



**HAL**  
open science

## Développement de modules de formations au réglage du pulvérisateur : projet Néopulvé

Boucekoum Nesrine, Sonia Grimbuhler, Jean Paul Douzals

### ► To cite this version:

Boucekoum Nesrine, Sonia Grimbuhler, Jean Paul Douzals. Développement de modules de formations au réglage du pulvérisateur : projet Néopulvé. Journées sur les Techniques d'Application de Produits de Protection des Plantes (CIETAP), Mar 2025, Montpellier, France. 2025. <hal-04997528>

**HAL Id: hal-04997528**

**<https://hal.science/hal-04997528v1>**

Submitted on 19 Mar 2025

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC 4.0 - Attribution - Non-commercial use - International License

**VÉGÉPHYL – JOURNÉES SUR LES TECHNIQUES D'APPLICATION DE PRODUITS  
DE PROTECTION DES PLANTES (CIETAP)  
12 et 13 MARS 2025 – Agropolis Montpellier**

**Développement de modules de formations au réglage du pulvérisateur : projet Néopulvé**

N. BOUCHEKOUUM<sup>\*</sup>, JP. DOUZALS, S. GRIMBUHLER

INRAE, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

**RÉSUMÉ**

La France, souhaite réduire l'utilisation des pesticides tout en maintenant la productivité agricole, ce qui rend nécessaire la bonne utilisation des pulvérisateurs et met en lumière les besoins de formations aux réglages. Le projet Néopulvé tend à répondre à ces besoins, en proposant des modules de formation au réglage du pulvérisateur adapté aux secteurs des grandes cultures, de la viticulture, de l'arboriculture et du maraichage. Sur la base de connaissances expertes et de documents publics disponibles, la formation s'articule autour de dix modules indépendants. Ils abordent les principes et les composants des circuits de pulvérisation, un guide d'achat, de réglage et d'entretien-remisage, sans oublier les aspects hygiène et sécurité de l'opérateur. Cet article présente le processus de conception des modules à partir des défauts issus de la base de données Datapulvé. Une première approche par les composants « critiques » a ensuite été enrichie pour mieux prendre en compte l'ensemble du contexte autour de la pulvérisation.

Mots-clés : Pulvérisation, réglages du pulvérisateur, réglage de la dose, formation

**Abstract**

France aims at reducing the use of pesticides while maintaining agricultural productivity, which requires an optimal use of sprayers and highlights the need to train users about sprayer settings and good practices. The Néopulvé project aims at meeting these needs, by offering sprayer adjustment training modules tailored to the field crop, viticulture, arboriculture and market gardening contexts. Based on expert knowledge and publicly available information, the training is structured around ten independent modules. They cover the principles and components of sprayer circuits, a guide with tips before purchase, sprayer adjustment and calibration, sprayer maintenance, not forgetting operator health and safety issues. This paper presents the process used to design the training modules, based on defaults issued from the Datapulvé database. A preliminary approach based on "critical" components was then enriched to better consider the global context of sprayers and spraying.

Keywords: Spraying, sprayer calibration, dosage adjustment, technical sprayer inspections, training.

## **INTRODUCTION**

Depuis 2009, avec la Directive européenne 2009/128/CE, tous les professionnels français exerçant une activité en lien avec les pesticides, quel que soit leur statut ou leur secteur d'activité, ont l'obligation de détenir le « Certificat individuel de produits phytopharmaceutiques » (ou Certiphyto). Ce certificat initial (appelé « Primo-formation ») atteste de connaissances suffisantes pour vendre, conseiller ou utiliser les pesticides en sécurité et réduire leur usage. Il devait être renouvelé au bout de dix ans pour les agriculteurs (puis il sera exigé au bout de cinq ans à compter de 2016), pour tenir compte des évolutions réglementaires, techniques et scientifiques (certificat appelé « Renouvellement »). En s'appuyant sur les thèmes de formation imposés par la Directive européenne 2009/128/CE dans son Annexe 1, la Direction générale de l'enseignement et de la recherche (DGER) du Ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire (MASA) a émis des recommandations concernant les principales aptitudes et connaissances à acquérir dans le cadre du Certiphyto (DGER, 2013). Globalement, celles-ci s'articulent autour de trois volets : « Réglementation et sécurité environnementale », « Santé sécurité applicateur et espace ouvert au public » (appelé « Santé Sécurité » ci-après), « Réduction de l'usage, méthodes alternatives ». Les contenus pédagogiques diffèrent partiellement en fonction des publics-cible, à savoir les « opérateurs », les « décideurs » (exploitants), les « décideurs » (prestataires de services), les « conseillers » (à l'utilisation des pesticides) ou les « vendeurs » (de pesticides). Dans le cadre du Certiphyto, la réduction des pesticides dans l'environnement par l'utilisation « correcte » et/ou « précise » du pulvérisateur est peu abordée ou cela est très dépendant des compétences des formateurs (Grimbuhler et al., 2024)

