

Réglementation française liée à la pulvérisation viticole et exemples de dispositifs développés en France et dans le monde pour limiter les risques de pollutions ponctuelles

French regulations related to vineyard spraying and examples of devices developed in France and around the world to limit the risks of point-source pollution

Joël Rochard¹

¹ VitisPlanet, Bouilly, France

Résumé. La gestion des parasites dans les vignes constitue un défi majeur pour les viticulteurs, qui recherchent des solutions efficaces pour contrôler les maladies et les ravageurs. Sous l'influence de la pression médiatique et des réglementations environnementales, les pratiques de pulvérisation se sont professionnalisées. En France, l'application des produits phytosanitaires est régie par un décret initial de 2006 et des textes complémentaires, imposant des restrictions sur les zones non traitées à proximité des cours d'eau, protégeant les travailleurs, fixant des délais avant récolte, la réintégration des opérateurs, et exigeant des équipements de protection. De plus, pour réduire la pollution diffuse, la réglementation prend en compte les conditions météorologiques et impose des zones non traitées.

En ce qui concerne les risques de pollutions ponctuelles lors du remplissage et du lavage des pulvérisateurs, une législation spécifique encadre ces opérations. Ainsi, la réglementation française se concentre particulièrement sur la conception des locaux de stockage et le traitement des effluents phytosanitaires, incluant le rinçage sur place et l'utilisation de dispositifs approuvés par le ministère de l'Écologie. Les principales méthodes, également utilisées dans d'autres pays, reposent sur des principes physico-chimiques, l'évaporation ou la dégradation biologique, pouvant être appliquées de manière individuelle ou collective, ou par l'intermédiaire d'un prestataire de services.

Abstract. *This article explores the contemporary culture of wine consumption in Ukraine through the lens of social, economic Managing pests in vineyards presents a major challenge for winegrowers, who are seeking effective solutions to control diseases and pests. Under the influence of media pressure and environmental regulations, spraying practices have become more professional. In France, the application of phytosanitary products is governed by an initial decree from 2006 and supplementary texts, imposing restrictions on untreated zones near watercourses, protecting workers, setting deadlines before harvest, reintegrating operators, and requiring protective equipment. Additionally, to reduce diffuse pollution, regulations take into account weather conditions and impose untreated zones.*

Regarding the risks of point-source pollution during the filling and washing of sprayers, specific legislation governs these operations. Thus, French regulations particularly focus on the design of storage facilities and the treatment of phytosanitary effluents, including on-site rinsing and the use of devices approved by the Ministry of Ecology. The main methods, also used in other countries, are based on physicochemical principles, evaporation, or biological degradation, and can be applied individually or collectively, or through a service provider.

1. Contexte

1.1. Historique

Depuis longtemps, la protection de la vigne contre les parasites a été un défi majeur pour les viticulteurs. Initialement, les vigneronns utilisaient des méthodes rudimentaires telles que la balayette, une brosse trempée dans une bouillie de cuivre pour lutter contre le mildiou, ou une boîte à trous pour disperser la poudre de soufre contre l'oïdium. L'avènement du pulvérisateur "éclair" par Victor Vermorel en 1887 a marqué un tournant (figure 1).

Ce pulvérisateur à jet projeté et à traction animale, suivi par les pulvérisateurs à pression dans les années 1920, a révolutionné la viticulture. Cependant, ces équipements étaient peu maniables dans les vignobles étroits. C'est ainsi qu'en 1930, le pulvérisateur à pression préalable, nommé "Dos de mulet", a été développé, permettant une utilisation plus légère et mobile.



Figure 1. Affiche publicitaire pour le pulvérisateur à dos Vermorel, collection de la ville de Villefranche.

Les années suivantes ont vu des innovations telles que les premiers automoteurs de pulvérisation vers 1943, avec l'ajout de ventilateurs pour une meilleure diffusion des produits. En 1955, la pulvérisation pneumatique est apparue, suivie par la pulvérisation centrifuge vers 1960. Malgré ces avancées, la viticulture est longtemps restée artisanale, avec des défis liés à la diversité topographique et climatique des vignobles, ainsi que la variabilité des systèmes de conduite.

Qu'il s'agisse de pulvérisation ou de poudrage, le but d'un traitement est de déposer sur une zone de végétation à protéger un produit phytosanitaire. Son efficacité est fonction du pouvoir couvrant et pénétrant des particules de produit. Dans le cas de la pulvérisation, la bouillie comporte le produit en suspension dans un liquide, qui peut être de l'eau ou plus rarement des huiles. Le pulvérisateur a pour rôle de générer, à partir de cette bouillie, un nombre important de gouttelettes et de les projeter sur la végétation. Le fractionnement de la bouillie est obtenu soit par division du liquide en gouttelette par son passage sous pression à travers l'orifice de buses (jet projeté) ou par l'intermédiaire d'une turbine qui génère un flux d'air vecteur (jet porté) ou une veine d'air animée d'une vitesse élevée qui favorise l'effet de pénétration (pneumatique).

Depuis quelques années, les impératifs de réduction des produits phytosanitaires, les réglementations environnementales et la sensibilisation aux risques des pesticides poussent vers une professionnalisation accrue de la pulvérisation (figure 2). Parallèlement émergent de nouvelles orientations : pulvérisation de précision et ciblée, réduction des risques pour les utilisateurs, le voisinage et les milieux naturels, ainsi que la robotisation et l'intelligence artificielle [1].

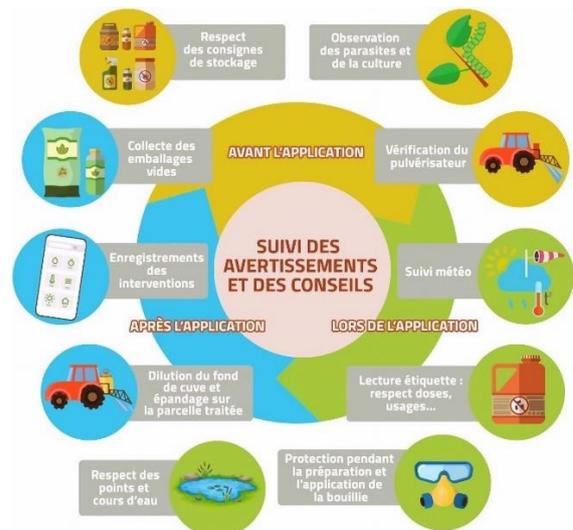


Figure 2. Stratégie de mise en œuvre optimale de l'application des produits phytosanitaires, adaptée de www.agro.basf.fr

1.2. Renforcement de la réglementation

L'application des produits phytosanitaires a été initialement encadrée par l'arrêté du 12 septembre 2006, abrogé par celui du 4 mai 2017, puis du 25 janvier 2022. Progressivement, différents textes réglementaires ont associé de nouvelles contraintes, notamment l'application des zones non traitées vis-à-vis des riverains, et des travailleurs présents de façon régulière à proximité de ces traitements » ainsi qu'un encadrement plus strict des conventions riverains. Les principaux aspects concernés sont les suivants :

- + Conditions **météorologiques**.
- + **Zones Non Traitées (ZNT)** concernant les cours d'eau et les riverains (figure 3).
- + **Délai Avant Récolte (DAR)**.
- + **Délai de Rentrée (DRE)**.
- + **Mélanges** de produits phytosanitaires.
- + Équipements de **protection des opérateurs**.
- + **Registre** phytosanitaire.
- + **Contrôle** du pulvérisateur.
- + Modalités de gestion des **effluents pulvérisations**.

En complément, a été mis en place un certificat individuel de produits phytopharmaceutiques (Certiphyto) avec une application obligatoire adaptée aux applicateurs, distributeurs et conseillers.



Figure 3. Des distances de sécurité doivent être respectées vis-à-vis de certaines zones spécifiques (point d'eau et cours d'eau, zone adjacente non cultivée, lieux publics sensibles en présence de personnes vulnérables, voisinage d'habitation et d'activités). Les points d'eau pertinents pour l'application de cet arrêté sont généralement spécifiés par arrêté préfectoral. Schéma J. Rochard, adapté de www.adama.com, www.basf.com et www.syngenta.fr

1.3. Limitation des pollutions ponctuelles

Les produits phytosanitaires sont susceptibles de contaminer les eaux superficielles (rivières, étangs...) et souterraines (nappes phréatiques), l'air, l'eau de pluie et le sol. La présence de produits phytosanitaires dans les milieux aquatiques a des conséquences néfastes sur la faune et la flore (disparition d'espèces, modification de l'écosystème) et peut éventuellement perturber la valorisation de ce milieu (pollution des zones de baignade, d'élevage des coquillages ou de poissons, etc.). Parallèlement aux impacts environnementaux, la présence de pesticides dans les eaux souterraines affecte la ressource en eau potable, avec souvent la nécessité de mettre en œuvre de coûteux dispositifs de traitement de l'eau.

La pulvérisation peut être à l'origine d'une pollution diffuse, liée à l'entraînement des produits épanchés vers les eaux superficielles ou souterraines. Leur origine ne peut pas être localisée en un point précis. En complément, un risque de pollutions ponctuelles (figure 4) peut intervenir préalablement à l'intervention dans la vigne, majoritairement associée à un accident lors de la manipulation des produits (chute de bidons), ou des erreurs de l'utilisateur (débordement au remplissage du pulvérisateur, renversement au cours du transport, accidents de manipulation, vidange et effluents au cours du lavage) [2].



