

**AFPP-COLLOQUE SUR LES TECHNIQUES D'APPLICATION DE PRODUITS DE PROTECTION DES PLANTES
LYON -13 ET 14 MARS 2018**

**UN MATERIEL INNOVANT POUR L'INJECTION EN GOUTTE A GOUTTE DU DMDS, UN NOUVEAU
FUMIGANT DES SOLS**

J.-L. LAUNOIS⁽¹⁾, T. FOUILLET⁽²⁾, P. SUNDER⁽³⁾

⁽¹⁾ DOSATRON INTERNATIONAL - BP6 Rue Pascal 33370 TRESSES - France - jl.launois@dosatron.fr

⁽²⁾ ARKEMA/GRL - BP34 RD 817 64170 LACQ - France - thierry.fouillet@arkema.com

⁽³⁾ CERTIS EUROPE BV - 5 rue Galilée 78280 GUYANCOURT - France - sunder@certiseurope.com

RESUME

Cet article présente la conception d'un système d'injection proportionnel de dosage hydraulique spécialement adapté pour un nouveau produit de traitement des sols, le disulfure de diméthyle (DMDS). Les spécificités de compatibilité au produit, les améliorations de manipulation et de mise en œuvre pour éviter au maximum le contact entre l'opérateur et le produit ainsi que la facilité ergonomique de réglage du processus ont été pris en compte.

L'homogénéité de la concentration dans le temps a été testée avec succès en laboratoire et dans un essai *in situ* réalisé en France ainsi que dans de nombreux tests ou applications commerciales dans des pays méditerranéens (Grèce, Italie, Turquie...).

Enfin son indépendance énergétique vis-à-vis de toute forme d'énergie extérieure autre que la simple pression du réseau d'eau existante est un atout supplémentaire pour l'utilisateur.

Mots-clés : Concentration, DMDS, désinfection des sols, bonnes pratiques, pompe doseuse.

ABSTRACT

AN INNOVATIVE MATERIAL FOR DRIP APPLICATION WITH DMDS, A NEW SOILS FUMIGANT

This article presents the design of a proportional hydraulic dosing injection system specially adapted for a new soil treatment product, dimethyl disulfide (DMDS). The specificities of product compatibility, handling and implementation improvements to minimize contact between the operator and the product as well as the ergonomic ease of process control have been taken into account.

In France, the homogeneity of the concentration over time has been successfully tested in laboratory and in the field as well as in many commercial tests or applications in the Mediterranean countries (Greece, Italy, Turkey ...).

The energy needed to work with this dosing is only water.

Key words: Concentration, DMDS, soil disinfection, good practices, dosing pump.

INTRODUCTION

Les cultures sous abris et en plein sol (cultures légumières, ornementales, ...) sont soumises à de fortes pressions de bio-agresseurs telluriques tels que les nématodes ou des agents pathogènes. La nécessité de lutter et de contrôler ces populations est indispensable pour maintenir un niveau de productivité rentable et sain.

Depuis de nombreuses années des produits sont utilisés pour procéder à la désinfection de sols. La fumigation des sols est donc une nécessité pour protéger les cultures. Nous retiendrons deux facteurs essentiels qui ont conduit à l'élaboration d'un matériel spécifique à cette technique :

L'utilisation du bromure de méthyle (CH_3Br), agent de fumigation traditionnel qui est désormais soumis à des usages très limités et des restrictions réglementaires qui amènent progressivement à son interdiction totale de par le monde (Benoit et al, 2005).

L'application technique des produits de substitution dans des conditions réglementaires et d'utilisation (propre au fabricant) strictes.

En 1974, deux frères français, Jean et Philippe CLOUP, un ingénieur et un vétérinaire conçoivent le procédé unique du dosage proportionnel hydraulique sans électricité. Ce procédé-brevet initialement créé pour la vaccination en élevage, a été depuis largement divulgué dans une multitude d'applications : industries, nettoyage, désinfection de l'eau, potabilisation, fertigation et traitements phytopharmaceutiques (Amaré P., 2017).