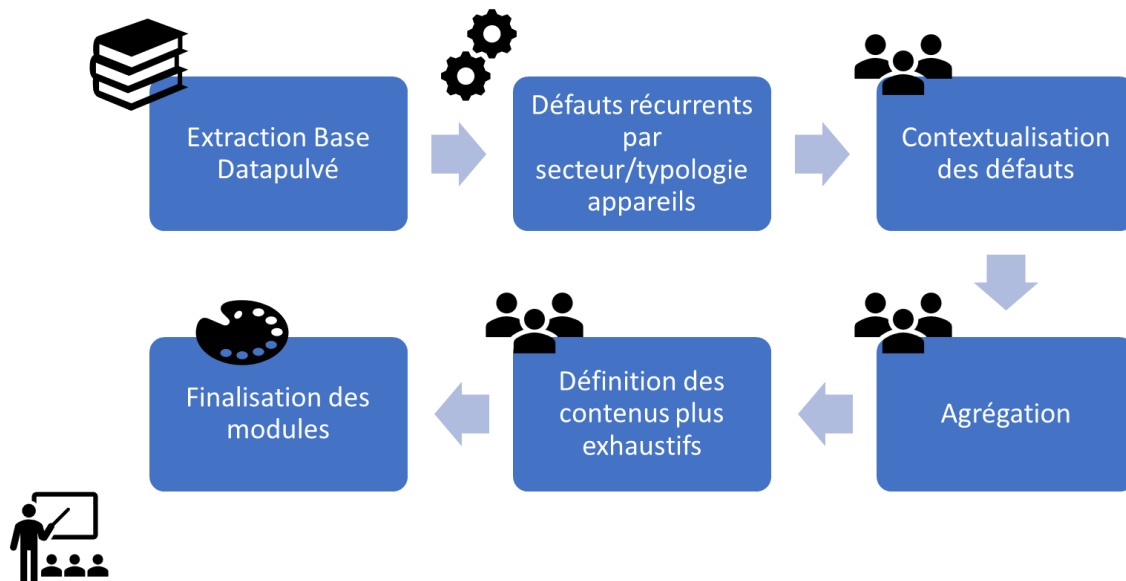
Initié par le Ministère de l'Agriculture, le projet Néopulvé vise à développer les connaissances et les compétences des agriculteurs en matière de réglage du pulvérisateur, ainsi que celles des formateurs en mettant à disposition des outils (pédagogiques, références, ppt, vidéo) ; ces aspects étant très peu abordés dans les formations obligatoires Certiphyto. L'objectif est d'améliorer l'utilisation des pulvérisateurs et des produits appliqués dans le cadre d'une agriculture plus durable c'est-à-dire de permettre la réduction de l'utilisation des pesticides et d'assurer une meilleure réussite lors de l'application de produits alternatifs. Par ailleurs, la base de données DataPulvé renseigne depuis 2009 sur les principaux défauts récurrents rencontrés lors du contrôle périodique des pulvérisateurs, dont certains sont liés à l'obsolescence ou à un mésusage des appareils et des réglages inadaptés. Sur proposition d'INRAE, la création d'une formation dédiée au réglage des pulvérisateurs a donc été proposée. Le public visé par la formation sont les agriculteurs, les utilisateurs de pulvérisateurs et de produits, les élèves de l'enseignement technique ou supérieur.

## **METHODOLOGIE**

Ce papier décrit le processus de construction des modules de formation en partant d'informations statistiques issues de la base de données DataPulvé (Boucekoum et al., 2023a; 2023b). Un groupe d'experts issus du conseil et de la formation en agroéquipements a été constitué et sollicité afin de dépouiller ces informations issues de la base de données, structurer les informations et proposer des contenus de modules de formations. Une première approche par composants critiques a permis de contextualiser chaque défaut en définissant les impacts potentiels en matière de risque agronomique (écart à la dose prescrite), risque environnemental (fuites, contaminations, surdosage) ou risque opérateur (intégrité du pulvérisateur). Cette base technique a ensuite été complétée par l'analyse de l'existant (contenu des formations proposées par les experts, données disponibles sur internet, ...) pour ensuite concevoir des modules de formation plus larges.