Figure 4. Impact des pollutions ponctuelles, www.draaf.centre-val-de-loire.agriculture.gouv.fr

2. Démarche au cours du remplissage du pulvérisateur

2.1. Local phytosanitaire

Ce local comporte trois objectifs essentiels : assurer la sécurité des personnes, de l'environnement et conserver les propriétés physico-chimiques des produits. Sa construction et sa conception et son aménagement doivent répondre à la réglementation du code du travail, et de santé publique, ainsi qu'à la législation relative à l'environnement (figure 5). Vis-à-vis des installations classées, le classement et les rubriques dépendent du type et de la quantité de produit stockés. Afin d'éviter une pollution accidentelle du milieu environnant, le local phytosanitaire doit être distant de 35 mètres des cours d'eau, puits, mares et forages. Fermé à clef, le local doit être aéré et ventilé (points haut et bas), présenter une installation électrique conforme à la norme (NF-C 15-100)

et avoir des portes ouvrant vers l'extérieur. La réglementation impose de placer un extincteur à poudre avec son panneau de signalisation à l'extérieur du local. Une réserve d'eau doit aussi être disponible à proximité du lieu de préparation des bouillies. À l'intérieur, il est nécessaire d'installer des bacs qui contiennent de la matière absorbante (sable, argile, vermiculite, etc.) et une pelle en cas de versement de produits. Il est consacré au stockage exclusif des produits phytosanitaires ce qui exclut tout produit destiné à l'alimentation humaine ou à l'élaboration du vin. Afin d'assurer la protection des utilisateurs, le Code du travail impose que les produits soient conservés dans leur emballage d'origine, bien fermé et avec des étiquettes, pour éviter les confusions. En ce qui concerne les produits stockés, la réglementation oblige la séparation et l'identification des produits, à toxicité aiguë. L'ensemble du matériel utilisé et réservé uniquement aux traitements doit être stocké à l'intérieur du local. Les vêtements de protection individuelle (combinaison, gants, masque, etc.) doivent être rangés dans un local séparé de celui du stockage des produits phytosanitaires.

Les mentions « local de produits phytosanitaires » et « interdiction de fumer », ainsi que les consignes de sécurité, doivent être affichées en évidence avec les numéros d'urgence (Samu-15, Police Secours-17, Pompiers-18, Général-112, même sans réseau ni crédits téléphoniques) et le contact téléphonique des centres antipoison les plus proches. L'utilisation de l'indication « Entrée interdite aux personnes non autorisées », sans obligation réglementaire, renforce la sécurité vis-à-vis des personnes extérieures. Les fiches de données de sécurité (FDS) doivent être disponibles à proximité, pour autant être stockées directement dans le local.

2.2. Gestion des emballages vides de produits phytosanitaires (EVPP)

La société ADIVALOR a été créée en 2001 à l'initiative de l'industrie de la protection des plantes, des distributeurs et des professionnels agricoles, pour gérer ces déchets spécifiques (figure 7). D'un point de vue opérationnel, ADIVALOR prend en charge la logistique et le devenir des Emballages vides des produits phytosanitaires (EVPP), les distributeurs informent leur clientèle, organisent le tri, la collecte et l'entreposage des déchets et les utilisateurs viticoles apportent leurs EVPP et/ou Produits phytosanitaires non utilisables (PPNU) conformément aux critères d'acceptation, aux dates et lieux proposés par les distributeurs.

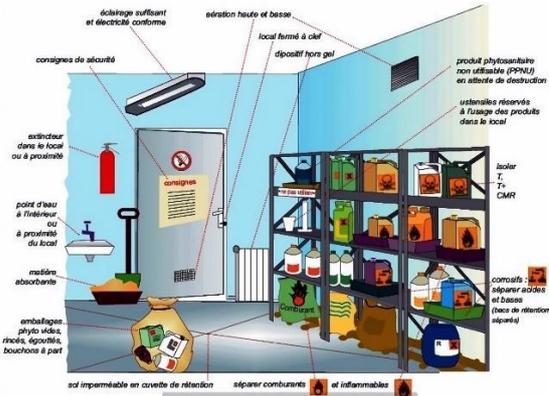


Figure 5. Conception globale d'un local phytosanitaire, www.agriculture.gouv.fr

LOCAL DE STOCKAGE

strictement réservé aux produits phytosanitaires

**ENTRÉE INTERDITE
À TOUTE PERSONNE NON AUTORISÉE**

<p style="text-align: center;">IDENTIFIER LES DANGERS</p> <p style="font-size: small;">Lire les étiquettes et consulter les Fiches de Données de Sécurité :</p> <div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(3, 1fr); gap: 5px;"> <div style="text-align: center;"> altère la santé</div> <div style="text-align: center;"> irritant</div> <div style="text-align: center;"> nuît gravement à la santé</div> <div style="text-align: center;"> toxique</div> <div style="text-align: center;"> sous pression</div> <div style="text-align: center;"> polluant</div> <div style="text-align: center;"> explosif</div> <div style="text-align: center;"> inflammable</div> <div style="text-align: center;"> fait tomber</div> </div>	<p style="text-align: center;">SE PROTÉGER</p> <p style="font-size: small;">Porter les équipements de protection appropriés :</p> <div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(3, 1fr); gap: 5px;"> <div style="text-align: center;"> yeux</div> <div style="text-align: center;"> visage</div> <div style="text-align: center;"> voies respiratoires</div> <div style="text-align: center;"> corps entier</div> <div style="text-align: center;"> corps</div> <div style="text-align: center;"> mains</div> <div style="text-align: center;"> pieds</div> </div>
<p style="text-align: center;">NUMÉROS À CONTACTER EN CAS D'ACCIDENT</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> au 112</div> <div style="text-align: center;"> Pompiers 18</div> <div style="text-align: center;"> SAMU 15</div> </div> <p style="text-align: center; background-color: green; color: white; padding: 5px;">Centre antipoison :</p>	<p style="text-align: center;">SAVOIR RÉAGIR EN CAS D'ACCIDENT</p> <ul style="list-style-type: none"> • en cas de projection : enlever les vêtements, les chaussures et rincer abondamment la zone atteinte • en cas d'ingestion : ne pas boire et ne pas manger



Figure 6. Panneau à suspendre sur la porte d'entrée d'un local de stockage de produits phytosanitaires, www.ssa.msa-images.fr

Les bidons de plastique ayant contenu des produits phytosanitaires doivent être rincés avec de l'eau claire. Le liquide résultant de ce rinçage doit être vidé dans la cuve de bouillie ou la cuve de stockage ou de traitement des effluents. Le rinçage peut s'effectuer avec un rince-bidon qui pulvérise de l'eau sous pression à l'intérieur. En l'absence de système de rinçage, le bidon doit être rempli au 1/3 avec de l'eau claire, secoué, bouchon fermé, puis vidé. Cette opération doit être effectuée trois fois pour être efficace. Les bidons doivent ensuite être égouttés puis mis dans une sachette sans leurs bouchons.

Les sacs et boîtes doivent être vidés dans la cuve du pulvérisateur en éliminant le plus possible les résidus de produit. Les boîtes sont ouvertes et aplatées. Les sacs sont

aplatis et pliés. Les boîtes et les sacs sont conditionnés ensemble dans une poche dédiée à contenir ce type d'emballage. Ils peuvent être mélangés avec les bouchons des bidons plastiques, mais ne peuvent en aucun cas être conditionnés avec les bidons.



Figure 7. Gestion des emballages, des produits non utilisés, des déchets phytosanitaires et des bidons œnologiques, www.adivalor.fr

2.3. Produits phytosanitaires non utilisables (PPNU)

Ils sont composés de produits phytosanitaires dont l'agriculteur n'a plus l'utilité : produit retiré de la vente ou interdit suite à une cessation d'activité ou un changement de la réglementation : produit altéré ou périmé suite à un entreposage trop long ou réalisé dans des conditions inappropriées (chaleur, humidité, gel...), changement de cultures ou de pratiques associées à un nouveau cahier des charges, avec de nouvelles interdictions (agriculture biologique, Haute valeur environnementale/HVE, etc.). Ils sont donc considérés comme des déchets des activités économiques. À ce titre, ils doivent suivre des filières d'élimination spécifique qui excluent le brûlage, l'enfouissement, l'abandon, et l'élimination avec les ordures ménagères (ou par l'intermédiaire d'une déchetterie, réservée pour activités domestiques).

Une collecte est organisée chaque année, à une date fixée par la distribution. Elle concerne les produits non marchands qui ont perdu leur homologation. La démarche associe notamment les fonds de cuves, les produits dilués, les désinfectants et les produits non ouverts encore homologués dans le cadre des pratiques de l'exploitation. Les produits œnologiques font l'objet d'une filière spécifique également gérée par ADIVALOR. Seuls les produits portant le pictogramme ADIVALOR, ECO EPI signifiant que l'entreprise contribue financièrement à la collecte (et indirectement l'acheteur), sont repris gratuitement.

