcelles (passage de traitement de 2 à 3 rangs ou changement d'écartement de rang)

La plupart des surdosages ou sous-dosages de produits phytosanitaires au cours de l'application sont liés aux mauvais réglages et au mauvais entretien des pulvérisateurs.

Etat des lieux des NTIC embarqués

Différents équipements existent sous forme de calculateurs et/ou régulateur (Land Manager de Dickey-John, Spraymat de Muller Elektronik.....) qui assurent des fonctions de mesure voire enregistrement pour les pulvérisateurs de grandes cultures mais à des coûts trop élevés et des technologies non idoines pour un pulvérisateur « viti » ou « arbo » (WTK-Elektronik). Ces différents systèmes sont onéreux au regard des prix des pulvérisateurs « viti » et ne peuvent s'appliquer pour la Viticulture ou arboriculture car pas adaptés. Ils ne répondent pas au besoin du viticulteur ou arboriculteur de pouvoir contrôler le bon état de fonctionnement de sa machine en toute circonstance avec des paramètres simples, (débit gauche, droite ou partiels, niveau cuve, détection de bouchage, surface parcourue, etc.) ni de régler quotidiennement leur appareil : régler la pression donc les débits, et vérifier les jets des buses ni de transmettre des données enregistrées pour une traçabilité simple

Le système embarqué AWARE que nous décrivons dans cette étude répond à cette nécessité de réduction des pesticides adaptée à la filière en facilitant les réglages et procure des données objectives pour optimiser le traitements phytosanitaires.

Le système embarqué AWARE

Dans le cadre d'un projet européen², une nouvelle technologie de matériel embarqué de monitoring 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 embarqué³ mesure et enregistre toutes les secondes les paramètres d'application des produits (débits, volume, météo) avec géo-référencement par GPS naturel. Il est articulé autour d'une structure en réseau WIFI des tracteurs et d'une station centralisée à la cave coopérative permettant de récupérer les données des traitements. L'architecture du système comprend :

- « **AWARE Server** », ordinateur de traitement située à la cave coopérative .
- « **AWARE mobile** », équipement embarqué sur l'ensemble tracteur-pulvérisateur de mesure et d'enregistrement des données.

« **AWARE mobile** » est constitué d'un boîtier électronique embarqué (MPU) (fig2) sur le tracteur et de celle sur le pulvérisateur (APU) (fig3) et des capteurs de mesure.



Figure 2 : l'équipement tracteur - pulvérisateur, La MPU tracteur (photo Cemagref)

L'électronique MPU embarquée sur le tracteur intègre la gestion des acquisitions, de transfert sous WIFI des données ainsi que le référencement GPS, la station météo, l'affichage des données et l'interface homme-machine de saisie des paramètres et menus d'affichage..

L'électronique embarquée sur le pulvérisateur « APU » gère l'acquisition des mesures propres à l'application (soit les débits droite et gauche, le niveau de cuve, l'avancement, etc.)

Les paramètres mesurés sont donc : Les débits droite et gauche (2, 4,..), le niveau de cuve, la pression de circuit, les données



² Life AWARE: A Water Assessment to Respect the Environment
Reducing pesticide-related water pollution by improving crop protection practices: the use of ICT technologies
Vincent de RUDNICKI – Bernadette RUELLE – Michael DOUCHIN
(Cemagref)

³ * Développé par Sté ERECA. suivant cahier des charges défini par le Cemagref

météo, Vitesse & orientation vent, Température & Humidité, position GPS. Cette station statique de mesure de type « marine » s'affranchit des problèmes mécaniques. Les débitmètres testés s'affranchissent des colmatages inhérents aux produits en poudre ou collants ainsi que la mesure de niveau par pression de fond de cuve (circuit de vidange et rinçage).



Figure 3 : La MPU dans la cabine du tracteur



Figure 4 : Le boîtier APU sur le pulvérisateur

« **AWARE server** »⁴ est constitué d'un ordinateur de gestion de Base de donnée qui concentre les données à envoyer et recevoir au/du tracteur et les traite en différé, d'une structure WIFI, d'un système GPS de référencement différentiel. Il est relié avec la base de données du système de traçabilité de la cave coopérative. Il a pour objectif :

- Collecter et traiter les données reçues (calcul des trajectoires et fusion des données machines)
- Générer les résultats des analyses des traitements en fonction des parcelles traitées et des différentes dates de traitement.

