

Le DS2H, nouvelle tête d'atomisation domestique à disque tournant

Jean-Marc CHICHEPORTICHE¹, Jean-Pierre RENAUDEAUX², Najib ZAINOUN²

¹ Equipe Fluides et Applications, ESCPI-CNAM,
61 rue du Landy, F93210 Saint Denis

jean-marc.chicheportiche@cnam.fr

² SPRAI SAS

14 chemin de la Rousterie

F78460 Chevreuse

contact@spraysas.com

Résumé.

Le DS2H est une nouvelle tête d'atomisation de liquide à usage domestique basée sur la possibilité de fabriquer des aérosols en envoyant un jet liquide sur un disque en rotation rapide et sur la miniaturisation du diamètre des disques, de l'ordre de 1 à 3 cm. Portable et/ou autonome, elle rassemble en un seul appareil trois composants nécessaires à son fonctionnement : un atomiseur, une pompe et un ventilateur. Trois versions correspondant à des applications différentes sont développées simultanément : le DS2H P est un appareil portable alimenté par le secteur et destiné à une utilisation intensive, le DS2H AP est un appareil portable alimenté par pile ou batterie, le DS2H RE est un appareil autonome dont la source d'énergie est soit une éolienne, soit un moteur électrique alimenté par une batterie solaire. Le DS2H, qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet en 2005, n'utilise pas de gaz propulseur et constitue une nouvelle alternative dans la génération d'aérosols destinés au grand public, soucieuse de protéger l'environnement.

Abstract.

DS2H is a new domestic sprayer, using the technic of spinning disks . The dimension of the disk, from 1 to 4 cm, allows to conceive a portable or/and system which integrate the three fonctions necessary to produce sprays : a spinning disk, a pump and a fan. The major advantage of this device is that it is not necessary to use a gas which can be dangerous for environment and/or user. Three versions are simultaneous developped, coresponding at different applications.

1 INTRODUCTION

Les aérosols occupent une place si importante et diversifiée dans les secteurs industriels, agricoles et des biens de consommation, qu'il est difficile de dresser une liste exhaustive des applications actuelles et potentielles.

Dans l'univers agricole, les aérosols servent surtout de vecteurs pour apporter un produit en un lieu déterminé, l'eau pour arroser, les engrais pour faciliter la croissance ou les pesticides pour protéger les plantes des maladies.

Dans le monde industriel, les aérosols constituent aussi des vecteurs dans l'humidification, la combustion, la pollution, le nappage ou l'enrobage de produits, mais ont aussi d'autres fonctions : c'est ainsi que les poudres sont souvent produites à partir de mélanges liquides que l'on pulvérise puis sèche ou solidifie ; c'est également ainsi que l'on fabrique des micro-capsules à partir de gouttes que l'on enrobe. L'objectif peut-être alors soit de protéger la goutte d'agressions externes, soit d'obtenir une diffusion lente du produit à travers la membrane protectrice, soit d'obtenir une rupture de la membrane sous l'effet d'une cause précise. L'industrie textile, par exemple, fabrique des vêtements qui diffusent du parfum lorsqu'ils sont portés sous l'effet de la chaleur corporelle.

La très grande simplicité d'utilisation des aérosols ainsi que l'aspect fortement hygiénique de ce mode d'application font que ceux-ci sont souvent utilisés avec des générateurs portables souvent appelés «bombes aérosols ». 11 milliards de bombes sont produites dans le monde chaque année pour des applications de désodorisation, désinfection, nettoyage, peinture, etc..

2. METHODES DE GENERATION DES AEROSOLS INDUSTRIELS ET AGRICOLES

Deux méthodologies sont principalement employées dans l'industrie et l'agriculture:

- Le liquide, mis sous pression dans un réservoir, est éjecté à travers une buse, avec ou sans injection de gaz. Le passage à travers la buse provoque la pulvérisation (Fig.3).
- Le liquide est injecté au centre d'un grand disque en rotation rapide. Il s'étale sur le disque, puis se résout à sa périphérie en gouttelettes (Fig.1).



Figure 1 : tête atomisation à disque tournant SPRAI



Figure 2 : générateur autonome d'aérosol



Figure 3 : buse de générateur autonome d'aérosol

3. AEROSOLS DE BIENS DE CONSOMMATION.

Pour les aérosols utilisés comme biens de consommation, caractérisés par le fait qu'ils sont contenus dans des boîtiers portables et autonomes, les générateurs à disques tournants actuels, qui ont des diamètres de 10 à 30 cm, sont trop encombrants et les seuls générateurs utilisés sont les boîtiers sous pression (Fig. 2).

