

## **Épandage des pesticides agricoles : état des connaissances sur les pertes directes et déterminants des améliorations techniques possibles**

B. BONICELLI<sup>1</sup>, B. RUELLE<sup>1</sup>, C. SINFORT<sup>3</sup>, O. NAUD<sup>1</sup>, S. ROUSSET<sup>2</sup>, L. SCHEYER<sup>1et4</sup>, V. de RUDNICKI<sup>1</sup>, JM LESCOT<sup>2</sup>, E. COTTEUX<sup>1</sup> (1 Cemagref – UMR ITAP- Montpellier – France, 2 Cemagref – UR ADBX - Bordeaux – France, 3 Montpellier SupAgro - UMR ITAP-Montpellier-France, 4 EPLEFPA Montpellier-Orb-Hérault - Montpellier-France)

Avec une contamination importante de l'eau, des sols et de l'air par les produits phytosanitaires, les traitements phytosanitaires sont de plus en plus souvent mis à l'index. En effet des pratiques inadaptées peuvent générer des pollutions ponctuelles ou diffuses. Les pollutions ponctuelles (ou accidentelles) sont à priori les plus faciles à identifier et aussi à résoudre en mettant en œuvre des pratiques, des techniques et des infrastructures adaptées. Les pollutions diffuses, du fait de la difficulté pour définir leur source et leurs contributions respectives au niveau de pollution globale sont plus difficiles à percevoir et au final à corriger. De plus elles sont dépendantes de chaque situation technique et géographique. En définitive, sur un territoire donné, les niveaux de contamination des sols, des eaux ou de l'air sont la résultante d'un ensemble de mécanismes complexes avec la contribution de nombreux acteurs directs ou indirects et très dépendants les uns des autres. La dynamique de ces contaminations est d'autre part très liée aux événements météorologiques. Cette situation est d'autant plus complexe qu'un nombre très important de produits et leurs métabolites sont en cause, que ce soit en agriculture conventionnelle ou biologique. La réflexion qui suit porte à la fois sur l'état des connaissances sur les niveaux de pertes, leurs principales causes techniques, les solutions correctives possibles et les déterminants sociologiques et économiques qui devraient permettre de les réduire.

### Etat des connaissances sur les pertes diffuses lors des traitements :

Si de nombreuses études ont permis d'étudier des problèmes particuliers liés aux pollutions diffuses, comme la dérive des produits phytosanitaires à proximité des parcelles, peu d'entre-elles abordent le problème pour l'ensemble des compartiments de l'environnement. Au Cemagref, plusieurs années d'expérimentation ont permis d'évaluer ces pertes et de proposer des méthodes pour les minimiser. Ces études prennent en compte les différents procédés de pulvérisation utilisés, l'influence de leurs réglages, les conditions météorologiques de mise en œuvre et le stade végétatif de la culture traitée.

Une méthodologie a été développée au Cemagref pour quantifier les pertes de pesticides dans chaque compartiment. Elle est basée sur l'utilisation d'un traceur fluorescent piégé sur des collecteurs spécifiques à chaque compartiment évalué (sol, plante, air). Après extraction, les dépôts sur ces différents collecteurs sont quantifiés à l'aide d'un spectro-fluorimètre. L'efficacité de chaque type de collecteur est préalablement étudiée en laboratoire. De même, le positionnement des collecteurs à l'intérieur des parcelles d'essai a été défini pour assurer une bonne estimation des pertes. Ces expérimentations ont été menées sur des parcelles de vigne dans de nombreuses configurations matérielles et météorologiques et montrent que les pourcentages de produit perdu peuvent être importants : on mesure entre 10 et 45% de dépôts indésirables sur le sol et entre 15 et 40% de départ dans l'air. Ces niveaux de pertes sont principalement dépendants de la configuration et du réglage des pulvérisateurs, du stade de développement de la végétation et des conditions météorologiques. Par ailleurs, si les pertes au sol restent localisées au voisinage immédiat des parcelles, une expérimentation menée en 2001 (Bonicelli 2004) a montré que dans certaines conditions géographiques et de vent, les produits de traitement pouvaient être détectés dans l'air à plusieurs centaines de mètres de la parcelle traitée.