Utilisation des systèmes

« Le système est conçu de façon à ce que l'agriculteur n'ait **ni contrainte ni intervention à faire lors des traitements** de sorte que, si une panne survenait, le travail en cours puisse ne pas être interrompu ».

Dès que le tracteur est en marche, le GPS du système embarqué se synchronise puis commence à enregistrer. Il affiche par défaut les paramètres de débits et niveau cuve pour le monitoring de l'application.

L'interface IHM (*Interface Homme/machine*) est conçue au plus simple avec un mode d'utilisation de menus déroulants tel celui des téléphones portables. L'utilisateur a accès à 3 menus :

1. Menu paramètres
 - a. Choix de l'utilisateur
 - b. Choix des produits et quantités
 - c. sortie
2. Menu Mesures
 - a. Météo
 - b. Débits et niveau
 - c. sortie
3. Transfert des données
4. Sortie

Les données utilisateurs et produits sont issus d'un fichier téléchargé lors des transferts de données et que l'utilisateur met à jour dans sa base de données sur le serveur. Il peut faire un lien avec ses logiciels de gestion de stock..

Les systèmes embarqués ont un triple rôle :

1. Avant l'application: **Aider** le travail du viticulteur au moment du remplissage du pulvérisateur (lecture directe et précise (2l) du niveau de cuve) en lui permettant de régler facilement les débits en fonction des paramètres des parcelles (écartement, volume/Ha etc.). La connaissance de la météo (vitesse de vent <19km/h et de l'humidité permet de parfaire l'application). Entrer les produits parmi une liste et définir les quantités utilisées.
2. Pendant l'application : **Visualiser** de façon continue les paramètres de fonctionnement de la machine pendant le traitement à la parcelle(monitoring). Ainsi il peut détecter des dysfonctionnements (bouchage, déséquilibre, niveau de fond de cuve, etc.). Enregistrer automatiquement la traçabilité du traitement phytosanitaire par le référencement GPS
3. Après le traitement :. Transférer puis générer automatiquement les **cahiers de traitement**. Cette traçabilité est intra-parcellaire, puisque le GPS permet de différencier les rangs des parcelles de vigne.

⁴ Développé par Sté VOE Développement suivant cahier des charges défini par le Cemagref

Traitement des données d'application des produits

Un système d'information géographique (SIG) a été mis en place pour créer, collecter et représenter l'ensemble des données: délimitation du bassin versant, parcelles des viticulteurs, réseau hydrographique, relief, produits phytosanitaires appliqués etc. afin de produire des cartes et des analyses spatiales sur le bassin versant.

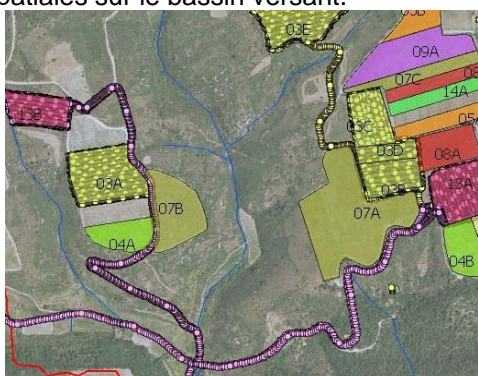


Figure 5 : Extrait d'une vue du bassin-versant avec les trajets de 2 pulvérisateurs vers les parcelles sur un fond photographique (© IGN 2002)

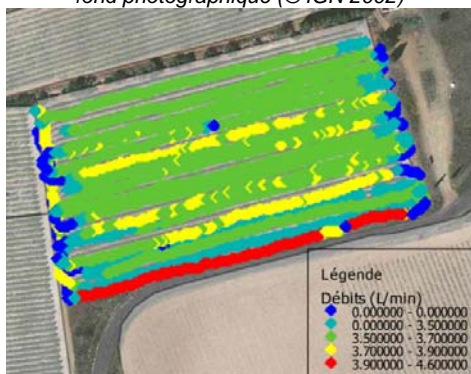


Figure 6 : Exemple de représentation des débits lors d'un traitement sur une parcelle dans un logiciel SIG