La qualité de l'aérosol produit, principalement caractérisée par sa granulométrie, est fortement liée à la pression à l'amont de l'orifice. Une « bombe » de qualité doit pouvoir générer des aérosols dont la granulométrie et le débit doivent varier le moins possible tout au long de la vie de la « bombe ». Cette qualité ne peut jusqu'à présent être obtenue qu'avec :

- Un gaz propulseur liquéfié qui se vaporise dans le boîtier au fur et à mesure que le liquide est vaporisé. La majorité de ces gaz (CFC) ont été interdits, car soupçonnés de réduire la couche d'ozone et les quelques gaz liquéfiés autorisés et convenant aux applications sont rares et chers.
- Un gaz dissous, en particulier le CO₂, accusé de contribuer à l'effet de serre ou le butane, connu pour ses propriétés d'inflammabilité, et qui a déjà été à l'origine d'accidents liés à une utilisation non conforme des générateurs.

Ces inconvénients, majeurs, entraînent d'une part une certaine stagnation globale du marché et d'autre part une certaine crainte des fabricants de subir un durcissement de la réglementation internationale et européenne des générateurs d'aérosols.

4. LA SOLUTION ALTERNATIVE : LE DS2H OU DOMESTIC SPINNING DISK HEAD ¹.

Les recherches entreprises pour comprendre les mécanismes de dégénérescence des jets issus des disques en rotation, pour maîtriser cette dégénérescence et contrôler la granulométrie ainsi que pour miniaturiser les disques tournants ont conduit les auteurs à créer SPRAI, Services pour la Production et la Recherche en Aérosols Industriels, entreprise de valorisation des recherches. SPRAI réalise à la demande des têtes d'atomisation industrielles sur mesure, en particulier des têtes vibro-rotatives capables de générer des aérosols homogènes (Fig.4).

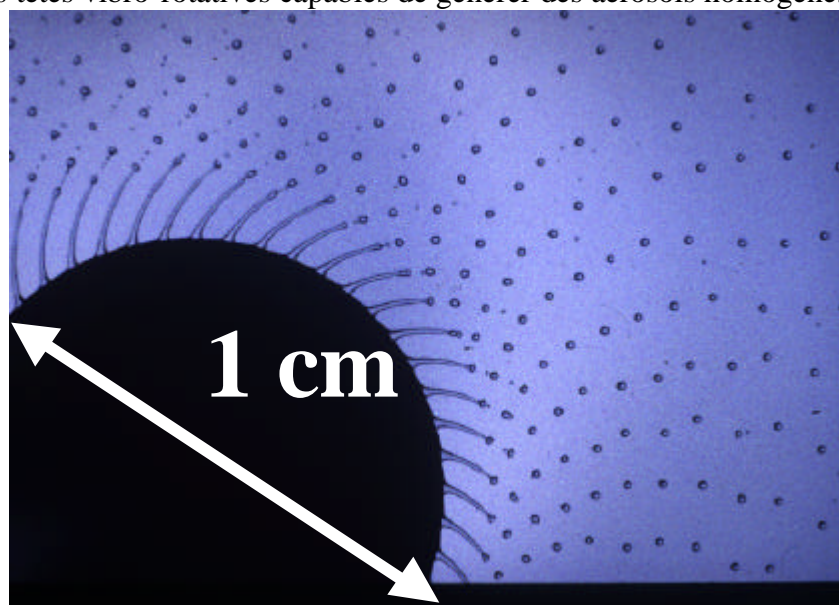


Figure 4 : Aérosol homogène généré par un disque tournant de diamètre 1cm

SPRAI, en collaboration avec le CNAM, a entrepris une diversification, visant à proposer une alternative aux générateurs d'aérosol sous pression, la tête d'atomisation domestique à disque tournant. Le projet «Domestic Spinning Disk Spraying Head » (**DS2H**) vise à concevoir et réaliser une famille de générateurs d'aérosols par disques tournants portatifs et/ou autonomes par opposition aux appareils industriels fixes ou portés par des robots. Cette famille a en commun de réunir sur un même système :

- un disque, bol ou tout autre objet mis en rotation par un moteur et générant un aérosol,
- un dispositif d'alimentation en liquide du disque ou bol,
- un dispositif permettant de diriger les aérosols dans la direction voulue, une source d'énergie, un réservoir et divers organes de commande et régulation².