Cette invention a fait l'objet d'un développement particulier pour créer un doseur parfaitement adapté à un nouveau produit de traitement des sols, le *disulfure de diméthyle* ou DMDS (Auger, Arnault, 2005).

MATERIEL ET MÉTHODE

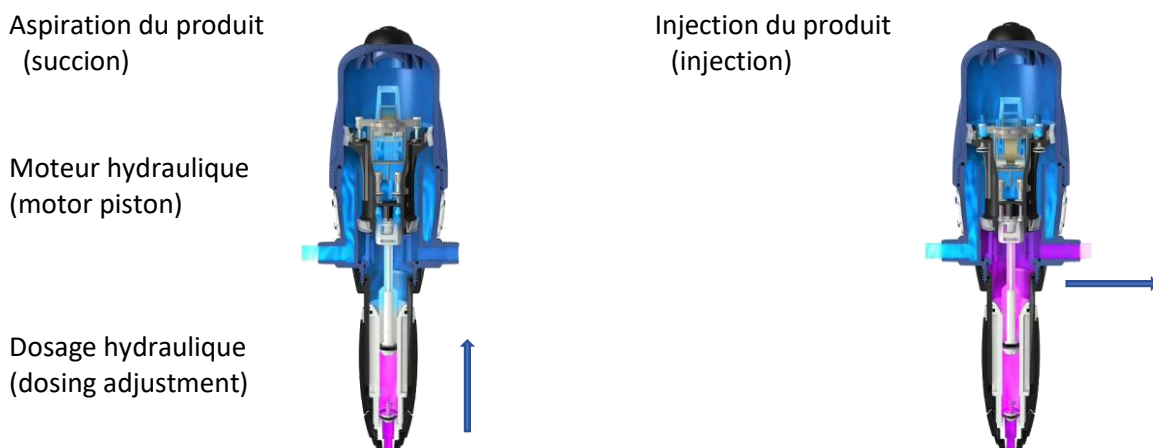
En premier lieu il est important de comprendre le principe de fonctionnement (fig.1) du doseur qui est composé de deux parties :

La partie moteur hydraulique : un piston moteur se déplace grâce à la pression de l'eau. Un système de soupapes permet d'inverser le mouvement. A chaque cycle du piston moteur correspond un volume d'eau fixe traversant la pompe (cylindrée moteur). La vitesse du piston moteur évoluera donc proportionnellement au débit d'eau de la canalisation. Le doseur est volumétrique.

La partie dosage hydraulique : Le piston doseur entraîné par le piston moteur injecte en continu une quantité constante de produit (cylindrée produit). Pour chaque cylindrée d'eau traversant le moteur, le piston doseur injecte la cylindrée correspondante de produit. Ce principe garantit donc un dosage constant quelles que soient les variations de débit ou de pression dans les canalisations. L'injection du produit est proportionnelle au débit d'eau.

Ainsi le doseur totalement indépendant de toute source d'énergie autre que le débit du réseau disponible permet une injection et un dosage précis du produit lorsqu'il est positionné sur le système d'irrigation comme cela est le cas pour un traitement de sol.

Figure 1 : Principe de fonctionnement (Operating principle)

