

Performances environnementales des machines d'épandage de produits minéraux et organiques

Dominique Didelot ^a, Emmanuel Piron ^b,
Marc Rousselet ^b et Pierre Havard ^c

Sur son centre de Montoldre dans l'Allier, le Cemagref a conçu et mis en place deux bancs d'expérimentations capables d'évaluer les performances environnementales des technologies impliquées dans l'épandage des matières fertilisantes et amendements. Or, par arrêté interministériel du 11/09/06, publié au Journal officiel du 12/10/06, le Plan végétal pour l'environnement (PVE) se met en place, visant à aider des investissements spécifiques qui réduisent les pollutions par les fertilisants aux moyens de matériels visant une meilleure maîtrise des apports et une aide à la décision.

Y a-t-il des normes sur les matériels qui encadrent cet objectif de qualité ? Qu'en est-il finalement des performances actuelles des machines en service ? Des technologies innovantes sont-elles sur le point d'apporter des réponses ? Vers quelle tendance allons-nous au niveau européen ? Telles sont les questions auxquelles nous proposons de répondre ici.

Les normes en vigueur au plan européen et les résultats aux bancs de laboratoire

Depuis avril-mai 2003, les constructeurs disposent de normes européennes, d'application non obligatoire, codifiant les exigences minimales en matière de performances environnementales des machines d'épandage : EN 13739 pour les épandeurs d'engrais minéraux, EN 13080 pour les épandeurs de fumiers et composts, EN 13406 pour les tonnes à lisier. Dans le même temps, les méthodes de vérification aux bancs d'essais ont été publiées pour objectiver la démarche (figures 1 et 2).

Ainsi, en épandage centrifuge d'engrais minéraux (représentant la technologie dominante), une étude de 2004 réalisée par le journal allemand *Profi*, dans les conditions de laboratoire et sur des matériels réglés par les constructeurs, conclut qu'à peine 1,3 % seulement des essais n'ont pas satisfait la norme d'un coefficient de variation transversale (CVT) de 15 % (écart de dose en transversal après recouvrement des nappes).

De même, en contrôle du débit (répartition longitudinale), les matériels satisfont facilement à la norme d'un écart de débit de moins de 10 % par rapport à l'attendu. Les essais de laboratoire restent cependant essentiels pour suivre les évolutions, tant de la norme que celles des machines et des produits.

Pour l'épandage de produits organiques liquides, ces deux types de répartition sont également bien maîtrisés, sauf pour la « buse palette » qui devrait tendre à disparaître du fait de la forte volatilisation ammoniacale et des nuisances olfactives induites.

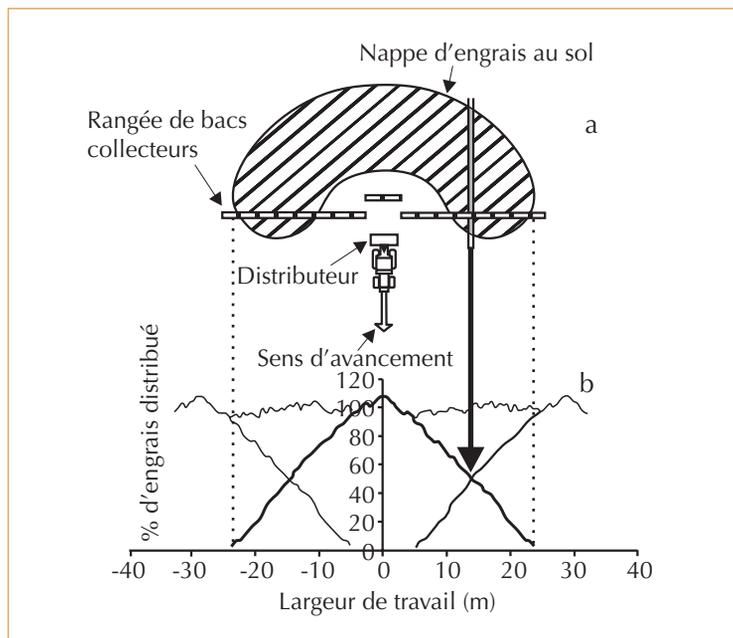
Pour les produits organiques pâteux (boues) ou solides (fumiers et composts), la situation est nettement moins favorable. Lors d'une campagne d'état des lieux effectuée en 2004 sur plus de 10 machines à caisses étroites, à hérissons verticaux et (ou) tables d'épandages, il apparaît que pour des produits type fumier de bovins ou compost, les épandeurs atteignent les performances de régularités transversales et longitudinales requises par la norme, dans 40 % des cas seulement (Rousselet et Mazoyer, 2004).