Par ailleurs, il faut aussi prendre en compte les contraintes et aléas qui induisent systématiquement des pertes. On peut citer par exemple :

- la nécessité de traiter lors d'une attaque parasitaire importante même si les conditions météorologiques sont peu favorables (ex : vent fort)

- l'impossibilité de revenir sur l'organisation d'un chantier de pulvérisation en cours (toute parcelle commencée doit être terminée - toute cuve préparée doit être utilisée)
- la difficulté de prendre en compte les variations climatiques locales sur la durée d'un traitement (ex : vitesse et orientation du vent)

Face à ces situations plusieurs voies d'amélioration sont possibles que l'on peut classer dans deux groupes:

- optimiser les décisions agronomiques pour réduire les quantités de produits utilisés,
- adapter les appareils de traitement et leurs réglages pour minimiser les pertes.

L'optimisation des décisions agricoles vise une diminution du nombre des interventions ou une adaptation de la dose en fonction du niveau d'infestation d'une parcelle et du stade phénologique de la culture. Des observations ou des mesures adaptées sont alors nécessaires. En viticulture, cela correspond aux travaux de développement du Processus Opérationnel de Décision (POD) « Mildium » (Delière 2008) qui permet d'éviter un traitement non nécessaire ou de la méthode « Optidose » (Raynal 2003) qui propose une adaptation de la dose tout en maintenant la cadence des traitements. Ces techniques, expérimentées sur plusieurs années, montrent des gains possibles importants. Toutefois, comme en diminuant l'intensité phytosanitaire on augmente le risque pour la récolte dans les situations d'épidémie, il est important de bien gérer les différents facteurs de risque. Ceci suppose une haute qualité du traitement et un dosage précis du produit sur les zones à traiter. La problématique est donc celle de l'évolution des pratiques agronomiques et techniques en relation avec l'acceptabilité des agriculteurs en termes de gestion de risque.

Au-delà des performances intrinsèques de chaque type d'appareil, l'optimisation de leur réglage permet de limiter les apports dans le compartiment cible et de réduire les pertes dans les compartiments non cibles. Pour les cultures pérennes par exemple, les pertes sont généralement occasionnées par la mauvaise orientation des jets qui traitent les parties basses et hautes de la végétation ou par les procédés qui travaillent à trop grande distance de la végétation. D'autres pertes peuvent être évitées s'il est possible de détecter les dysfonctionnements les plus courants : erreur de dosage, imprécision de l'instrumentation, régulation hydraulique instable, bouchage de buse, temps de retard lors de l'arrêt de la pulvérisation ou de la fermeture d'un tronçon hydraulique etc. Que ce soit à l'échelle intra-parcellaire, parcellaire ou sur l'ensemble d'un chantier, l'apport de méthodes ou d'outils permettant d'analyser la qualité du travail est alors indispensable. Les travaux menés dans les projets AWARE/TICSAD (Sinfort, 2009) à l'aide de ces outils montrent ainsi que des réglages fréquents, simples et reproductibles, des configurations face par face et une détection rapide des dysfonctionnements ou de pratiques inadéquates, seront autant d'atouts pour améliorer considérablement la qualité des épandages. Le choix de certains procédés permet d'envisager des progrès encore plus spectaculaires : le confinement de la pulvérisation (cf. panneaux récupérateurs) permet par exemple d'éliminer quasiment toutes les pertes. Les particularités de ces appareils posent toutefois des problèmes spécifiques de manœuvrabilité, ce qui semble être un des freins à leur adoption. Dans ce domaine on peut inclure la réflexion sur les techniques de l'agriculture de précision (Raynal 2009). Si elles permettent a priori d'adapter la quantité de produit appliquée sur la végétation en fonction de cartes de préconisation, encore faut-il qu'elles ne soient pas trop complexes à mettre en œuvre ou trop onéreuses. Ici se posent des problèmes à la fois techniques et économiques : comment favoriser l'évolution de certaines pratiques, quelles technologies sont nécessaires pour cela et quels gains peut-on escompter de ces investissements supplémentaires ?