2.4. Conception de l'aire de remplissage

La préparation de la bouillie phytosanitaire est l'étape au cours de laquelle l'utilisateur et le milieu naturel sont les plus exposés aux produits phytosanitaires. Elle doit être adaptée aux dimensions du matériel et aux pratiques de lavage afin de faciliter l'accès du pulvérisateur. Au-delà des aspects pratiques et ergonomiques, sa conception doit permettre de limiter le risque de pollution ponctuelle, notamment par débordement au cours du remplissage ou pendant le lavage

(figure 8). Cette aire est généralement associée au local de stockage des produits phytosanitaires et éventuellement au traitement des effluents. La construction de la dalle (pente minimale de 2 %) doit permettre d'assurer une résistance suffisante, compatible avec le passage des engins et une étanchéité (épaisseur, armatures et enduit hydrofuge, béton lissé, résistant aux attaques chimiques de référence de type C 35/45 XA2, etc.). L'utilisation de la plateforme peut, éventuellement, être adaptée pour réaliser le lavage d'autres matériels (machines à vendanger, tracteurs, etc.). La mise en place d'une aire de remplissage et lavage nécessite au minimum une déclaration de travaux. Un permis de construire est parfois nécessaire selon la nature des travaux (notamment pour des surfaces supérieures à 20 m²).

Il est également possible d'utiliser une aire souple de lavage et de remplissage, constituée d'une bâche résistante, renforcée au niveau des passages de roues (figure 9). Elle possède une mousse souple à chaque extrémité, qui s'adapte au passage de l'engin et, une fois celui-ci passé, reprend sa forme initiale pour former une bordure étanche.

2.5. Distances réglementaires de l'aire

Les contraintes de distance notamment vis-à-vis des milieux aquatiques, des habitations ou autres zones sensibles tiennent compte du contexte local (figure 10). Par ailleurs, certaines installations peuvent être concernées par la réglementation des Installations classées pour la Protection de l'Environnement/ICPE). Il est important de se rapprocher de la mairie et des organismes de conseil, pour avoir une connaissance précise des contraintes locales avant de se lancer dans un projet.

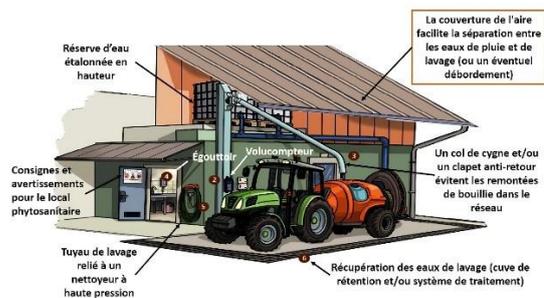


Figure 8. Exemple de conception d'une aire de remplissage/lavage, schéma J. Rochard, adapté de www.bonnepratiqueagricole.ch



Figure 9. Un exemple d'aire souple de remplissage et de lavage des pulvérisateurs, photo www.axe-environnement.eu

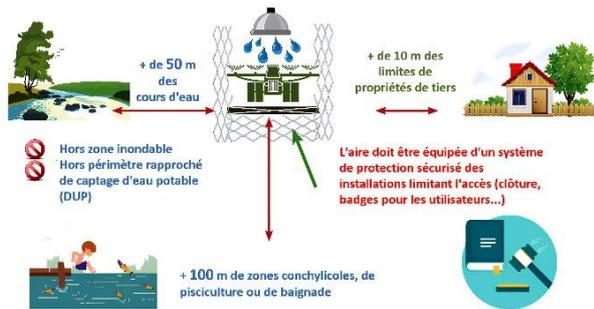


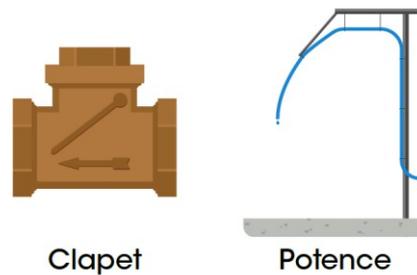
Figure 10. Réglementation concernant le positionnement d'une aire de remplissage ou de lavage des pulvérisateurs, schéma www.aude.chambre-agriculture.fr

D'une manière générale, tout en associant une intégration paysagère conforme au contexte local, il est conseillé que la position de la dalle réponde aux critères suivants :

- + à **proximité du local de stockage** des produits phytosanitaires pour une question pratique,
- + **éloignée des puits et des cours d'eau**, en tenant compte des voies de circulation des eaux superficielles et souterraines,
- + à l'**écart des chais, des bâtiments d'élevage et de stockage** de denrées, des habitations et de toute activité pour lesquels des risques toxicologiques et de nuisances pourraient remettre en cause la pérennité de l'installation.
- + à l'**abri des courants d'air**.

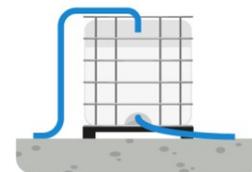
2.6. Systèmes anti-retours

Le risque de retour d'eau polluée dans le réseau de distribution est assez difficile à appréhender intuitivement. A priori, la pression observée au niveau d'une canalisation de remplissage ne permet pas d'envisager un transfert de la bouillie vers le réseau. Mais parfois des circonstances spécifiques (rupture d'une canalisation en aval, panne d'une pompe de surpression, forte demande en eau pour éteindre un incendie, etc.) peuvent conduire à un effet de siphonnage lorsque le tuyau de remplissage est au contact de la bouillie. Ce risque justifie une discontinuité hydraulique entre le réseau et la bouillie. Les principaux dispositifs évitant ce risque sont les suivants : Systèmes anti-retours d'eau, potence avec discontinuité hydraulique, cuve intermédiaire (figure 11).



Clapet

Potence



Citerne intermédiaire

Figure 11. Dispositifs antiretours de bouillie pour le remplissage des pulvérisateurs, www.protecteau.be

2.7. Risque de débordement

Au cours du remplissage, il arrive parfois que la vigilance de l'opérateur soit perturbée par un appel téléphonique ou une autre urgence qui détourne son attention. L'absence d'un dispositif adapté peut aboutir au débordement de la bouillie, qui se répand alors au sol. Une solution rationnelle, assurant à la fois la rapidité de remplissage et la limitation des risques de débordement et de retour d'eau, consiste à mettre en place une réserve de remplissage à un niveau supérieur à celui du remplissage. Cette solution assure ainsi le transfert de l'eau vers le pulvérisateur par simple gravité, plus rapide comparativement au remplissage à partir d'une canalisation. Cette cuve comporte un flotteur (type chasse d'eau de WC) qui permet l'arrêt du remplissage à un niveau prédéfini correspondant au volume de la cuve de pulvérisation. Cette cuve peut éventuellement être alimentée par les eaux de pluie préalablement récupérées et stockées. En cas de faible débit d'eau à la source, elle permet de réduire le temps de remplissage. Il est également possible d'utiliser un volucompteur à arrêt automatique programmable, ou encore un système de capteurs qui permet de définir précisément la quantité de remplissage (figure 12).

3. Gestion du lavage des pulvérisateurs

3.1. Composition des eaux de lavage

Le lavage interne après traitement est important, car il permet d'éviter le colmatage des buses et l'usure prématurée du matériel (buse, jauge, manomètre...), ce qui assure une meilleure qualité de traitement grâce à une plus grande maîtrise de la dose appliquée. Il évite également la contamination de la bouillie par une matière active provenant de la manipulation précédente (herbicide).

Cependant, ce lavage peut aboutir au final à un rejet de pesticides dans le milieu, source de pollution ponctuelle.

3.2. Stratégie de gestion

La réglementation française envisage trois modalités possibles pour la gestion des effluents phytosanitaires (figure 13):

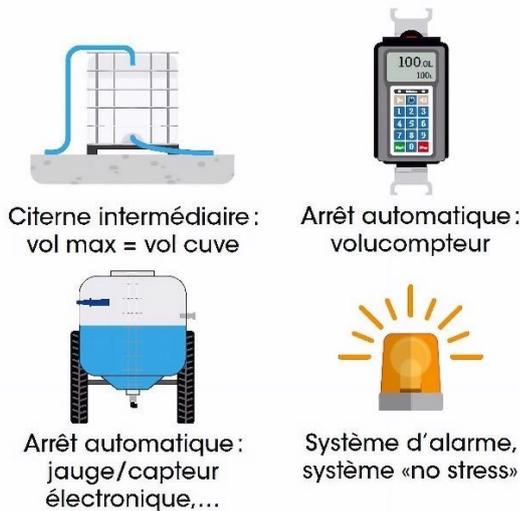


Figure 12. Dispositifs anti-débordement www.protecteau.be avec une cuve intermédiaire, schéma de la revue « La vigne », février 2017, www.vitisphere.com

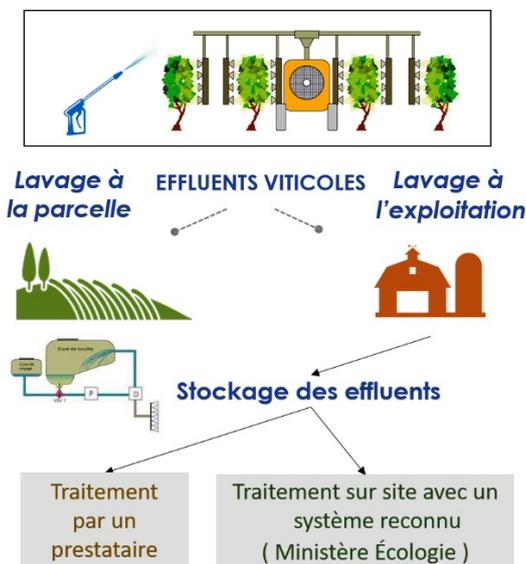


Figure 13. Principales pistes de gestion des effluents de pulvérisation, schéma J Rochard

- **Gestion au champ** du fond de cuve et du lavage extérieur du pulvérisateur (rinçage à la parcelle) ;
- **Traitement agréé** sur l'exploitation ou sur un site collectif (système reconnu efficace par le ministère en charge de l'écologie) ;

- **Stockage** sur l'exploitation avant traitement par un **organisme spécialisé** avec un dispositif **agréé** (collecte spécifique), en tant que déchet dangereux.

