

UNITE DE RECHERCHE TSCF



Etude du parc des matériels d'épandage de matière organique en France

CONVENTION 2010 : AGRICULTURE ET GESTION DURABLE DE L'EAU

29 JUIN 2012

J. MAZOYER

UR TSCF

**Technologies et Systèmes d'information
pour les Agrosystèmes**

Site de recherche et d'expérimentation
de Montoldre

Les Palaquins

03150 MONTOLDRE

Pour mieux affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



Cette étude a été réalisée dans le cadre de la convention 2010 BSE Agriculture et gestion durable de l'eau entre le Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire, et Direction Générale des politiques agricoles, agroalimentaire et des territoires – DGPAAT) et Irstea (Unité de recherche TSCF – Technologies, Systèmes d'information pour les agrosystèmes - du Groupement de Clermont-Ferrand).

Le travail d'enquête a été confié à Antoine HEULIN, recruté en CDD par Irstea de septembre 2011 à février 2012 et encadré par Jacky MAZOYER et Marilys PRADEL.

Remerciements

Nous remercions :

La FNCuma (Mr GUISCAFRE), et les collaborateurs dans les régions et les départements pour l'importante fourniture de données et leur bon accueil.

La FNEDT (Mme COULOMBEIX), ses techniciens et les entreprises qui ont été enquêtées pour leur disponibilité et la qualité de leurs réponses.

Le syndicat AXEMA (Mr GOUPILLON) pour sa collaboration.

Les constructeurs Français BONNEAU-TRICHET, BUCHET, GILIBERT, GUERIN, MAITRE, PERARD, PICHON et ROCHE qui ont répondu favorablement à nos questions.

Les constructeurs étrangers par leurs importateurs en France, BERGMAN, CHALLENGER FLIEGL, JOSKIN, SAMSON et STRAUTMAN qui ont contribué à notre étude.

Table des matières

Introduction	6
1. Contexte et objet de l'étude.....	7
1.1. Les matériels d'épandage en service	7
1.1.1. L'épandage des matières solides.....	7
1.1.2. L'épandage des liquides	8
1.1.3. Les automoteurs	9
1.2. Le marché des épandeurs et tonnes en France.....	10
1.2.1. La contribution d'AXEMA	10
1.2.2. Le marché français des épandeurs à fumier	10
1.2.3. Le marché français des tonnes à lisier	11
1.2.4. Les prix des matériels d'épandage.....	12
2. Objectif de l'étude et méthodologie	12
2.1. Les objectifs	12
2.2. La méthode d'échantillonnage.....	12
2.2.1. La sélection parmi les acteurs intervenant dans le domaine de l'épandage	12
2.2.2. La méthode d'enquête auprès des Cuma.....	13
2.2.3. La méthode d'enquête auprès des entrepreneurs.....	14
2.2.4. La méthode d'enquête auprès des constructeurs.....	15
2.3. Les critères techniques pris en compte.....	15
2.3.1. Les dispositifs d'épandage	16
2.3.2. La capacité des machines	17
2.3.3. Les équipements de maîtrise de dose.....	17
2.3.4. Les informations complémentaires	18
3. Les principaux caractères du parc des matériels d'épandage	18
3.1. Les résultats obtenus avec les Cuma	18
3.1.1. Les résultats de l'enquête au plan national	18
3.1.1.1. Les épandeurs de produits solides	18
3.1.1.2. Les épandeurs de produits liquides	21
3.1.2. Les résultats de l'enquête par grandes régions	23
3.1.2.1. Les grandes régions.....	23
3.1.2.2. Les épandeurs de produits solides	24
3.1.2.3. Les épandeurs de produits liquides	24
3.1.3. Conclusion sur les Cuma	25
3.2. Les résultats obtenus avec les entrepreneurs des territoires	27
3.2.1. Les épandeurs de produits solides.....	27
3.2.2. Les épandeurs de produits liquides	29
3.2.3. Les automoteurs	30
3.2.4. Conclusion sur les entrepreneurs des territoires.....	32
3.3. La contribution des constructeurs.....	33
3.3.1. Les tonnes à lisier.....	33
3.3.2. Les épandeurs à fumier.....	33
4. Les difficultés de notre étude.....	33
Conclusion et perspectives	34

Table des tableaux

Tableau 1 : Les ventes d'épandeur à fumier en France (source AXEMA).....	10
Tableau 2 : Les ventes de tonnes à lisier suivant les capacités en m ³ depuis 2000 (source AXEMA)	11
Tableau 3: Localisation des matériels de l'échantillon des Cuma et données totales et brutes	14
Tableau 4: Capacité des épandeurs de produits solides suivant les régions d'utilisation.....	24
Tableau 5 : Les dispositifs d'épandage des épandeurs de produits solides suivant les régions d'utilisation.....	24
Tableau 6: Capacité des tonnes à lisier suivant les régions d'utilisation.....	25
Tableau 7: Les dispositifs d'épandage des tonnes à lisier suivant les régions.....	25