#### Déterminants des améliorations possibles

L'expertise scientifique collective Cemagref/INRA (Collectif 2005) et les études socio-économiques sur l'usage des pesticides soulignent deux points particulièrement déterminants pour l'évolution des pratiques :

- le faible coût de la protection phytosanitaire, relativement à la marge brute dégagée,
- l'importance des considérations relatives au risque.

Plusieurs aspects peuvent alors être discutés :

- l'acceptabilité des évolutions techniques ou technologiques
- les conditions de mise en œuvre de pratiques de décisions agronomiques optimisées
- l'apport des Technologies de l'Information et de la Communication
- les conditions économiques d'un processus d'amélioration

En termes d'acceptabilité, l'analyse à l'échelle européenne de l'opinion d'un large échantillon d'acteurs sur les sources de pollutions ponctuelles met en évidence des avis convergents (Vaçulik, 2008). La réduction des pollutions relève d'une meilleure connaissance des améliorations possibles puis d'une évolution progressive et collective des pratiques, des équipements et des infrastructures. Chaque phase de travail est alors à considérer en termes de gains possibles: avant le traitement (choix des produits et de la dose, entretien et préparation du pulvérisateur, organisation du chantier), pendant le traitement (gestion des cuves, gestion des incidents, réglage du pulvérisateur), après le traitement (nettoyage des cuves et des appareils, gestion des résidus). La mise en place d'outils d'analyse et de diagnostic, de formations ou de tout autre levier de « sensibilisation » est ici prioritaire.

En matière de décision agronomique, les résultats expérimentaux récents sur un réseau de parcelles de l'efficacité du POD Mildium et de la méthode Optidose (Davidou 2009) montrent les possibilités de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires lorsque l'opportunité de traitement ou de modulation des doses est raisonnée à l'échelle de la parcelle. Ces approches nécessitent la conception de procédures de décision liant chaque décision tactique à une stratégie de réduction des traitements exprimée sur l'ensemble d'une saison culturale. Cette démarche dépend de la mise en œuvre d'observations ou de mesures permettant la prise de décision, en temps différé ou en temps réel. C'est un enjeu actuel de recherche que d'optimiser mesures et travaux à l'échelle de l'exploitation dans le cadre de ces innovations.

A l'échelle d'un petit bassin versant viticole, l'introduction d'un système d'enregistrement automatique des paramètres de fonctionnement des pulvérisateurs (De Rudnicki, 2009) associé à un outil informatique de traçabilité des traitements montre qu'il est possible d'améliorer les pratiques et les matériels par l'analyse de la qualité du travail réalisé. Ainsi, c'est en permettant d'identifier les progrès possibles que les viticulteurs ou les techniciens apportent un soin accru au choix, au réglage et à l'entretien des pulvérisateurs. Autrement dit, c'est en donnant les moyens aux opérateurs de maîtriser la qualité du travail réalisé que l'introduction de nouvelles technologies ou de nouvelles pratiques permettront de diminuer significativement les pertes de produits dans les différents compartiments de l'environnement.