Selon les réalisations et/ou les applications, cette famille se décline en trois versions :

- Le «Portative Domestic Spinning Disk Spraying Head » (**DS2HP**) est caractérisé par le fait que le moteur d'entraînement est le plus généralement un moteur électrique alimenté par le secteur³. Le DS2HP est plus particulièrement destiné aux utilisations

¹ Brevet 05 05752

² Selon les applications, certains des éléments cités ci-dessus ne sont pas obligatoires

³ Le moteur peut également être un moteur pneumatique alimenté par une source de pression externe

intensives, professionnelles ou domestiques, pour lesquelles un appareil indépendant aurait une autonomie insuffisante.

- Le « Autonomous and Portative Domestic Spinning Disk Spraying Head » (**DS2HAP**) est caractérisé par le fait qu'il est portatif et autonome. Il comprend sa propre source d'énergie (batterie ou pile) et a un réservoir fixe ou préférentiellement échangeable. Il est plus spécialement destiné aux applications grand public et se positionne comme le concurrent direct de la « bombe aérosol »
- Le « Renewable Energy Autonomous Domestic Spinning Disk Spraying Head » (**DS2HRE**) est caractérisé par le fait que sa source d'énergie est une énergie renouvelable, solaire ou éolienne. Il est plus particulièrement destiné à des installations de pulvérisation permanentes et isolées, notamment dans les pays chauds, par exemple des installations d'oxygénation de lagunage et plus généralement de traitements des eaux ou des installations de dessalement d'eau de mer.

Le principal avantage du disque tournant est qu'il n'utilise pas de gaz propulseur. Il n'est donc pas nécessaire d'adjoindre un compresseur à l'appareil portable (DS2HP), comme c'est le cas pour les pistolets à peinture classiques. Cela supprime pour le DS2HAP l'ensemble des problèmes environnementaux liés aux dangers des gaz propulseurs. Comme le gaz propulseur occupe 50 à 80% du volume des boîtiers, sa disparition permet également une forte miniaturisation du générateur.

L'absence de buse constitue aussi une amélioration intéressante dans toutes les applications où il existe un risque de bouchage lié à une inhomogénéité du produit ainsi que dans celles où il y a un risque d'altération du liquide lié aux forts taux de cisaillement présents au niveau de la buse.

5. LE CAHIER DES CHARGES DU DS2H

Le dispositif doit pouvoir atomiser un liquide, caractérisé par sa masse volumique ρ , sa viscosité dynamique μ et sa tension superficielle σ , avec un débit donné constant, une granulométrie définie constante et projeter ce liquide dans une direction donnée. Il s'en suit que :

- Le dispositif est d'abord conçu pour obéir aux lois de la fragmentation qui définissent le débit en fonction de la granulométrie, de la vitesse de rotation ω du disque et de son rayon R pour un liquide donné [1],[2],[3]. La constance du débit et de la granulométrie impose :
 - une vitesse de rotation constante, condition assez facile à réaliser avec un moteur électrique
 - un débit d'alimentation indépendant du niveau de charge du réservoir. Ceci peut être obtenu en utilisant une pompe volumétrique
- La nécessité de projeter le liquide dans une direction donnée nécessite de fournir une force supplémentaire aux gouttes éjectées du disque. En effet, les gouttes sont mises en vitesse par la rotation du disque et partent avec une vitesse initiale V proche de $R\omega$. Quelle que soit la forme de l'objet tournant, (disque ou bol), leurs trajectoires sont pratiquement dans le plan perpendiculaire à l'axe de rotation et il est nécessaire de les rediriger pour obtenir un cône de projection, ayant en général son axe confondu avec l'axe de rotation. La bonne direction du flux de gouttes peut-être obtenue en les

plaçant dans un courant d'air de force et de direction données fourni par un ventilateur.

Ces fonctions sont classiques et ont toutes des solutions connues. Le challenge débute seulement lorsqu'on se fixe deux conditions supplémentaires qui sont indispensables à la réussite du projet :

- Le dispositif doit être portable et autonome. Cette condition impose non seulement la miniaturisation du disque, mais aussi celle de la pompe et du ventilateur, ainsi que l'optimisation de la consommation énergétique
- Le dispositif doit être compétitif quelle que soit sa version. Si le prix de vente d'un pistolet à peinture, auquel correspond le DS2HP, est de quelques dizaines à quelques centaines d'€ le prix de vente d'une bombe, variable selon les produits, est seulement de quelques €. Le DS2HAP doit absolument être bien conçu pour arriver à ce niveau de prix .