Les contacts

a. Cemagref,
UR Technologies
et systèmes d'informations
pour les agrosystèmes,
24 avenue des Landais,
BP 50085,
63172 Aubière Cedex 1.

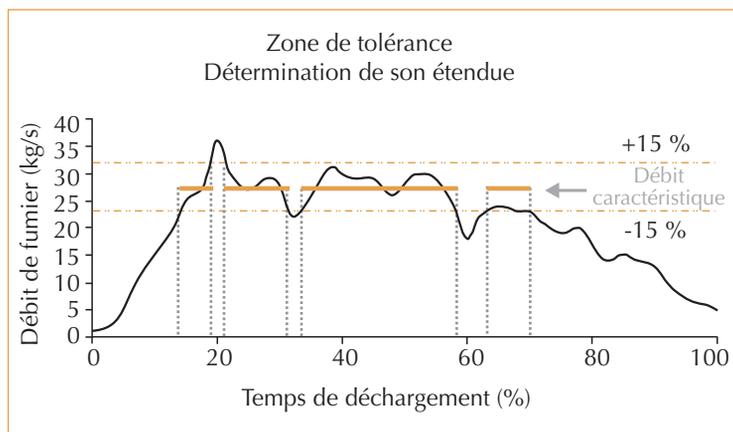
b. Cemagref,
UR Technologies
et systèmes d'informations
pour les agrosystèmes,
Domaine des Palaquins,
03150 Montoldre.

c. Chambre régionale
d'agriculture de Bretagne,
Station des Cormiers,
La Bourdinière,
35140 Saint-Aubin du
Cormier
UR Technologies
et systèmes d'informations
pour les agrosystèmes,
Domaine des Palaquins,
03150 Montoldre.



▲ **Figure 1** – Principe de mesure de la répartition transversale d'épandage obtenue après simulation du recouvrement des passages.

Pour le fumier de volailles, les épandeurs ont tous eu au moins un résultat inférieur aux exigences de la norme. Spécifiquement en répartition longitudinale (contrôle du débit), les épandeurs ne répondent pas dans 54 % des cas à l'une et/ou l'autre exigence : « plus de 35 % du temps de déchargement dans la zone de tolérance (entre -15 et +15% du débit caractéristique) » et « moins de 40 % de coefficient de variation longitudinale global ».



▲ **Figure 2** – Principe de mesure de la régularité longitudinale en épandage de produits organiques.

Des performances dégradées en situation de « terrain »

En conditions réelles d'utilisation au champ, les machines sont confrontées aux singularités parcellaires : pointes de champ, passages parallèles mais d'espacements différents de la largeur optimale de travail, virages, débuts et fins d'épandage. Par ailleurs, même si les performances intrinsèques du distributeur sont bonnes, il peut y avoir, en pratique, inadéquation des réglages aux caractéristiques physique des produits à épandre.

En fertilisation minérale, selon le service Dynatest, développé en Europe par le fournisseur d'engrais DSM Agro, sur 235 contrôles d'épandage au champ réalisés en l'an 2000, lors du premier passage, 65 % des matériels avaient un CVTc (champ) supérieur à 15 %, dont 29 % un CVTc supérieur à 25 % qualifié de « mauvais » et « susceptible d'affecter les résultats de la culture ».

En contrôle spatial au champ de l'épandage des produits organiques pâteux ou solides (figure 3), les défauts de maîtrise transversale et surtout longitudinale se cumulent pour aboutir à des sur ou sous-dosages généralisés (dose par unité de surface de 50 ou 150 %). Cette situation complique évidemment la capacité à prendre en compte rationnellement ce type d'apport dans le calcul des bilans azotés pour moduler la fertilisation minérale de la culture qui suit.