Le processus de création des modules de formation est synthétisé dans la figure suivante (Figure 1).

Figure 1: Processus de conception des modules de formation  
 Figure 1: Process for the design of Training modules



## ETAPES CLES

### L'inventaire des défauts à partir de la Base de données DataPulvé

L'analyse des données issues de la base de données Datapulvé a permis d'identifier un total de 2 230 698 défauts enregistrés pour 13 typologies de machines – pulvérisateurs différents (Figure 1) et présents dans le parc de matériel depuis 2009 (certains appareils ont donc été testés plusieurs fois). Ces défauts sont listés selon 259 codes sur un principe d'arborescence à 4 niveaux. A l'issue du contrôle, 3 types de défauts peuvent être constatés : a) défauts ne nécessitant pas de contre-visite, b) défauts nécessitant une contre-visite partielle et c) défauts nécessitant un contrôle complet.

### Contextualisation avec les experts (tableaux des défauts)

Un groupe de 11 experts a été constitué sur la base de l'expertise en agroéquipements en général et sur la pulvérisation en particulier. Les experts sont issus de chambres d'agriculture (11, 30, 33, 44, 45), (n=5), de la FNCUMA (n=1), des instituts techniques (IFV, CTIFL) (n=2), DREETS Normandie (n=1), de l'enseignement technique agricole (31) (n=1) et de l'enseignement supérieur agronomique (31) (n=1). Les expertises du groupe permettent de recouvrir les compétences en Agroéquipements en arboriculture, viticulture, maraichage et grandes cultures, sur des approches techniques, environnementales, agronomiques et santé sécurité au travail.

Chaque défaut a ensuite été travaillé par ce groupe d'experts afin de contextualiser le défaut et d'identifier les implications en termes d'impact agronomique (écart à la dose prescrite), d'impact environnemental (ex. fuite, dose inappropriée) ou de sécurité des opérateurs (intégrité de la machine, protection de l'opérateur). L'ensemble de ces analyses est ensuite compilé dans un tableau de synthèse dans lequel figurent les items suivants :

- Origine possible du défaut :
  - Conception inadaptée
  - Mauvaise utilisation
  - Obsolescence
- « Code du travail » :
  - Risque opérateur

- Risque machine
- « Code de l'environnement » :
  - Risque culture
    - Dosage inadapté
    - Dérive
  - Risques environnementaux (pollutions ponctuelles)
- Exigence réglementaire
- Observation/remédiation
  - Formation
  - Conseils d'achats
  - Retour aux constructeurs
- Issue du contrôle
  - O : pas de contre-visite
  - P : contre-visite partielle
  - C : contre-visite complète
- Préconisations
  - Formation utilisateur (maintenance, réglage)
  - Retour constructeur
  - Guide d'achat utilisateur
- Remarques

Tableau 1 : Matrice d'analyse des défauts –  
Table 1 : Sprayer inspection defaults matrix

Défauts majeurs rencontrés	Origines possibles		Code de l'environnement		Risques environnementaux	Réglementation	Exigence réglementaire	Observations	Points de contrôles (modifications, évolutions...)		
	conception	opérateur	Risques opérateur	Risques machine						Risques cultures – impact sur la qualité du traitement	
										Dose de traitement	Dérive – cibles non atteintes
(5.4.1-5.4.2) Indicateur de pression - défaillance manomètre, défaillance sous système	C - O	X			X	(X)	X	X	Formation, conseils d'achat	O ou P	
(5.3.1-5.3.2) Réglage de la pression	O				X		X	x		P	

### Définition des contenus

Cette démarche a permis d'élaborer un premier document de travail sur la base d'un schéma de pulvérisation reliant les différents composants critiques cités dans le tableau précédent. Ce document, d'un contenu très technique, a été ensuite enrichi d'après les constatations présentes dans le tableau précédent, par les experts mais également par les documents existants sur internet (Visuels : PPT, Vidéo, ...) et dans des ouvrages spécifiques sur la pulvérisation (Collectif, 1997 ; P. Barthelemy et al., 1990 ; Abadia, 1981).