3.3. Conception de l'aire de lavage

Cette aire est une infrastructure qui doit conserver sa fonctionnalité pendant plusieurs années, ce qui suppose une réflexion en amont sur cette conception (figure 14) :

+ Prévoir une **dalle adaptée** au passage d'engins assez lourds, qui assure une parfaite étanchéité avec un type de ciment adapté à l'agressivité des effluents, en prévoyant une hauteur de décaissement qui limite le risque de fissuration dans le temps (sol argileux, gel, etc.).

+ **Pentes** : Prévoir 2 % à 3 % de pente pour un bon écoulement de l'eau. Préférer une dalle monobloc sur des sols argileux (risque de mouvement de la dalle).

+ **Taille de la dalle** : il n'y a pas de surface « réglementaire », mais la taille doit être suffisante pour pouvoir faire le tour du plus grand matériel à laver (prévoir environ 2 m autour) et éventuellement pour pouvoir laver le pulvérisateur avec rampe semi- ouverte.

+ **Dispositif de dégrillage** : il est judicieux d'installer une grille ou un panier dégrilleur avant le regard de collecte pour ne pas obstruer les canalisations, et de prévoir aussi un regard suffisamment grand pour pouvoir y accéder et le curer si besoin. Une grille sur toute la longueur évite le bouchage du regard et facilite son nettoyage.

+ Prévoir un **dispositif d'éclairage**.

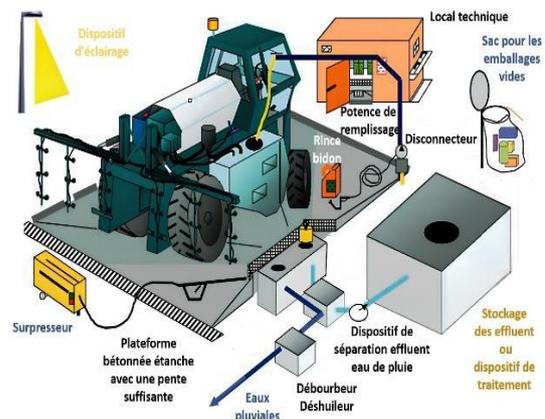


Figure 14. Conception d'une aire de lavage et de remplissage, schéma J. Rochard, adapté de www.bourgognefranche-comte.chambres-agriculture.fr

3.4. Limitation du volume

Tableau 1. Evaluation du volume d'effluents liés au lavage du pulvérisateur, d'après C. Alliot et al., 2004.

	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8
Reliquats (fonds de cuve)	9,5 l	4,75 l	5 l	41 l
Volume d'eau pour rinçage intérieur	Cuve : 9 l	Cuve : 14 l	Cuve : 29 l	Cuve : 18,5 l
	Circuit : 45,8 l	Circuit : 48 l	Circuit : 80 l	Circuit : 70,5 l
	Total : 54,8 l	Total : 62 l	Total : 109 l	Total : 89 l
Volume d'eau pour lavage extérieur	34 l	66 l	55 l	56 l

En pratique, le lavage extérieur du matériel est très variable en fréquence selon les viticulteurs. Certains le lavent après chaque traitement et d'autres seulement quatre ou cinq fois au cours de la saison (tableau 1). Parallèlement, la conception du matériel intervient sur les caractéristiques de l'effluent de lavage. Ainsi, le fond de cuve après désamorçage dépend de la forme de la cuve. De même, le « volume mort » (fond de cuve technologique) présent dans le circuit de pulvérisation est lié à la conception de l'appareil (tube d'aspiration situé à une certaine distance par rapport au fond de la cuve pour éviter de pomper les éléments particuliers) [3]. Ainsi, l'effluent lié au lavage des pulvérisateurs présente une grande variabilité vis-à-vis de son volume et de sa composition (50 à 300 litres par lavages). Une moyenne annuelle de 2 mètres cubes par pulvérisateur est souvent retenue, mais il est important de pouvoir cerner le volume réel, à partir d'un compteur, avec le plus de précision possible.

Afin de limiter au maximum le volume résiduel du fond de cuve, plusieurs démarches peuvent être envisagées :

- Ajuster le volume de bouillie aux besoins réels ;
- Connaître précisément la surface et/ou le volume de végétation à traiter (déduire les Zones non traitées, tournières, etc.) ;
- Vérifier que le volume de la cuve affiché correspond au volume réel.

Le lavage avec un surpresseur (en intégrant le risque d'altération des circuits électriques et hydrauliques) permet d'économiser l'eau et de faciliter le traitement en aval (figure 15).



Figure 15. Lavage de l'extérieur du pulvérisateur avec un surpresseur, photo www.bayer-agri.fr

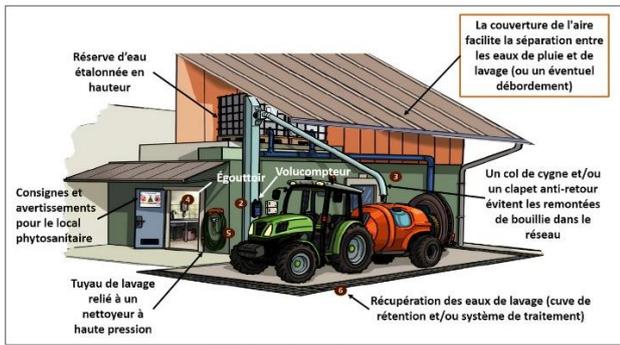
3.5. Gestion des eaux de pluie

Cette séparation, avec parfois une gestion « aléatoire », constitue une source de dysfonctionnement majeure des traitements. Si l'aire n'est pas couverte, il est nécessaire d'y installer un système de séparation des eaux pluviales afin d'éviter l'entraînement vers le milieu naturel d'eau chargée en pesticides ou à l'inverse le remplissage non contrôlé de la cuve de stockage des effluents à traiter (figure 16). Par ailleurs, concernant les lits biologiques, un excès d'eau peut saturer le dispositif et porter préjudice à son bon fonctionnement pour l'ensemble de la campagne de traitement. Le système de séparation doit être bien visible et facile à utiliser afin d'éviter l'erreur ou l'oubli de l'opérateur (assez fréquent). La présence potentielle de particules et de cailloux dans les eaux justifie d'utiliser des vannes manuelles adaptées (de préférence de type « guillotine » pour éviter le blocage au cours de l'ouverture ou de la fermeture). Concernant les aires collectives, pour lesquelles il est difficile de sensibiliser et contrôler tous les acteurs, un système de séparation automatique avec des électrovannes ou des systèmes de basculement doit être mis en œuvre.

3.6. Aire de lavage collective

De nombreuses aires collectives ont été développées en France, majoritairement dans des villages viticoles avec une configuration groupée, dans lesquels les viticulteurs disposent de peu de place pour installer une aire individuelle. Cette approche permet également de mutualiser les coûts, de réaliser des économies d'échelle, de disposer de matériels plus performants. Certaines aires collectives comportent également une zone de lavage des machines à vendre et éventuellement de traitement des effluents de cave.

La mise en place de l'aire peut être envisagée sous forme d'une CUMA, d'un GIE ou encore par le biais de prestations d'une structure communale ou privée (structure de distribution viticole). La surface moyenne d'un poste de lavage est d'environ 70 m². L'arrêté du 23/12/11 impose aux installations collectives de respecter la réglementation ICPE (Installation classée pour la protection de l'environnement) sous la rubrique ICPE 2795 (Installations de lavage de fûts, conteneurs et citernes de transport de matières alimentaires, de substances ou mélanges dangereux mentionnés à l'article R. 511-10, ou de déchets dangereux). Néanmoins les installations exploitées par un structure collective qui ne réalisent pas des lavages et de traitements pour le compte de tiers sont généralement exclues du champ d'application de l'arrêté. En revanche, toutes les aires de lavage de pulvérisateur qui reçoivent des effluents provenant de tiers à l'exploitant (mises à disposition pour d'autres agriculteurs, prestation d'une commune ou d'une structure privée) rentrent le plus souvent dans le champ d'application de l'arrêté.