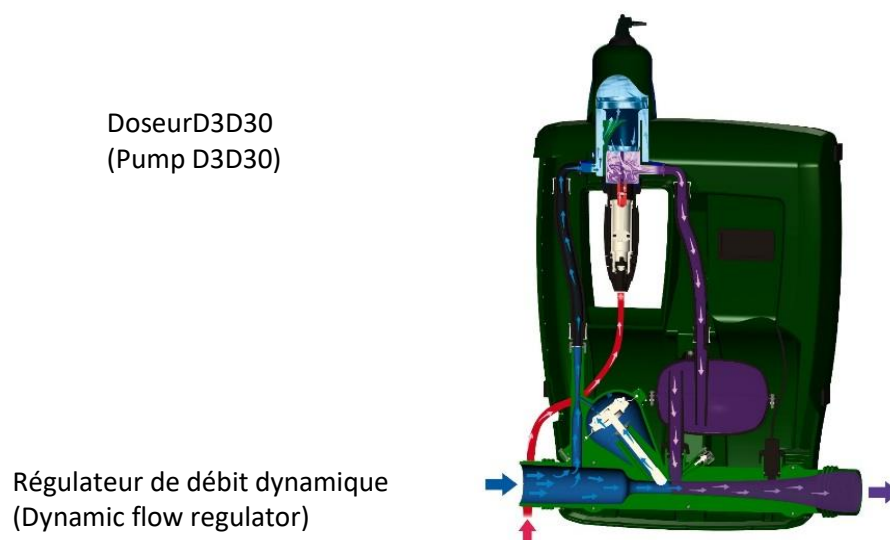


Les premiers tests de fumigation avec un système de dosage ont été effectués en collaboration avec le CIREF (Centre Inter Régional de Recherche et d'Expérimentation de la Fraise) à partir de 2005. En 2012 les sociétés DOSATRON® et ARKEMA, fabricant du produit DMDS, ainsi que la société CERTIS, distributeur exclusif du DMDS pour le traitement des sols en Europe, ont lancé un programme d'étude commun sur la faisabilité d'une pompe doseuse compatible avec ce nouveau produit. Dans un premier temps des travaux ont été conduits sur la compatibilité chimique des matériaux employés et employables vis-à-vis du DMDS. La partie corps du sous-ensemble doseur étant la plus sollicitée avec le passage du produit à l'état concentré d'origine, l'utilisation du *Polyfluorure de vinylidène* ($C_2H_2F_2$)_n (PVDF) pour les parties sensibles permet une compatibilité totale. Ainsi le corps doseur et le clapet d'aspiration sont injectés dans cette matière pour une sûreté d'emploi permanente. Le tuyau d'aspiration, pièce également fortement sollicitée chimiquement, se compose de *Polytétrafluoroéthylène* (C_2F_4)_n (PTFE) équipé de raccords inox 316 de type KAMLOCK rapide pour une sécurité accrue des raccordements. De même, les deux tuyaux pour l'alimentation et le refoulement de la pompe doseuse sont en PTFE recouvert inox tressé. La canne d'aspiration en inox a été développée par la société ARKEMA pour être parfaitement adaptée aux conditionnements des fûts de produits et permettent ainsi une utilisation sécuritaire maximum. Elle est dotée d'un filtre à maille métallique et d'un raccord KAMLOCK inox rapide. Les joints d'étanchéité entre les éléments sont en *Caoutchouc Fluorocarbonate* ou FKM dit VITON®.

Ce sous ensemble doseur est intégré sur un régulateur de débit dynamique en polyamide de type PA 12 qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet (brevet Français n°13 50397 en date du 20/03/2015).

L'ensemble permet ainsi d'injecter en toute sécurité le DMDS sur une plage de débit de 8 à 30 m³/h pour des réseaux d'irrigation fonctionnant sous une pression maximale de service allant jusqu'à 6 bar. Le doseur est soumis en fin de montage à un contrôle qualité systématique sur les points essentiels, à savoir débit et dosage qui doivent impérativement répondre aux exigences de nos certifications internes : courbes de dosage, de pertes de charge, et externes : ISO 9001 - 14001, ILO-OSH and OHSAS 18001.

Figure 2 : Fonctionnement du doseur D30SPE.ARK (dosing pump D30SPE.ARK principle)



Sur un second plan, les concentrations recherchées ont été prises en compte et le doseur a été développé avec une plage de concentration de 0,05 % à 0,5%, compte tenu que la concentration moyenne la plus communément utilisée pour le DMDS est proche de ou égale à 0.25%.

Tous les éléments du système sont intégrés dans un coffret en polymère thermoplastique ABS qui permet un usage « plug and play » des plus simples de par son maniement ainsi que par le raccordement sur le réseau d'irrigation via un filetage mâle BSP 80x90 ou bride ISO DN 80.