De plus, il est apparu nécessaire de présenter les différentes conceptions de circuits et les principes de pulvérisation ; ces aspects étant indépendants du contrôle. Ainsi un guide d'achat, un guide de réglage de la dose, un guide d'entretien et un module sur la santé et la sécurité sont apparus comme nécessaires. Les experts étant spécialisés par filière de production agricole, ces modules ont été déclinés pour les trois grandes filières suivantes : grandes cultures/maraichage, viticulture et arboriculture. Au final 10 modules indépendants ont ainsi été développés.

### Finalisation des modules

Le groupe d'expert a ainsi contribué à compléter les différents modules à partir de documents auto-construits, issus de sources constructeurs ou de formation déjà existantes.

Tableau 2 : modules composant la formation Neopulvé

Table 2 : Neopulvé Training Modules

Grandes cultures/maraichage	Viticulture	Arboriculture
Principes, composants et guide d'achat	Principes, composants et guide d'achat	Principes, composants et guide d'achat
Réglages à la ferme et au champ	Réglages à la ferme et au champ	Réglages à la ferme et au champ
Maintenance et remisage	Maintenance et remisage	Maintenance et remisage
Santé et sécurité au travail		

- Le guide d'achat

Ce premier document détaille les principaux types de pulvérisateurs (à jet projeté, à jet porté, pneumatique, hybride, et pour le maraîchage) et leurs spécificités d'usage. Il explique aussi la conception de base du pulvérisateur, incluant le circuit de pulvérisation (cuve, pompe, jauges, régulations) et des éléments de contrôle comme le manomètre et le débitmètre. Les buses et dispositifs anti-gouttes sont également abordés pour assurer une application précise. Enfin, une section d'agriculture de précision et un guide d'achat sont inclus pour aider les utilisateurs à choisir l'équipement le mieux adapté à leurs besoins.

- Le guide d'aide au réglage à la ferme et au champ

Le guide d'aide aux réglages des pulvérisateurs fournit des instructions par étape pour ajuster les paramètres clés comme la vitesse, le débit, la pression, la calibration des buses et la filtration, afin d'assurer une pulvérisation précise et efficace. Il aborde aussi la gestion de la ventilation et du flux d'air, de la hauteur de la rampe et de la répartition transversale, garantissant une couverture uniforme des cultures. Enfin, il explique les bases de la pulvérisation et les critères de réussite pour optimiser l'application des produits phytosanitaires tout en réduisant l'impact environnemental.

- Le guide d'entretien des pulvérisateurs

Il décrit les différentes étapes nécessaires pour assurer le bon fonctionnement dans le temps du pulvérisateur. Il aborde l'entretien périodique, incluant le rinçage, le lavage, le nettoyage des buses, le rinçage des filtres, ainsi que le graissage et le contrôle des niveaux et du boîtier. L'entretien annuel est également traité, avec des conseils sur le remisage, l'hivernage et la mise en route du pulvérisateur. Le guide souligne l'importance de la sécurité et de la protection des utilisateurs, et aborde les contrôles techniques nécessaires. Enfin, il donne des recommandations sur l'entretien et la réparation pour garantir la longévité de l'équipement.

- Le guide santé sécurité

Les experts ont jugé utile de compléter le corpus de formation par un module de formation en santé et sécurité de travail sur l'utilisation du pulvérisateur et la protection des utilisateurs contre les risques d'exposition. Le document comprend des recommandations sur le choix des éléments du pulvérisateur en fonction de besoins de l'utilisateur tout en en réduisant son exposition. La démarche est axée sur l'utilisation réelle du pulvérisateur.

### Harmonisation et identité graphique des modules

La grande diversité des contenus, de leur origine et de leur qualité a nécessité une mise en forme afin de standardiser la conception des diapositives mais également de travailler le contenu graphique grâce à une charte graphique. Celle-ci permet d'identifier, par un jeu de couleur de caractère spécifique, le

secteur de production concerné : grandes cultures : marron clair ; viticulture : pourpre ; arboriculture : vert. Par ailleurs, différents pictogrammes permettent d'insister sur les points importants (Figure 2).