Table des figures

Figure 1 : Les ventes d'épandeurs à hérissons verticaux en France (Source AXEMA)	11
Figure 2 : Les ventes de tonnes à lisier depuis 2000 suivant les capacités (m ³) (source AXEMA)	11
Figure 3 : Localisation des entrepreneurs de travaux agricoles spécialisés dans l'épandage ..	15
Figure 4 : Nombre d'épandeurs en service suivant l'année d'achat en Cuma	18
Figure 5 : Proportion d'utilisation des dispositifs d'épandage des épandeurs de produits solides en Cuma.....	19
Figure 6 : Répartition des machines suivant leur capacité en m ³	19
Figure 7 : Evolution des capacités en m ³ suivant les dates d'achat des épandeurs	20
Figure 8 : Les équipements de maîtrise de dose sur les épandeurs.....	20
Figure 9 : Nombre de tonnes à lisier en service suivant l'année d'achat en Cuma.....	21
Figure 10 : Evolution des capacités suivant les dates d'achat des tonnes à lisier	21
Figure 11 : Part (en %) des dispositifs d'épandage présents sur les tonnes à lisier de l'échantillon	22
Figure 12 : Part (en %) des dispositifs d'épandage présents sur les tonnes à lisier.....	22
Figure 13 : Les équipements de maîtrise de dose recensés sur les tonnes	23
Figure 14: Répartition des grandes régions des CUMA (source Cuma).....	23
Figure 15 : Répartition des épandeurs de produits solides utilisés par les entrepreneurs	27
Figure 16 : Capacités des épandeurs de produits solides (m ³) utilisés par les entrepreneurs...	27
Figure 17 : La part des dispositifs d'épandage présents sur les épandeurs de produits solides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage	28
Figure 18 : Les équipements de maîtrise de dose présents sur les épandeurs de produits solides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage	28
Figure 19 : Localisation des tonnes à lisier utilisées par les entrepreneurs.....	29
Figure 20 : Capacité des tonnes à lisier (en m ³) utilisées par les entrepreneurs	29
Figure 21 : Les dispositifs d'épandage des tonnes à lisier (en %) utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage	30
Figure 22 : Les équipements de maîtrise de dose des tonnes à lisier utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage	30
Figure 23: Localisation des automoteurs utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage.....	30
Figure 24: Les équipements de maîtrise de dose recensés sur les automoteurs de produits solides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage.....	31
Figure 25 : Equipements de maîtrise de dose recensés sur les automoteurs de produits liquides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage	32

Table des photos

Photo 1 : Un épandeur standard à 2 hérissons verticaux [J. Mazoyer, Irstea]	7
Photo 2 : Vue arrière d'un épandeur à table d'épandage [J. Mazoyer, Irstea]	7
Photo 3 : Une tonne à lisier de grande capacité avec enfouisseur, [J. Mazoyer, Irstea].....	8
Photo 4 : Tonne à lisier avec rampe à pendillards, [P. Lépée, Ch. Agri. de la Creuse].....	9
Photo 5 : Tonne à lisier avec une buse unique, [M. Rousselet, Cemagref].....	9
Photo 6 : Un automoteur avec enfouisseur au travail, [F. Thirion, Cemagref].....	9

Introduction

Le parc de matériels d'épandage des matières organiques reste mal connu dans sa globalité. L'examen des données AGRESTE (service de statistique du ministère de l'agriculture et de l'alimentation) n'est pas pertinent sur ces matériels. Certes, des chiffres existent sur le lisier (recensement 2000 et enquête sur les bâtiments d'élevage 2008) mais ils sont trop partiels et éloignés du parc des matériels.

En parallèle à l'extension et la modernisation des exploitations, le parc s'est adapté, répondant à une productivité croissante. Les épandeurs à hérissons verticaux sont apparus depuis près de 20 ans dans les campagnes. Les tonnes à lisier sont devenues plus imposantes tandis que quelques automoteurs interviennent dans les zones de grandes cultures.

Quels sont les types de matériels utilisés ? Quels sont leurs gabarits ? Quels sont les dispositifs d'épandage et les équipements de maîtrise de dose utilisés ? Suivant les régions, les matériels sont-ils différents ?