Figure 3 : Doseur D30SPE.ARK (dosing pump D30SPE.ARK)



DISCUSSION ET RESULTATS

Après les tests préliminaires en laboratoire, qui ont permis de fiabiliser le doseur sur son dosage et sa répétabilité, un premier essai *in situ* a été mis en place avec le Dosatron D30SPE.ARK en collaboration avec la société de services SAA, Sciences Agro Atlantique. Basée en Gironde, SAA est une société spécialisée dans l'expérimentation de produits phytopharmaceutiques, bénéficiant d'une accréditation BPE, Bonne Pratique d'Expérimentation, et ayant une expertise reconnue pour de nombreuses cultures dont les cultures légumières.

L'essai a été mis en place chez un agriculteur sur la commune de Virazeil dans le Lot et Garonne.

Le dispositif expérimental était constitué d'un tunnel d'une surface de 387m² (52m de long et 6.7m de large) qui est représentatif de la région. Le sol est limono sableux, la culture précédente était du poivron et la nouvelle culture après désinfection du sol de la laitue. Les parasites du sol les plus importants sont des nématodes à galles, *Meloidogyne spp.*

Afin d'injecter le produit DMDS avec le doseur D30SPE.ARK, un système de goutte à goutte a été mis en place au préalable : un réseau de 35 lignes de goutte-à-goutte espacées de 20cm dans le sens de la longueur du tunnel reliées par une ligne principale, elle-même connectée à la ligne d'arrivée d'eau.

Chaque ligne est constituée de gouteurs espacés tous les 15 cm et ayant chacun un débit unitaire de 1.05 L/h.

Le nombre total de gouteurs est donc de 13 300 et le débit de la surface à traiter est ainsi de 13 965L/h. Le système de goutte-à-goutte est ensuite recouvert dans son intégralité par un film barrière de type TIF, Totally Impermeable Film, empêchant la diffusion dans l'atmosphère du fumigant sous sa forme de gaz.

La dose de produit utilisée est celle qui a été validée dans de nombreux essais d'efficacité pour le

contrôle des nématodes, soit 400L/ha donc 40ml/m² (Fargier et al, 2013).

La concentration théorique prévue est de 0.2%, cette concentration correspondant à un apport d'eau de 20L/m² soit 7 640 litres d'eau sur la parcelle à traiter. La répartition uniforme du produit dans le tunnel jusqu'à un horizon de 30cm de profondeur dans le sol permet d'atteindre au mieux les nématodes tout en évitant la dégradation ou l'altération des lignes de goutteurs par le DMDS.

Avec un tel dispositif il est possible de calculer le temps théorique d'application qui correspond au ratio entre la quantité d'eau à apporter et le débit de la parcelle à traiter :

$7\,640 / 13\,965 = 0.547$ heure soit 33 minutes dans ce cas.

Le doseur prototype D30SPE Dosatron a été positionné près de la parcelle sur la ligne d'arrivée d'eau. Un débitmètre et un manomètre ont été placés en amont du Doseur D30SPE.ARK et un deuxième manomètre en aval.

En suivant la mise en application du produit a été scrupuleusement suivi pour les précautions d'usages avec tout l'équipement de protection individuel requis et le protocole décrit par le fabricant du DMDS.

Figure 4 : Doseur en phase de test *in situ* (*in situ* test with dosing pump)



L'utilisation d'un doseur proportionnel hydraulique sans électricité permet un usage totalement indépendant d'une source d'énergie externe et peut donc se positionner très facilement dans de nombreuses situations géographiques.

Le réglage du dosage selon les calculs de la parcelle à traiter s'effectue toujours hors pression, de manière manuelle, par rotation de la bague de réglage avec une répétabilité de $\pm 3\%$ sur la lecture.

La variation des débits des secteurs d'irrigation n'entraîne à aucun moment un problème pour la justesse de la dose à incorporer compte tenu du mode de fonctionnement hydraulique propre à cette pompe DOSATRON® bénéficiant d'une technologie brevetée sur la base d'une régulation dynamique de débit. Pour rappel ce système permet de travailler dans une plage de débit de 8 m³/h à 30 m³/h avec toute la précision du dosage répondant à nos courbes (plage de précision de $\pm 10\%$ sur l'intégralité de sa courbe).

Les tests réalisés en interne et en externe ont permis de démontrer la parfaite compatibilité de ce modèle avec le produit DMDS.