En termes économiques, la réduction de l'emploi des pesticides pouvant se traduire par une production agricole plus fluctuante en quantité et en qualité cela sous entend des revenus plus aléatoires pour les agriculteurs. Ceci explique pourquoi les agriculteurs utilisent plus de pesticides qu'il ne le faudrait : l'aversion face au risque tend à homogénéiser les comportements en prenant des marges de sécurité. C'est la modélisation du fonctionnement des exploitations agricoles qui permet d'étudier leur capacité d'investissement et d'envisager les accompagnements nécessaires (bonus ou pénalités) à l'adoption de matériels ou de pratiques limitant les impacts sur l'environnement. C'est pourquoi, dans un projet en cours de développement au sein du Cemagref (projet SMS : Smart Spraying) les effets économiques associés à l'utilisation de pratiques propres (ou optimisées) sont évalués pour des « exploitations-types » construites à partir des bases de données du SCEES (réseau d'information comptable agricole). Cette étude montre que d'une région à l'autre les possibilités d'investissement sont très différentes et que les changements de pratiques sont liés au type de production, à la viabilité et à la taille des exploitations. Ainsi, même avec des économies substantielles de produits phytosanitaires, sans mesure d'accompagnement, seule une minorité d'entreprises pourra s'engager dans un changement de pratiques.

### Conclusion :

L'ensemble des travaux menés sur les techniques d'épandage des pesticides indiquent que pour réduire significativement les pertes lors des applications, l'accent doit être mis sur des moyens, des outils ou des

méthodes permettant aux professionnels agricoles d'optimiser leurs décisions agronomiques et de mieux contrôler la qualité de leur travail. Les situations sont toutefois contrastées d'une région à l'autre ou d'un type de production à un autre mais même si les économies de produits peuvent être importantes, le temps supplémentaire à y consacrer, les investissements nécessaires et in fine l'aversion au risque seront toujours un frein potentiel à leur diffusion. La réflexion doit donc être poursuivie pour à la fois améliorer la perception des enjeux collectifs de la qualité environnementale et favoriser le développement et la diffusion de technologies et de pratiques le permettant. Il faut ainsi se poser la question de la qualification environnementale des machines et des pratiques pour la mise en place de systèmes incitatifs favorisant le renouvellement du parc de matériel et le développement de pratiques minimisant les impacts des traitements phytosanitaires sur l'environnement.

### Bibliographie :

Bonicelli, B., C. Sinfort, et al. (2004). Measuring emission during application. Case of vineyard. Emission workshop. Wageningen, NLD, 11-12 February 2004.

Collectif (2005) Pesticides, agriculture et environnement: réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise collective, Editions Quae INRA-Cemagref, 117 pages

Davidou L. (2009). Protection de la vigne : bilan des expérimentations 2008 en Gironde. Brèves N°30, Chambre d'Agriculture de Gironde, 7 pages

Delière, L. ; Cartolaro, P. ; Naud, O. ; Léger, B. ; Goutouly, J.P. ; Davidou, L. ; Brosse, E. ; Guisset, M. (2008). Mildiou et oïdium de la vigne, pour des décisions coordonnées. Conception et évaluation de Mildium, un processus opérationnel de décision pour une gestion fongicide coordonnée à apport réduit. Phytoma, n° 621, p. 20-24

De Rudnicki, V., Ruelle B., Douchin M., Sinfort C. (2009). Maitrise de l'application des produits phytosanitaires : utilisation des NTIC embarquées. Congrès du Groupement Français des Pesticides, Toulouse, 12 pages

Raynal, M., Claverie M (2003). "Application de produits phytosanitaires: quelles pistes pour améliorer la pulvérisation." Banque de données des matériels viti-vinicoles, Chambre d'Agriculture de Gironde - IFV, 4 pages.

Raynal, M. (2008). "Agriculture de précision: un potentiel technologique au service de la maitrise qualitative et environnementale de la production viticole." Lettre d'Actualité Matevi N°37, ENTAV-IFV, 4 pages.

Sinfort, C., Cotteux E., Bonicelli B., Ruelle B. (2009). Influence des conditions et matériels de pulvérisation sur les pertes de pesticides au sol et dans l'air en viticulture languedocienne. Congrès du Groupement Français des Pesticides, Toulouse, 4 pages

Vaçulik, A., Bonicelli. B., Palagos B., Laplana R. (2008). "Réduction des pollutions des eaux par les produits phytosanitaires agricoles. Premiers enseignements d'une enquête auprès de professionnels européens." Ingenieries, 15 pages