Aire de lavage couverte



Bouchage manuel



Vanne 3 voies manuelle ou à commande électrique

Figure 16. Exemples de dispositifs pour assurer la séparation entre les effluents et les eaux de pluie. Lorsque la séparation nécessite une intervention manuelle, il est impératif de faire preuve d'une très grande vigilance pour éviter que les eaux de pluie rejoignent la cuve de stockage ou à l'inverse que les effluents soient rejetés vers le milieu naturel. Un abri au-dessus de l'aire de lavage évite tout risque de disfonctionnement. Schéma J. Rochard, adapté de www.bonnepratiqueagricole.ch et www.matevi-france.com

La principale difficulté rencontrée avec une gestion collective est le respect des consignes d'utilisation et d'entretien. Dans tous les cas, il est nécessaire d'établir une convention qui précise notamment les modalités pratiques d'utilisation et les aspects financiers (généralement établis sur la base du volume d'eau, s'il peut être mesuré, à partir d'un forfait proportionnel à la surface ou au nombre de pulvérisateurs). En complément, dans certaines situations, il est recommandé de disposer d'un contrôle d'accès par les utilisateurs (jetons, carte, reconnaissance optique, etc.) pour limiter l'utilisation aux seules personnes adhérentes (risque de vol et sécurité vis-à-vis notamment des enfants).

4. Dispositifs de traitements des effluents

4.1. Composition

Les effluents phytosanitaires issus du rinçage et du lavage des pulvérisateurs comprennent principalement :

- + les **bouillies phytosanitaires** non utilisables,
- + les **fonds de cuve** : bouillie phytosanitaire restant dans l'appareil de pulvérisation après épandage et désamorçage du pulvérisateur. Le volume du fond de cuve est parfois indiqué dans le manuel du pulvérisateur ; à défaut, il est nécessaire de le mesurer.

- + les **eaux de nettoyage** de l'intérieur et l'extérieur du pulvérisateur

- + les **effluents liquides** ou solides qui ont été en contact avec des produits ou issus du traitement de ces fonds de cuve, bouillies, eaux ou effluents.

Ces effluents contiennent des matières actives, des adjuvants (tensio-actifs, solvants, huiles, humectants), mais aussi parfois des hydrocarbures (carburant, lubrifiant) et de la matière organique (terre, feuillage). Ils peuvent parfois comporter des produits de nettoyage si le viticulteur en utilise pour laver son équipement. L'ensemble de ces éléments se trouve sous plusieurs fractions : soluble, décantable ou insoluble en suspension.

4.2. Stratégie de gestion des effluents

Il est interdit de vidanger le pulvérisateur sur les chemins, dans les fossés ou la cour de l'exploitation. Par ailleurs l'annexe de l'arrêté précise les aspects suivants :

- + **Aucun épandage**, vidange ou rinçage n'est autorisé à **moins de 50 mètres** des points d'eau, des caniveaux, des bouches d'égout et de 100 mètres des lieux de baignade et plages, des piscicultures et zones conchylicoles et des points de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine ou animale. Des distances supérieures spécifiques peuvent parfois s'appliquer localement: installations classées pour la protection de l'environnement, réglementation sur l'eau, protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine, eau minérale naturelle forage d'eau minérale naturelle, règlement sanitaire départemental, etc.

- + **toute précaution** doit être prise pour éviter les risques d'entraînement par ruissellement ou en profondeur des effluents phytopharmaceutiques. En particulier, l'épandage, la vidange ou le rinçage sont interdits pendant les périodes au cours desquelles le sol est gelé ou abondamment enneigé et sur les terrains en forte pente, très perméables ou présentant des fentes de retrait. Ils doivent être réalisés sur un sol capable d'absorber ces effluents, en dehors des périodes de saturation en eau de ce sol et en l'absence de précipitations ;

- + **l'épandage**, la vidange ou le rinçage de l'un de ces effluents (fonds de cuve dilués, eaux de rinçage externes, effluents des systèmes de traitement) sur une même surface n'est possible qu'**une fois par an**.

Avant de se lancer dans le choix d'un système de gestion des effluents, il est judicieux d'intégrer différentes contraintes (figure 17) :

- + possibilité technique et logistique de réaliser le rinçage à la parcelle ;
- + **volume final** à traiter, après d'éventuelles économies d'eau ;
- + **place disponible** pour réaliser le système (contraintes foncières ou environnementales, réglementation générale et locale, voisinage, œnotourisme, etc.) ;

+ **alimentation** en eau et électricité, **sécurité**, risque de **vol** de la zone pressentie

+ possibilité éventuelle de mettre en place une **couverture** sur l'aire de lavage ;

+ **dynamique collective** (CUMA, GIE, collectivité, structure privé, etc.), éventuellement associée à la gestion du lavage des machines à vendanger ou au traitement des effluents caves ;

+ dispositif de traitement sur site ou **prestation de service** après stockage avec un **transport** vers un centre de retraitement agréé, ou un **traitement directement sur site**, en général par des systèmes physico-chimiques et un traitement complémentaire (filtration sur charbon actif, osmose inverse, etc.) Dans ce cas, une seconde cuve de stockage est à prévoir pour récupérer les eaux issues du traitement du prestataire. En effet, ces eaux ne peuvent être rejetées directement dans le milieu. Elles doivent être épandues sur une parcelle agricole (selon les mêmes contraintes parcellaires que celles du lavage au champ) ou éventuellement être recyclées dans le lavage du matériel de pulvérisation (circuit fermé).



Figure 17. Critères pour bien choisir le mode de gestion des effluents phytosanitaires, www.draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr

4.3. Rinçage à la parcelle

Les eaux de rinçage de la cuve de pulvérisation et les eaux de lavage extérieur du pulvérisateur peuvent être gérées à la parcelle sous réserve de respecter les conditions réglementaires [4]. Pour le rinçage de la cuve du pulvérisateur, au-delà des contraintes citées précédemment (interdiction à moins de 50 m des points d'eau, caniveaux et bouches d'égout et à moins de 100 m des lieux de baignade, piscicultures et zones conchylicoles), l'épandage du fond de cuve est autorisé s'il est :

- **dilué** avec un volume d'eau au moins égal à **5 fois le volume** du fond de cuve ;
- réalisé sur la **parcelle** venant de faire l'objet du
- **traitement**, jusqu'au désamorçage de la pompe du pulvérisateur, en s'assurant que la dose totale ne dépasse pas la dose maximale autorisée.

Après dilution et épandage dans ces conditions, la vidange du fond de cuve est autorisée si la concentration en matière active est divisée par 100 par rapport à la concentration initiale de la bouillie. Le lavage extérieur du pulvérisateur est également réalisable à la parcelle, mais n'est autorisé qu'après l'opération de rinçage, avec le cadre réglementaire décrit précédemment.

La plupart des pulvérisateurs récents disposent d'un dispositif automatique de rinçage. Par ailleurs, un outil en ligne a été développé par Arvalis pour aider au calcul et à la réalisation du rinçage (figure18).

Figure 18. Outil en ligne d'Arvalis pour aider au calcul et à la réalisation du rinçage <http://oad.arvalis-infos.fr/fondcuve/>.

4.4. Procédure de reconnaissance des dispositifs

Suite à l'arrêté de 2006, le groupe national ECOPULVI, créé et animé par le pôle environnement de l'IFV, ainsi que le ministère de l'Agriculture, ont accompagné des démarches de connaissance et de traitement des effluents qui ont alimenté les évolutions réglementaires de reconnaissance des dispositifs d'épuration par le ministère de l'Écologie pour chacun des types de culture. [5] L'agrément repose sur un processus strict d'évaluation, basé sur au moins trois expérimentations pour chacun des systèmes avec le protocole suivant :

+ gestion du lavage des machines à vendanger ou au traitement des effluents caves ;

+ dispositif de traitement sur site ou **prestation de service** après stockage avec un **transport** vers un centre de retraitement agréé, ou un **traitement directement sur site**, en général par des systèmes physico-chimiques et un traitement complémentaire (filtration sur charbon actif, osmose inverse, etc.) Dans ce cas, une seconde cuve de stockage est à prévoir pour récupérer les eaux issues du traitement du prestataire. En effet, ces eaux ne peuvent être rejetées directement dans le milieu. Elles doivent être épandues sur une parcelle agricole (selon les mêmes contraintes parcellaires que celles du lavage au champ) ou éventuellement être recyclées dans le lavage du matériel de pulvérisation (circuit fermé).



Figure 17. Critères pour bien choisir le mode de gestion des effluents phytosanitaires, www.draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr

4.5. Rinçage à la parcelle

Les eaux de rinçage de la cuve de pulvérisation et les eaux de lavage extérieur du pulvérisateur peuvent être gérées à la parcelle sous réserve de respecter les conditions réglementaires [4]. Pour le rinçage de la cuve du pulvérisateur, au-delà des contraintes citées précédemment (interdiction à moins de 50 m des points d'eau, caniveaux et bouches d'égout et à moins de 100 m des lieux de baignade, piscicultures et zones conchylicoles), l'épandage du fond de cuve est autorisé s'il est :

- **dilué** avec un volume d'eau au moins égal à **5 fois le volume** du fond de cuve ;
- réalisé sur la **parcelle** venant de faire l'objet du **traitement**, jusqu'au désamorçage de la pompe du pulvérisateur, en s'assurant que la dose totale ne dépasse pas la dose maximale autorisée.