Figure 2: Exemple d'illustration des modules de formation Néopulvé  
 Figure 2: Examples of graphic design applied to Neopulvé modules



### Formation validée par les formateurs et les agriculteurs

Les outils (visuels) proposés ont été validés par les experts et serviront ensuite dans le cadre des formations de formateurs et de quelques agriculteurs. Un retour d'expérience est attendu des futurs utilisateurs (formateurs et formés) afin que ces « outils » soient validés et/ou améliorés. Ces modules constituent le corpus théorique de la formation, complétée par une phase pratique.

Les deux versions de la formation comprendront d'une part des diapositives projetables destinée aux formateurs, accompagnée d'un document explicatif détaillé, et d'autre part une brochure générale imprimée à destination des étudiants et des agriculteurs, accessible librement.

Le retour attendu des formateurs, concerne le contenu, la durée des modules, les fréquences en salle et/ou sur le terrain autour d'un pulvérisateur.

Un lien sera mis à disposition pour permettre aux formateurs et agriculteurs de transmettre leurs retours, assurant ainsi une amélioration continue du contenu même après la fin du projet. Un site internet, hébergé à INRAE, dédié au projet Néopulvé a été réalisé. Les différentes ressources identifiées et créées y seront rangées ; celui-ci sera accessible librement aux formateurs et aux agriculteurs.

### CONCLUSION

La mise au point d'une formation sur la thématique de la pulvérisation est un challenge car ce thème fait appel à des compétences larges à l'interface entre les agroéquipements et l'agronomie, en tenant compte des besoins et des contraintes des utilisateurs. La bonne maîtrise des réglages permet de limiter les risques pour la santé, l'environnement tout en garantissant une protection des plantes efficace. Le recours à un groupe d'experts de la pulvérisation a permis de considérer les différents secteurs de culture et leurs spécificités et de bénéficier d'éléments de formation existants.

A l'heure où ce document est rédigé, les modules ne sont pas complètement finalisés mais la présentation orale pourra aborder le retour d'expérience recueilli lors des sessions de formation de formateurs

### Références

Bouhekoum N, Douzals JP. and Grimbuhr S. 2023a, NEOPULVE project, DataPulve database, sprayer defaults, operator safety , spray calibration training, mandatory sprayer inspection. Proceedings of Agritechdays. Rennes, Oct 2023.

Bouchekoum N, Douzals JP. and Grimbuhler S. 2023b. Development of a training course on sprayer calibration and settings based on sprayer inspection database in France. Proceedings of SPISE Workshop, Den Haag, May 2023.

DGER, 2013, Note de service DGER/SDPOFE/N2013-2143 du 13 novembre 2013 : Recommandations pédagogiques concernant l'enseignement relatif aux produits phytopharmaceutiques, notamment en matière de préservation de la santé humaine, de l'environnement et des ressources naturelles en application de la Directive 2009/128/CE, [En ligne] URL : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-N2013-2143>

Grimbuhler S., Marcotullio E., Werlen T., Delanoë M., Viel JF, Du bon usage des pesticides : analyse socio-politique de la formation Certiphyto auprès des agriculteurs français, Vertigo, octobre 2024, 24(1), 24p.

Larguier, M., Pinçonnet, D., & Fontaine, F. (2021). Évolution du dispositif de contrôle périodique obligatoire des pulvérisateurs de produits phytopharmaceutiques (Rapport CGAAER n° 16097). Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

[https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/cgaaer\\_16097\\_2017\\_rapport.pdf](https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/cgaaer_16097_2017_rapport.pdf)

York, A. C., & Cahoon, C. W. (2019). Weed management in cotton. In *2019 Cotton Information* (pp. 181-187). North Carolina Cooperative Extension Service. Retrieved on June 2023. Available at:

[https://content.ces.ncsu.edu/pdf/sprayer-calibration/2019-01-02/Chapter\\_14.pdf](https://content.ces.ncsu.edu/pdf/sprayer-calibration/2019-01-02/Chapter_14.pdf)

Barthelemy, P et al., Choisir Les Outils de Pulvérisation. Paris: ITCF, 1990. 160p.

Abadia A. Technologie du Machinisme Agricole, SEDIMA Editions, 1981. 247 p.

Collectif, Les matériels de fertilisation et de traitement des cultures, collection Formagri vol 4/5, Coédition Cemagref - Lavoisier TEC & DOC, ISBN 2-7430-0187-9, 343p.

Site web NéoPulvé. INRAE. Disponible à : <https://neopulve.hub.inrae.fr/> (consulté le 9 janvier 2025).