Des dispositifs technologiques à promouvoir et des innovations en émergence

Les contraintes environnementales guident actuellement les innovations technologiques, celles-ci n'étant pas au même niveau de maturité suivant que l'on s'intéresse à l'épandage minéral ou organique.

Dans le domaine des amendements et fertilisations organiques, nous en sommes encore à convaincre les utilisateurs de l'intérêt de connaître les doses réellement apportées. La nature physique complexe des matériaux à épandre, leur statut « sociétal » de déchet plutôt que de produit ne facilitent pas cette (re)prise de conscience qu'il y a synergie d'intérêt à mieux valoriser la matière organique disponible : économie d'unités fertilisantes minérales, restauration ou maintien du potentiel de fertilité des sols, moindre fragilité physique et biologique des sols...

C'est en particulier l'adoption d'équipements de régulation et de contrôle du fonctionnement des épandeurs qui facilitera cette appropriation de la valeur des engrais de ferme. Des dispositifs de pesée globale sont d'ores et déjà fonctionnels chez différents constructeurs d'épandeurs mais encore peu vendus car le surcoût en équipement est important. La régulation en temps réel du débit est actuellement en développement conjoint avec un équipementier.

Pour l'épandage de liquides chargés (lisiers...), les inconvénients avérés de la buse-palette, qui représente encore 75 % du marché français, militent sur le plan environnemental pour l'utilisation d'enfouisseurs (obligatoires aux Pays-Bas) et de rampes à pendillards. Ces systèmes permettent de réduire de 60 à 70 % la volatilisation ammoniacale et d'éviter des répartitions hétérogènes, mais restent toutefois sensibles aux risques de bouchage totaux ou partiels, en cours d'épandage.

Pour l'épandage d'engrais minéraux, les augmentations continues de surfaces, tant des exploitations que des parcelles elles-mêmes, ont conduit à devoir résoudre une contradiction forte entre les grandes largeurs de travail qui sont passées de 18 à 48 m, pour suivre les intervalles de passage des pulvérisateurs, et le besoin de précision des apports en intra-parcellaire pour minimiser en tous points les écarts de doses.



◀ **Figure 3** – Carte des hétérogénéités d'apports en épandage organique, par transposition au champ de l'irrégularité de distribution longitudinale selon les parcours de l'épandeur.

De plus, le nombre de formulations d'engrais a augmenté, avec des conséquences très marquées en termes de qualité de distribution au sol. Si l'on ajoute les contraintes environnementales croissantes, conduisant par exemple à l'apparition de dispositifs d'épandage en bordure de champ, on constate rapidement que ces machines sont devenues « complexes », en particulier à régler, mais aussi à concevoir.

L'éco-conception des technologies de l'épandage et le marché européen

L'éco-conception remet les finalités environnementales au cœur du processus d'élaboration d'une technologie. Elle utilise l'analyse de cycle de vie (« du berceau à la tombe ») pour objectiver la prise en compte des flux de matières et éviter les transferts de charges polluantes. Le Cemagref s'est lancé dans un projet ambitieux (du nom d'ECODEFI) avec 12 autres partenaires de la recherche, de l'industrie et du développement agricole pour favoriser cette approche.

Il était temps, car la France marque un sérieux retard dans ce domaine par rapport à la Suisse, l'Allemagne, le Danemark, la Grande-Bretagne et d'autres. Or, les constructeurs européens (Kverneland, Kuhn, Samson, Amazone...) ont bien compris cet enjeu notamment pour pénétrer les marchés de l'Est de l'Europe. Les 25 constructeurs français de matériels d'épandage organique ont, grâce à ces nouveaux outils et grâce à l'appui méthodologique du Cemagref en recherche et développement, la possibilité de développer de vraies écotecnologies (« plus propres que celles qu'elles remplacent ») valorisables au niveau européen. Les décideurs publics ont aussi intérêt à soutenir cette approche.

Nota : les produits éco-conçus peuvent bénéficier d'un éco-label européen qui joue un rôle identique à la marque NF Environnement.