Après dilution et épandage dans ces conditions, la vidange du fond de cuve est autorisée si la concentration en matière active est divisée par 100 par rapport à la concentration initiale de la bouillie. Le lavage extérieur du pulvérisateur est également réalisable à la parcelle, mais n'est autorisé qu'après l'opération de rinçage, avec le cadre réglementaire décrit précédemment.

La plupart des pulvérisateurs récents disposent d'un dispositif automatique de rinçage. Par ailleurs, un outil en ligne a été développé par Arvalis pour aider au calcul et à la réalisation du rinçage (figure 18).

Figure 18. Outil en ligne d'Arvalis pour aider au calcul et à la réalisation du rinçage <http://oad.arvalis-infos.fr/fondcuve/>.

4.6. Procédure de reconnaissance des dispositifs

Suite à l'arrêté de 2006, le groupe national ECOPULVI, créé et animé par le pôle environnement de l'IFV, ainsi que le ministère de l'Agriculture, ont accompagné des démarches de connaissance et de traitement des effluents qui ont alimenté les évolutions réglementaires de reconnaissance des dispositifs d'épuration par le ministère de l'Écologie pour chacun des types de culture. [5] L'agrément repose sur un processus strict d'évaluation, basé sur au moins trois expérimentations pour chacun des systèmes avec le protocole suivant :

+ Effluents :

- **Caractérisation** de la concentration en pesticides ;
- Écotoxicité avant et après traitement (tests toxicité aiguë et inhibition de la mobilité de *Daphnie magna* (un petit crustacé indicateur de toxicité de l'eau) ;
- **Inhibition** de la croissance des algues vertes unicellulaires.

+ Résidus solides :

- **Toxicité aiguë** des vers de terre ;
- **Germination** et croissance des plantes de mono et dicotylédones.

Ce protocole a notamment été motivé par une validation insuffisante à partir de la simple caractérisation des molécules en amont et en aval (production de coproduits et métabolites au cours du traitement d'épuration, potentiellement toxiques), d'où la mise en œuvre de tests d'écotoxicité.

Tableau 2. Liste des principaux procédés reconnus par le ministère de l'Écologie pour le traitement des effluents de pulvérisation de la viticulture. Cette liste indicative peut évoluer au cours du temps (perte d'agrément ou nouveaux dispositifs agréés). Consulter le site du <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/effluents-phytopharmaceutiques>

Nom du procédé.	Type Procédé
BFBULLES® www.axe-environnement.eu	Ultrafiltration sur charbon actif après coagulation et épaissement
CAROLA EPUMOBIL® www.aubepure.com	Prétraitement puis filtration sur Cartouches à charbon actif
CASCADE TWIN® www.syntea.fr	Coagulation-floculation, traitement biologique puis filtration sur massif de silice ou lit de roseaux
ECOBANG® www.vento-sol.com	Évaporation en cuve semi-forcée à température ambiante
EMERAUDE® www.effluservice.com	Ultrafiltration sur charbon actif après oxydation, coagulation et floculation
EVAPOPHYT® www.aubepure.com	Déshydratation forcée par chauffage et post-filtration sur charbon actif
HELIOSEC® www.syngenta.fr	Déshydratation à l'air libre. Évaporation de l'eau sous l'effet du vent et du soleil
HYDROCAMPE www.veoliawatertechnologies.fr	Adsorption sur poudre à charbon actif micronisé puis coagulation/floculation et filtration
OSMOFILM® www.osmofilm.com	Déshydratation en saches. Évaporation de l'eau sous l'effet du vent et du soleil.

PHYTOBAC® www.bayer-agri.fr	Biologique : dégradation desrésidus par les bactéries naturellement présentes dans le sol.
PHYTOCAT® www.resolution.eu	Photocatalyse. Dégradation des résidus par des réactions d'oxydoréduction
PHYTOCOMPO® http://www.souslikoff.com	Biologique par compostage de sarments de vigne broyés
PHYTOPUR® www.michaelpactzold.com	Osmose inverse et filtration. Séparation physique des résidus au travers d'une membrane semi-perméable.
PHYTOSEC® www.axe-environnement.eu	Évaporation forcée et adsorption via un tapis spécifique d'origine végétale
SENTINEL® www.aubepure.com	Floculation - filtration : adsorption des résidus sur une matière carbonée d'origine végétale activée.
STBR2® www.aderbio.com	Biologique. Dégradation aérobie par des bactéries spécifiques en milieu aqueux
VITIMAX® www.syntea.fr	Biologique : dégradation des résidus par les boues activées des stations de dépollution viticoles agréées.

4.7. Liste et principe des principaux procédés

La plupart des systèmes de traitement fonctionnent selon deux principes (tableau 2) :

- + **concentration** (évaporation ou coagulation/floculation physico-chimiques),
- + **dégradation** des substances actives (par voie chimique ou biologique).

Parmi tous les dispositifs agréés, seuls quelques-uns ont fait l'objet d'un développement significatif dans le secteur viticole.

4.8. Dispositifs d'évaporation

Le principe général consiste à réaliser une évaporation (figure 19) afin d'obtenir un concentrat de déchet toxique qui est généralement géré soit par un prestataire soit par l'intermédiaire de la filière ADIVALOR. La méthode la plus simple consiste à stocker les effluents dans un bac couvert et disposé dans une zone favorable à l'évaporation (ensoleillement, vent, température). L'intérieur du bac peut être recouvert d'une bâche plastique de faible épaisseur, qui permet de récupérer le concentrat sans contact avec le manipulateur. La hauteur d'eau stockée chaque année varie selon le potentiel d'évaporation (20 à 30 cm). Certains constructeurs proposent également un dispositif avec une ventilation mécanique, permettant d'optimiser l'évaporation et de canaliser le flux d'évaporation.



(1) Le dispositif, qui ne figure pas dans la liste des systèmes reconnus par le ministère de l'Écologie, est utilisé dans le cadre du traitement de déchets dangereux.

Figure 19. Principaux dispositifs de gestion des effluents de pulvérisation basés sur l'évaporation, schéma J. Rochard.

4.9. Lit biologique (Biobed)

Un sol confronté à un apport régulier de pesticides développe généralement un système microbiologique et enzymatique qui accélère le processus de biodégradation des pesticides.

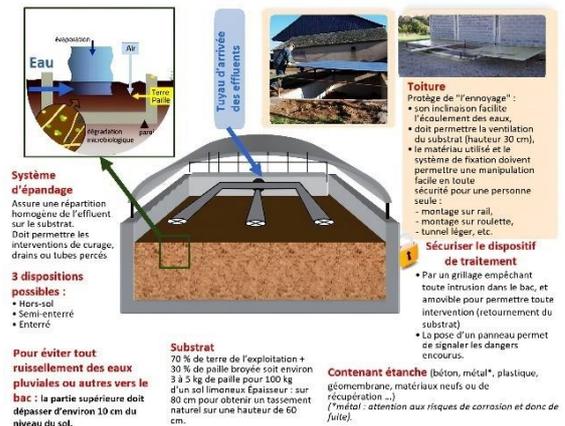


Figure 20. Conception et gestion d'un lit biologique de type Phytobac®. Pour que le lit biologique soit conforme à la réglementation, il doit respecter les obligations détaillées dans la notice technique et le cahier des charges déposés par Bayer Crop Science France, schéma J. Rochard, adapté www.msa.fr et www.marne.chambres-agriculture.fr

La paille, substrat difficile à dégrader, optimise le processus d'élimination des polluants. C'est sur ce concept de bioremédiation avec un mélange de terre et de paille qui a été utilisé à l'origine en Suède, dans le cadre d'un cahier des charges d'agriculture intégrée [6]. Dans le monde, différentes applications s'inspirant de ce principe ont été développées.

En France, cette approche a été reprise et optimisée par la société Bayer avec le dispositif Phytobac [7] et [8]. Le mélange doit être remué régulièrement (1 à 2 fois par an) pour éviter tout tassement et maintenir une bonne aération du substrat (figure 20). Afin de maintenir l'activité microbienne, un apport complémentaire de paille doit être fait une fois par an, en général quand le niveau du mélange baisse. Il faut également veiller à ce que le lit biologique soit alimenté avec régularité, ne soit pas noyé (risque d'apport d'eau pluviale), qu'il ne se dessèche pas de manière excessive (arrosage manuel ou automatique). Après traitement, le substrat peut être épandu, sous réserve de respecter les conditions suivantes :

- + Tous les **5-10 ans** (Un épandage tous les ans n'est pas nécessaire. Les expériences montrent que le substrat peut être efficace pendant au moins 5 ans. L'indicateur de non-efficacité est la présence d'odeur.)

- + À une **dose de 10 m³/ha/an** ;

- + Après un **délai d'au moins 5 mois** à l'issue du dernier traitement de la campagne, sur la base d'un plan d'épandage ;

- + À plus de 50 m des cours d'eau et 100 m des lieux de baignade ;

- + Interdiction d'épandre sur sol en pente, gelé, noyé ou par temps de *pluie* et 2 fois la même année sur la même surface ;

- + Nécessité d'enregistrer les interventions (date, volume et composition des apports d'effluents, retournement, incident, épandage). Il est conseillé d'utiliser la traçabilité du registre phytosanitaire.