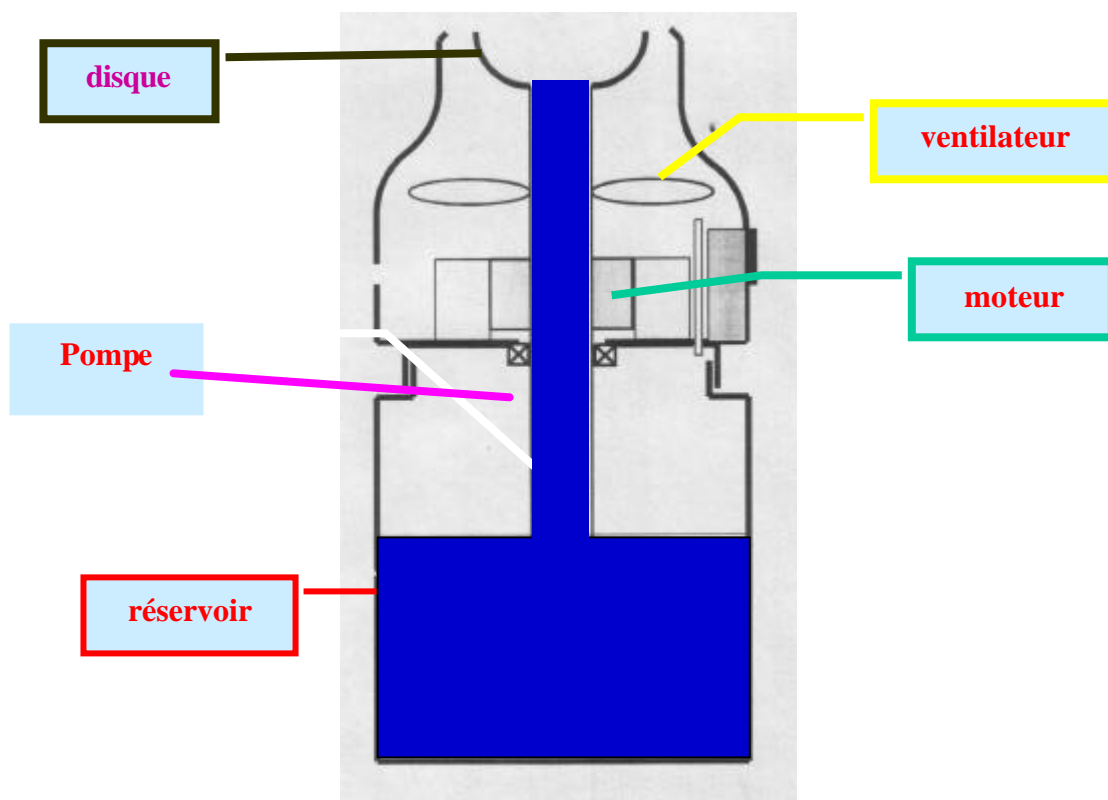


Figure 5 : Schéma de principe d'un générateur d'aérosol à disque tournant portable et autonome (DS2H AP)

CONCLUSION

L'invention du principe aérosol date des années 1930, mais la première application a été breveté par Goodhue et Sullivan en 1943 et a servi à pulvériser des insecticides dans le cadre de la deuxième guerre mondiale. Après la guerre, les « bombes aérosols » se sont très rapidement développées, sont devenues un produit de masse à bas coût et délivrent des produits actifs extrêmement diversifiés. Cette industrie rencontre cependant certains problèmes liés à l'utilisation de gaz propulsifs, dont certains se révèlent dangereux pour l'environnement. Le générateur d'aérosol à disque tournant constitue une alternative intéressante, car elle supprime l'utilisation des gaz.

REFERENCES

- [1] LETEURTROIS J.P. (1974), Dispersion fine d'un liquide à l'aide d'un disque en rotation. Thèse de 3^{ème} cycle de l'Université Pierre et Marie Curie
- [2] CHICHEPORTICHE J.M. (1993), Etude de la fragmentation commandée des jets liquides issus d'un disque en rotation et réalisation d'un générateur de gouttelettes monodispersées. Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie
- [3] ZAINOUN N. (2005), Contrôle de la fragmentation des jets liquides issus d'un disque tournant. Thèse de doctorat du Conservatoire National des Arts et Métiers