Les informations enregistrées chaque seconde sont: la position GPS (métrique) du pulvérisateur, les débits gauche et droit, le volume de bouillie restant dans la cuve et les conditions météorologiques (température, hygrométrie, vitesse et direction du vent). Chaque système embarqué possède une identification permettant de se référer à l'exploitation et donc aux parcelles de l'exploitant. Une fois téléchargées sur le serveur, les données sont stockées dans la base de données. Les informations relatives à chaque parcelle sont extraites des parcours à partir d'un SIG puis une analyse croisée des données permet de donner les critères essentiels d'analyse et de décision. La somme des données disponibles permet une analyse complète de l'application pour une étude agronomique scientifique.

Edition du cahier parcellaire

Dans le cadre de l'utilisation sur la seule qualité d'application, le système génère un résultat graphique de la parcelle sur lequel peut être affiché l'un des paramètres mesurés ou issu de 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.

Les données issues du serveur AWARE établissent des résultats sous forme de feuille de traitement dans laquelle sont entrées les données déclaratives pour comparaison avec celles, objectives, enregistrées.

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 comme TERRAVITIS par exemple.

	Traçabilité automatique	Traçabilité papier	Comparaison
Date de traitement:	2007-06-09	2007-06-09	OK
Parcelle traitée	101 (surface déclarée=0.99Ha, InterRange=2.25m, Intercep=1.2m)		
Produits utilisés			
Produit 1:	None : None	vivium flash (2000321) à 1.0 kg/ha	
Produit 2:	None : None	cascade (8900291) à 0.4 l/ha	
Produit 3:	None : None	cpilis (2060065) à 0.4 l/ha	
Produit 4:	None : None	0,à	
Produit 5:	None : None	0,à	
Produit 6:	None : None	0,à	
Caractéristiques du traitement			
Vitesse de fonctionnement	4.7 km/h	4.9 km/h	-2.00%
Débit gauche de fonctionnement	3.14 L/min	différence gauche-droite:	
Débit droit de fonctionnement	2.9 L/min	0.24	
Débit total de fonctionnement	6.04 L/min	5.4	11.05%
Passes toutes les :	1.7 rangs	2 rangs	15.0%
Volume de bouillie pulvérisé	165.76 L		
Surface traitée	1.09 / 1.15 Ha		
Volume de bouillie par hectare	152.0 L/ha	150.0 l/ha	1.33%
Conditions météorologiques			
Force du vent moyen	3.1 km/h (1.0)	1: tres legere brise	dir=0.0
Force du vent maximum	9.9 km/h (2.2)		
Température moyenne	18.4 °C		
Température maximum	19.8 °C		
Humidité moyenne	63.0 %		
Humidité minimum	60.0 %		

Figure 7: Cahier de traitement

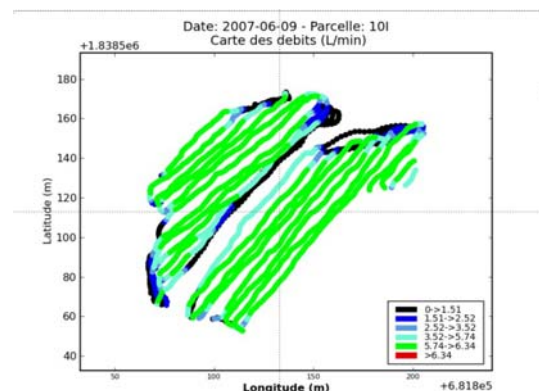


Figure 8 : Représentation intra-parcellaire du traitement

L'idée générale est de donner une information simple et claire au viticulteur pour une interprétation immédiate.

Différents autres paramètres peuvent être édités sous forme de graphique(ex. Fig. 9 &10) pour affiner l'analyse.