4.10. Dégradation biologique en milieu liquide

Le principe repose sur le fonctionnement des stations d'épuration par boues activées. Les polluants sont biodégradés en phase aérobie, par des micro-organismes sélectionnés spécifiquement pour l'élimination des pesticides. Après une phase d'activation dans un bassin aéré, l'effluent est décanté puis rejeté après un éventuel traitement de finition. Le mélange des effluents de cave et de pulvérisation n'est pas envisageable, car les micro-organismes dégradent prioritairement la fraction organique carbonée, plus facile à dégrader (sucre, acide, alcool), et la biodégradation des pesticides est considérablement réduite. Par contre, compte tenu du décalage de la période de vendanges et de vinification par rapport au traitement, il est éventuellement possible, d'utiliser, le dispositif de traitement des effluents de cave avec un processus d'ensemencement adapté. Le processus peut intervenir en batch (discontinu) ou en continu. Les procédés STBR2 (www.aderbio.com), et Vitimax®/ Cascade Twin® (www.saveanature.fr) figurent dans la liste des dispositifs reconnus par le ministère de l'Ecologie. Les boues de l'épuration doivent être gérées en déchets toxiques. Ces dispositifs, qui imposent une bonne maîtrise et une grande rigueur, sont généralement utilisés pour des volumes d'effluents de pulvérisation assez conséquents.

4.11. Coagulation, flottation et traitement de finition

La floculation correspond à l'introduction dans l'effluent d'un polymère destiné à amalgamer les micro-flocs pour former des flocs plus volumineux, plus facilement séparables du liquide par décantation. La floculation agglomère par conséquent les petites molécules en des plus grosses qui sont séparables (figure 21). La coagulation-floculation seule ne suffit pas à éliminer les substances actives présentes dans l'effluent qui doit ensuite être filtré. La filtration permet d'éliminer la pollution particulière des flocs puis une adsorption permet d'abaisser la pollution dissoute. La filtration sur charbon actif permet d'éliminer les pesticides résiduels par effet de filtration et d'adsorption. Il est également possible d'utiliser en finition un traitement par osmose inverse. Cette technique est souvent réalisée en prestation de service. L'une des premières aires de lavage des pulvérisateurs collectives au monde a été à Martigny en Suisse avec un dispositif de traitement physico-chimique, associé à une finition sur charbon, qui a été développé par la société ZAMATEC. En France ce dispositif a été initialement utilisé pour le traitement des effluents de plusieurs des aires collectives gérées par la Communauté de Communes Corbières en Méditerranée, avec un suivi de l'IFV. D'autres dispositifs physico-chimiques ont été développés par des prestataires de service qui assurent le traitement des effluents, la traçabilité, le suivi et la gestion des déchets toxiques, à partir d'une cuve de stockage disposée au sein de l'exploitation ou d'une aire de lavage collective.

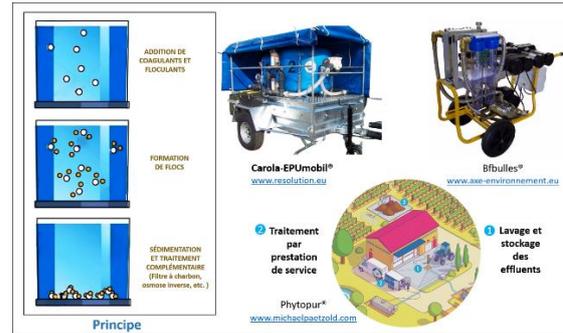


Figure 21. Principe et principaux dispositifs utilisés majoritairement en prestation de service à partir du principe physicochimique par coagulation, floculation et traitement de finition (filtration sur charbon, osmose inverse, etc.).

5. Exemples de traitement

5.1. Biobed en Suède

L'équipe du professeur Torstensson du département microbiologie de l'Université suédoise d'Uppsala, a mis au point un bioépuration de type « Biobed » (figure 22) développé en Suède depuis le début des années 90 [6]. La réflexion sur les « Biobed » est issue d'études de dégradation des substances actives de produits phytosanitaires par les micro-organismes du sol avec la mise en évidence du rôle de la paille dans la biodégradation des pesticides. Après étude du dispositif en Suède par le Pôle environnement de l'Institut français de la vigne et du vin, celui-ci a été développé en France à partir d'un pilote mis en place au domaine Louis Latour en Bourgogne, avec un suivi (mécanisme, performance) de l'INRA de Dijon, puis développé par la société Bayer, avec le procédé Phytobac. Initialement, ce système biologique a été choisi en raison de sa simplicité de mise en œuvre, chaque exploitation pouvant à terme s'équiper à moindres frais.



Figure 22. Le premier « biobed », développé par le Professeur Torstensson, de l'université d'Uppsala en Suède, à l'origine du Phytobac®, photo J. Rochard.

5.2. Aire de lavage collective : de la Suisse à la France



Figure 23. Première aire collective de lavage des pulvérisateurs développée en 1994 à Martigny dans le Valais en Suisse, photo J. Rochard.

En Suisse, dans le Valais, région particulièrement pentue, le lavage des pulvérisateurs conduit les autorités cantonales à rédiger en 1989 une directive relative au rinçage des pulvérisateurs. Ce texte précisait que les communes à vocation essentiellement agricole, ou qui comportent une surface agricole de plus de 100 ha, devaient s'équiper d'une unité pour l'épuration des eaux résiduelles provenant des traitements. Dans le Valais les communes de Vetroz et Conthey, qui comportent une surface d'environ 500 ha de vignes et d'arbres fruitiers, ont étudié un projet d'aire de lavage qui a abouti en 1994 à la création d'une zone de lavage collective. Elle se compose d'une aire bétonnée, couverte d'un tunnel pour éviter de récupérer les pluies (figure 23). Les eaux de lavage s'écoulent par gravité vers une cuve de stockage. Un surpresseur fournissant de l'eau chaude par système de jeton a été mis en place. Après un déshuilage, les eaux de rinçage sont pompées, puis traitées par l'intermédiaire d'une unité mobile EPUMobil (Coagulation-floculation et filtration sur charbon actif), conçue par la société suisse ZAMATEC. À partir de retour d'expérience Suisse, ce procédé a été utilisé pour traiter différentes aires de lavage communales par la Communauté de Communes de Corbières en Méditerranée (CCCM). Un suivi technique et de performance a été mené par l'Institut français de la vigne et du vin pendant plusieurs années. Le dispositif, maintenant dénommé Carola EPUmobil® est commercialisé par la société Resolution.

5.3. Dynamique collective en Champagne



Figure 24. Aire collective de remplissage, lavage et traitement des effluents de pulvérisation du CSGV à Avize en Champagne créée en 2007. Un abri au-dessus des zones de lavage permet de faciliter la gestion des eaux de pluie. Photos J. Rochard

Au-delà de son plan de réduction de l'impact sur les émissions de gaz à effet de serre, la Champagne associe également des initiatives en faveur notamment de l'économie circulaire, de la biodiversité et de la gestion de l'eau, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Dans ce cadre, des aides financières d'accompagnement pour l'installation d'aires collectives de remplissage et de traitement des effluents de pulvérisation (figure 24) sont proposées par le Comité Champagne, les régions Grand Est et Hauts-de-France, ainsi que par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. En 2025, une dizaine d'aires collectives sont mises à la disposition des professionnels, avec une gestion par des Groupements d'intérêt économique (GIE) ou de Coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA). À moyen terme, au-delà du renforcement du maillage de la région Champagne, la démarche vise également à instaurer une gestion mutualisée des effluents, avec un transport vers des centres de traitement collectif.

5.4. Aire collective à Teuillac en Gironde



Figure 25. Station collective automatisée pour le remplissage et le lavage du matériel de pulvérisation et des machines à vendanger, SARL Decouzon à Teuillac en Gironde, www.decouzon-locagri.com

La SARL Decouzon, entreprise de prestation de services en agriculture, basée dans la région bordelaise, a créé une station collective automatisée de remplissage et de lavage du matériel de pulvérisation, ainsi que des machines à vendanger. Cette installation, classée sous la rubrique ICPE 2795 (Installations de lavage de fûts, conteneurs et citernes de transport de matières alimentaires, de substances ou mélanges dangereux mentionnés à l'article R. 511-10, ou de déchets dangereux). Elle est mise à la disposition d'environ une vingtaine de viticulteurs de la région. L'accès au site sécurisé est géré par l'utilisation d'un badge individuel (figure 25). Une fois sur place, l'utilisateur sélectionne le programme désiré (lavage ou remplissage), ce qui permet de diriger les flux de manière appropriée. La station comprend deux zones distinctes, l'une dédiée aux pulvérisateurs et l'autre aux machines à vendanger. Elle est également équipée d'une colonne de remplissage, d'un séparateur d'hydrocarbures, de citernes pour le stockage des effluents phytosanitaires, ainsi que d'un système de traitement des effluents par évaporation forcée Evapophyto 560.