Dans l'essai conduit *in situ*, afin de mesurer les performances et la précision du matériel, différents paramètres ont été mesurés :

- . Contrôles préliminaires lors de la mise en eau avant injection du produit :
 - La pression en amont et en aval du Doseur. Elle était de 1,8 bar en amont et de 1 en aval, ces pressions sont conformes à celles requises pour ce type d'application en goutte-à-goutte.
 - Le contrôle du débit des goutteurs. Le débit est en moyenne de 1.05 L/H avec un écart pouvant varier de 0 à 5% au maximum, le débit était donc conforme à celui indiqué par le fabricant des lignes de goutteurs.
- . Contrôles en cours et en fin d'application :
 - Quantité de produit utilisé par pesée
 - Quantité d'eau consommée par lecture du débitmètre
 - Temps d'application réel

Ces valeurs ont été comparées aux valeurs théoriques et ont permis de calculer la concentration réelle (Tableau I).

L'application a été arrêtée dès que la quantité de produit prévue a été injectée. Celle-ci est suivie en continu tout au long de l'application grâce à l'utilisation d'une balance ou d'un outil de mesure de niveau.

Tableau I : Résultats comparatifs théoriques vs. observés
(Theoretical vs. observed comparative results)

	Valeurs théoriques	Valeurs réelles	Ecart
Quantité d'eau	7 640 L	7 830 L	+ 2%
Temps d'application	33 minutes	33 minutes	0%
Concentration	0.2%	0.195%	- 2%

L'écart observé de $\pm 2\%$ peut être considéré comme non impactant et très faible. Cette mesure permet de valider ce matériel dans les conditions de cet essai.

D'autres essais avec le même modèle de doseur D30SPE.ARK ont également été mis en place dans différents pays au cours de ces dernières années dont la Grèce (Grèce centrale), l'Italie (Sicile & Campanie) et la Turquie (régions d'Antalya & de Mersin) et ont permis de valider l'intérêt de cette technique pour l'injection du DMDS en traitement de sol en agriculture.

CONCLUSION

Les différentes études et essais ont montré que le Doseur D30SPE.ARK était un outil fiable pour l'injection du produit de traitement des sols DMDS.

Cet appareil permet d'appliquer le produit à une concentration constante, garantissant une répartition uniforme du produit dans la parcelle jusqu'à un horizon de 30cm de profondeur dans le sol afin d'atteindre au mieux les agresseurs bio-telluriques du sol tout en évitant toute altération des lignes de goutteurs par le produit.

D'autre part, ce matériel ne nécessitant aucune source d'énergie externe, il est facile d'utilisation sur de très nombreuses exploitations ayant des caractéristiques différentes en tailles, lieu géographique... Ce doseur ne nécessite que très peu de maintenance à l'utilisation et permet une sécurisation des personnes par une forte diminution de la manipulation du produit.

A ce jour le modèle D30SPE.ARK de DOSATRON® permet de réaliser des applications simples et sécurisées sur des parcelles d'une surface inférieures ou égales à 2000m², et un nouveau modèle avec une capacité plus importante en débit doit être testé prochainement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient pour sa précieuse collaboration la société SAA pour la contribution aux essais ainsi que les agriculteurs réceptonnaires des essais dans les différents pays.

BIBLIOGRAPHIE

Amaré P., 2017 - L'invention du dosage de haute précision - www.dosatron.com

Auger J., Arnault I., 2005 - Les disulfures, pesticides naturels : le cas du DMDS, disulfure de diméthyle. *AFPP septième conférence internationale sur les maladies des plantes.*

Benoît M., Bonicelli B., Guichard L., Delorme R., Faloya V., Ruelle B., 2005 - Expertise scientifique collective "Pesticides, agriculture et environnement" - *Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux.*

Fargier P., Rampon C., Charles P., Fouillet T., Descamps S., du Fretay G. et le groupe de travail SRAL, 2013 - Un fumigant de sol déjà utilisé pour la désinfection des sols dans le monde, et pour des usages industriels, testé sur laitue, melon, carotte et pomme de terre. *Phytoma* n°668.