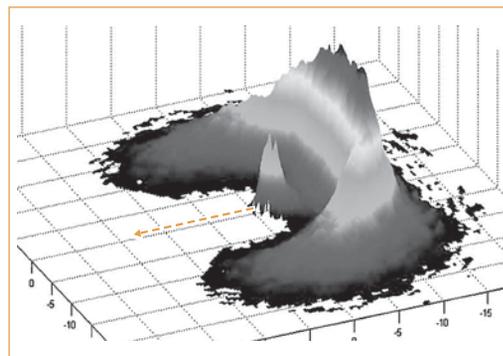
Voir le site : http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm

Pour faire face à ces difficultés méthodologiques, l'idée est née au Cemagref d'avoir recours à un nouveau banc d'expérimentation permettant de caractériser la nappe d'épandage au sol en trois dimensions (figure 4).

De manière simplifiée, le principe consiste à scanner la nappe d'engrais distribuée par l'épandeur et à permettre ainsi de visualiser immédiatement l'effet de toute modification d'un des paramètres de la chaîne d'épandage (influence produit ou réglage machine).

Ce principe d'établissement des nappes d'épandage tant en minéral qu'en organique va révolutionner l'approche technologique, car elle permet de mettre au point des procédés vraiment innovants de gestion spatialisée des apports et donc d'agir à la source sur les risques de pollutions en apportant « la bonne dose au bon endroit ».

Ainsi, les travaux conjoints Cemagref-industriels aboutissent à un faisceau d'innovations utilisant : positionnement GPS, algorithmes d'optimisation spatiale et informatique embarquée, permettant la rétroaction en temps réel sur les paramètres de réglages des machines.



▲ **Figure 4** – Représentation au banc d'essai de la nappe mesurée (quantités d'engrais au sol) en 3 dimensions. Le centre du distributeur se trouve en (0,0), au départ de la flèche en pointillés de couleur marron.

Le concept de « machines intelligentes » capables de s'auto-ajuster est ainsi né (plusieurs médailles au dernier SIMA 2007 – des développements similaires sont en cours en Allemagne). Ceci est conforme au concept d'écotechnologies qui veut que les machines s'adaptent aux configurations « naturelles » des paysages et non l'inverse. □

Bibliographie

DIDELOT, D., BONICELLI, B., HUGO, E., 2005, Amélioration des techniques d'épandage : caractérisation des intrants et comportement des matériels d'application. *Les écotechnologies pour les agrosystèmes*, Académie d'agriculture de France, Paris, 18 mai 2005, p. 13-22.

DIDELOT, D., CLOCHARD, D., 2005, *Quels objectifs et quels outils pour une fertilisation mieux maîtrisée*, Colloque Eau et agriculture durable, Paris-Nord Villepinte, 1er mars 2005, 5 p.

PIRON, E., 2005, Les technologies de pointe appliquées, in *Colloque Mécanisation – S'équiper ensemble*, FNCUMA, 22 novembre 2005, Paris, 1 p.

PIRON, E., MICLET, D., 2005, Centrifugal fertiliser spreaders: a new method for their evaluation and testing, in *International Fertiliser Society, Proceedings n° 556*, London, 14th April 2005, 24 p.

PIRON, E., DARNICHE, D., LELOUP, F., VIRIN, T., MICLET, D., 2006, On-line optimization of centrifugal spreaders for field applications, in *2nd International Symposium on centrifugal fertiliser spreading - from academic to applied research*, Montoldre, October 24-25, 2006, p. N1-N6.

ROUSSELET, M., MAZOYER, J., 2006, Évaluation des performances des épandeurs de fumier: premiers résultats selon la norme NF EN 13080, *Ingénieries-EAT*, n° 46, p. 79-92.

ROUSSELET, M., PIRON, E., THIRION, F., 2005, L'épandage des produits organiques – De la caractérisation des produits à la qualité d'épandage, *GEMAS-COMIFER, in 7es Rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre*, Blois, 15-16 novembre 2005, p. 189-196.

THIRION, F., 2006, Évaluation de la qualité environnementale des épandages agricoles : une nouvelle approche à l'aide de l'analyse de cycle de vie, *Ingénieries-EAT*, n° 46, p. 67-77.

Ce dossier est extrait de la documentation scientifique et technique des Rencontres interrégionales organisées en 2007-2008 par le Cemagref, à l'intention des services déconcentrés des ministères en charge de l'agriculture et de l'environnement, ainsi qu'aux enseignants des établissements publics agricoles.