5.5. Traitement par Biofiltre avec des unités de traitement superposées en Belgique

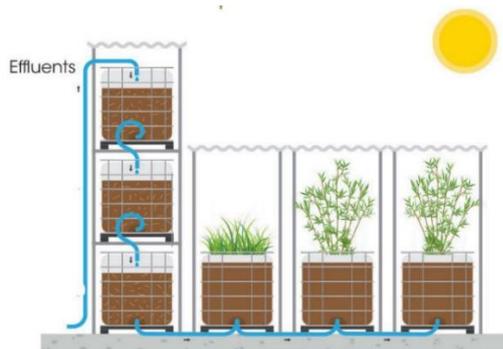


Figure 26. Schéma de principe du Biofiltre, www.protecteau.be

Le Biofiltre, développé en Belgique, est un système de traitement des eaux faiblement chargées en produits phytopharmaceutiques, constitué de 1 à 3 unités filtrantes de 1 m³ chacune, remplies d'un substrat organique composé de 10 % de terre de culture, 40 % de terreau ou compost, et 50 % de paille hachée (figure 26). Les effluents sont collectés dans une aire étanche et dirigés vers un stockage tampon, avec des apports régulés par une pompe dont le fonctionnement est contrôlé par un programmeur. Le volume d'effluents introduits quotidiennement dans le Biofiltre est calculé en divisant par 200 la capacité de traitement du système. Les effluents sont répartis sur le substrat de l'unité supérieure et percolent lentement à travers les unités filtrantes, où les substances actives sont adsorbées et dégradées par des micro-organismes. Une partie de l'eau est éliminée par évaporation. Les eaux résiduelles à la sortie de l'unité inférieure peuvent être soit stockées pour des applications au champ ou enherbées, soit dirigées vers un réservoir d'effluents d'élevage, soit envoyées vers des unités plantées de carex et de saules pour une élimination par évaporation. Il est recommandé

d'installer le dispositif dans un endroit ensoleillé et exposé au vent pour un fonctionnement optimal.

5.6. Évaporation dans une cuve octogonale surmontée d'un toit transparent

Le dispositif, commercialisé notamment en Belgique, est constitué d'une cuve octogonale en acier surmontée d'un toit transparent dans laquelle doit être installée une bâche en polypropylène (figure 27). Les effluents sont collectés au niveau d'une aire étanche et sont dirigés directement vers la cuve d'évaporation. Sous l'effet de la chaleur et du vent, les effluents phytopharmaceutiques sont évaporés jusqu'à l'obtention d'un résidu sec. Chaque année, avant la nouvelle utilisation, la bâche et le résidu sec sont stockés dans l'attente de leur enlèvement lors de la collecte bisannuelle du dispositif de récupération des emballages phytosanitaires belges AgriRecover. Pour un fonctionnement optimal, la cuve doit être installée dans un endroit exposé au vent et au soleil.

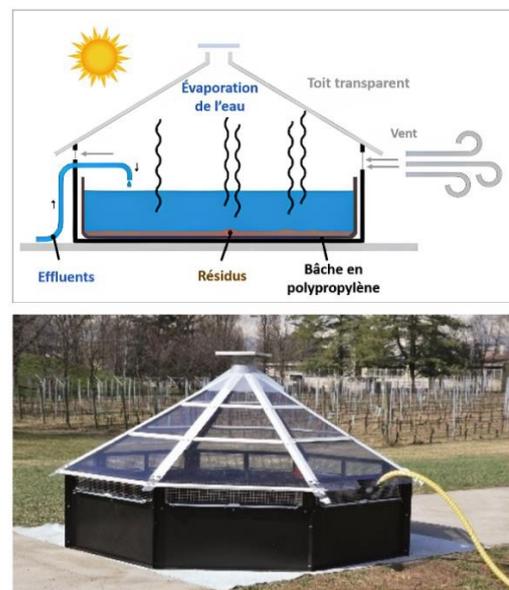


Figure 27. Principe du dispositif d'évaporation statique Remdry®, schéma J. Rochard, adapté de www.remdry.be

5.7. Traitement par phyto-épuration

L'utilisation du pouvoir épurateur du sol fait l'objet d'un développement avec un système de lits biologiques repris par le système Phytobac. Une autre piste peut être envisagée à partir de plantes de milieux humides selon le principe de la phyto-épuration. Un dispositif expérimental, qui a fait l'objet d'un suivi par l'IFV, a été mis en place au Château Mont-Redon à Châteauneuf-du-Pape, qui possédait déjà un système du même type pour les effluents de cave (figure 29). Cette technique est basée sur le principe de séparation des matières solides et liquides ainsi que la dégradation des particules par les microorganismes. En complément, le bassin planté augmente généralement le potentiel d'évapotranspiration, comparativement à l'évaporation

d'un bassin. La phyto-épuration des filtres plantés repose sur trois mécanismes :

+ Les **bactéries et autres micro-organismes** dégradent les particules organiques pour les rendre assimilables par le milieu naturel.

+ Le **substrat**, constitué de graviers ou granulats, constitue l'**habitat** des micro-organismes qui viennent se fixer à la surface de chaque élément. Il joue également un rôle important pour l'enracinement des plantes. Avec une granulométrie allant du plus fin au plus grossier, le substrat est également un filtre permettant de laisser passer l'eau tout en bloquant les plus gros éléments.

+ Grâce au **mouvement de leurs parties aériennes**, les roseaux **décolmatent** le filtre en permanence.

+ La rhizosphère **stimule l'activité bactérienne** autour des racines.

Jusqu'à présent l'utilisation importante de désherbants et de cuivre pouvait représenter un frein à ces techniques écologiques. Néanmoins l'évolution de la viticulture, associée à une limitation de ces intrants, permet d'envisager ces techniques, dont l'intérêt, parallèlement à un niveau élevé d'évapotranspiration, est de limiter la production de déchets toxiques. En complément, ces dispositifs écologiques s'intègrent parfaitement dans le paysage et participent à une biodiversité dans l'environnement de l'exploitation.



Figure 28. Dispositif de traitement des effluents de pulvérisation sur lit planté de roseaux, qui a fait l'objet d'un suivi expérimental de l'IFV, au Château Mont-Redon à Châteauneuf du Pape, photo J. Rochard.

6. Conclusion

L'utilisation des produits phytosanitaires est de plus en plus encadrée par une réglementation stricte et des exigences citoyennes relayées par les médias et les organisations de protection de la nature. Ce nouvel enjeu impose aux viticulteurs un professionnalisme et une vigilance au quotidien [9]. Bien que les risques pendant la pulvérisation dans les vignes soient désormais assez bien pris en compte, ceux associés aux pollutions ponctuelles, notamment lors des phases de remplissage et de lavage, méritent également une attention particulière. En plus de veiller à la fonctionnalité des équipements de la zone de remplissage, il est crucial d'éviter le risque de débordement, le retour d'eau vers le réseau, et la dissémination depuis le local de stockage. Ces dernières

années, des aires de remplissage collectives ont été développées, généralement à l'extérieur des villages pour éviter les nuisances de voisinage. Concernant le dispositif de traitement des effluents, il est crucial de sélectionner un système performant adapté au contexte de la structure. Il est possible d'opter pour un dispositif individuel, associé à un traitement sur place ou confié à un prestataire.

Il est également envisageable d'intégrer une aire de lavage collective qui assure également la gestion opérationnelle des eaux de lavage.

7. Références

1. J. Rochard, S. Badet, Petit précis du développement durable : la filière face aux nouveaux enjeux, Vigne et vin, Éditions France agricole, 500 pages (2024)
2. N. Domange, Étude des transferts de produits phytosanitaires à l'échelle de la parcelle et du bassin versant viticole (Rouffach, Haut-Rhin). Dynamique des Fluides, Université Louis Pasteur - Strasbourg (2005). <https://theses.hal.science/tel-00009793v1>
3. C. Alliot, J. L. Demars, J. Rochard, T. Coulon, P.-Y. Prudhomme, La gestion des reliquats de pulvérisation, Caractérisation des effluents et rinçage à la parcelle, Revue des Œnologues, **113**, octobre (2004)
4. IFV, Effluents phytosanitaires : s'organiser sur son exploitation pour les gérer et les traiter, plaquette **24** pages (2019) <https://www.vignevin.com/wp-content/uploads/2019/03/Itinéraires-22-BD.pdf>
5. J.L. Demars, J. Rochard, J. Traitement des effluents de pulvérisation, Présentation des différents dispositifs. Revue des œnologues, **118**, janvier (2006).
6. L. Tortensson, M. Del Pirar Castillo, Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillages from agricultural spraying equipment, Pesticide Outlook, **June 1997**, p 24-27 (1997).
7. Rochard, J., Jean Luc Demars, Traitement des effluents de pulvérisation. Conception et utilisation des lits biologiques, Revue des Œnologues, **119** (2006)
8. Demars, J. L., Rochard, J., & Alliot, C. Gerer les effluents de pulverisation-Les Biobeds, une demarche pragmatique des Suedois. Phytoma-la Defense des Vegetaux, **557**, p 34-37 (2003).,
9. J. Rochard, Traité de viticulture et d'œnologie durables, Éditions Avenir œnologie (2005)