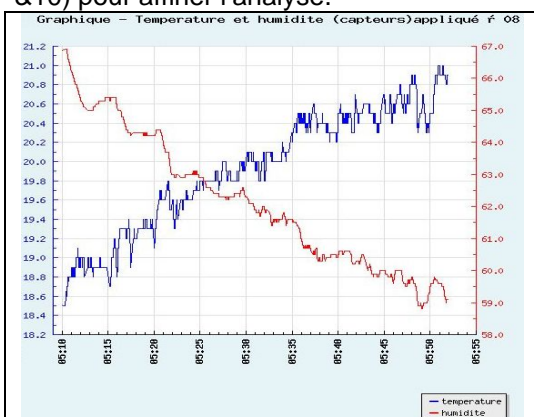


Figure 9 : Courbes de température et d'humidité pour un traitement sur une parcelle donnée

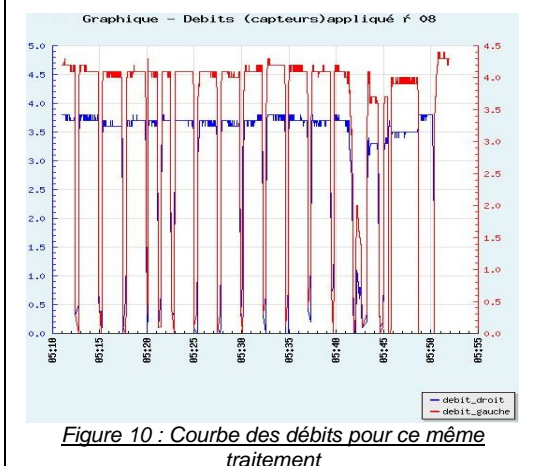


Figure 10 : Courbe des débits pour ce même traitement

Une fois l'ensemble de ces données collectées, elles sont communiquées aux agriculteurs via un site Intranet d'échange de données sous forme de résultats didactiques définis en commun leur permettant une interprétation aisée. Ils peuvent ainsi visualiser, interpréter et modifier au mieux leurs pratiques.

Conclusion

Le système AWARE introduit une technologie nouvelle auprès des agriculteurs permettant la génération automatique de données fiables, un retour d'expérience sur les pratiques actuelles et une véritable traçabilité sur les pratiques de pulvérisation et d'utilisation des pesticides. L'étude de ces enregistrements avec les différents acteurs concernés permet d'analyser les dysfonctionnements et de trouver des voies d'amélioration des pratiques et des matériels

afin d'utiliser moins de pesticides et de diminuer ainsi la contamination de l'environnement. Il utilise des outils issus des NTIC pour étudier un problème concret sur un bassin versant. Il procure de données automatiques et objectives. Il permet de visualiser en temps réel les paramètres hydrauliques essentiels de fonctionnement du pulvérisateur et de les corriger facilement si besoin est. L'objectif est d'aider les viticulteurs à contrôler parfaitement leur outil quotidien de travail. Si le principe de fonctionnement des pulvérisateurs est simple (envoyer une solution d'eau et de produit de la cuve vers la vigne), son réglage nécessite une certaine expérience et une compréhension de tous les points-clés de l'outil (régulateur de pression, taille des buses, orientation des jets, etc.), et un suivi régulier des pièces le constituant.

Une traçabilité intraparcélaire géoréférencée des traitements est mise en place. Cet outil permet de vérifier et corriger quotidiennement les paramètres de fonctionnement du pulvérisateur. Il procure en outre un état objectif de la qualité d'application permettant une analyse et une correction du travail.

Par exemple, pour évaluer l'impact des traitements phytosanitaires, il peut être intéressant de calculer et représenter graphiquement l'ensemble des doses de produit contenant la matière active X sur les parcelles situées à moins de 50m du cours d'eau pour une période de temps donnée ou bien de savoir quelles parcelles ont été traitées avec un pulvérisateur de type « jet porté » contre une maladie Y, etc.

A l'usage, grâce à l'apport de cet outil, l'utilisateur apporte un soin accru aux réglages hydrauliques mais aussi mécaniques (orientation des buses) et à l'entretien général de son pulvérisateur pour essayer d'aboutir à un résultat qu'il peut immédiatement qualifier après ses traitements.

Les outils NTIC donnent les moyens aux opérateurs de maîtriser la qualité d'application des produits phytosanitaires et permettent d'atteindre l'objectif de diminuer significativement les pertes de produits au sol et dans l'air et ainsi réduire la contamination des eaux de surface et souterraines ainsi que la pollution de l'air.