Cette étude tente d'apporter des réponses à ces questions. Bien sûr, le parc de machines est considérable, car les épandages ont lieu sur l'ensemble des territoires. Cependant, les zones d'élevage sont les plus concernées par ces pratiques. Afin de disposer de renseignements, nous avons enquêté auprès des principaux utilisateurs de machines et des constructeurs.

Les Coopératives d'utilisation des matériels (Cuma) au travers de leurs réseaux ont transmis des données sur ces matériels (près de 9 000 machines). La fédération nationale des entrepreneurs des territoires (Fnedt) a contribué à notre étude en nous fournissant pour nos enquêtes un échantillon d'entreprises réalisant des prestations d'épandage. Le Syndicat AXEMA (Union des industriels de l'Agro Equipement) qui regroupent les constructeurs, et dispose de données statistiques a également participé à notre étude. Quelques constructeurs ont également directement fourni des données les concernant.

Le présent rapport d'étude souhaite donc apporter un éclairage technique sur les principaux matériels en service en France. Les matériels en usage dans les Cuma puis ceux des entrepreneurs des territoires sont présentés et analysés suivant des critères techniques précisés dans la première partie du rapport. Des données provenant des constructeurs figurent en fin de rapport.

Enfin, cette étude porte sur un échantillon que l'on a voulu le plus représentatif possible. L'emploi du terme « parc » dans le texte fait référence à cet échantillon.

1.

1.1. *Les matériels d'épandage en service*

1.1.1. L'épandage des matières solides

Les épandeurs à hérissons verticaux

Les épandeurs à hérissons verticaux, sont surtout utilisés pour les fumiers. Ces machines d'une capacité variant de 5 à 15 tonnes, suivant la qualité des produits, présentent des largeurs de travail de 6 à 12 m. Les doses généralement appliquées sont de l'ordre de 20 à 30 t/ha.



Photo 1 : Un épandeur standard à 2 hérissons verticaux [J. Mazoyer, Irstea]

Dotés de hérissons verticaux munis de couteaux, ces matériels peuvent accepter des produits divers et plutôt grossiers. Ils sont bien adaptés pour l'épandage des fumiers de stabulation assez pailleux et présentent l'avantage d'une grande polyvalence dans les produits qu'ils peuvent épandre. En revanche pour les produits plus émiettés et fins, les largeurs de travail sont souvent plus faibles et l'obtention du dosage plus difficile.

Les épandeurs à table d'épandage

Ces machines plutôt destinées aux composts, fientes et sous-produits divers, dans le cadre de l'usage des entreprises, ont des charges utiles qui varient de 8 à 20 tonnes en capacité.



Photo 2 : Vue arrière d'un épandeur à table d'épandage [J. Mazoyer, Irstea]

Ces matériels disposent d'une table d'épandage, qui comprend des plateaux de grand diamètre, munis de pales qui expulsent le produit. Avec ces machines, le produit est au préalable broyé, homogénéisé par les hérissons horizontaux puis envoyé vers les plateaux. Les largeurs de travail sont assez importantes, de l'ordre de 14 à 20 m, mais dépendent de la qualité du produit. Par exemple, les produits plus denses seront projetés plus loin, d'où une largeur de travail supérieure. De même, le fractionnement du produit a une influence ; des parties fines seront expulsées près de la machine tandis que des éléments plus gros seront projetés à distance. Les doses apportées sont plus limitées et généralement comprises entre 5 et 15 t/ha. Plus "spécialisés", ces appareils sont en général dotés d'un nombre plus important de réglages. Ces matériels demandent des besoins supérieurs de puissance que les modèles à hérissons verticaux.

Les autres matériels

Les autres matériels sont très peu utilisés au regard des modèles déjà cités. Ils concernent surtout des épandeurs plus anciens à hérissons horizontaux dont l'usage est faible. Quelques épandeurs spécifiques à projection latérale ou bien avec des vis en fond de caisse et des plateaux pour l'épandage des produits pâteux sont en service.

1.1.2. L'épandage des liquides

Les tonnes à lisiers

L'épandage des effluents liquides se pratique avec les tonnes à lisier. C'est un matériel remorqué par un tracteur, muni d'une cuve et d'un dispositif d'épandage. Dans le cas général, le remplissage et l'épandage sont assurés par une pompe à vide et un tuyau de remplissage. Pendant la phase de pompage, la cuve est mise en état de dépression et pendant l'épandage elle est mise en pression afin d'expulser le liquide. Les matériels dépassent à présent des capacités de l'ordre de 20 m³. Les systèmes de remplissage avec tuyau de pompage et bol facilitent la tâche du chauffeur.

Récemment, des pompes volumétriques sont apparues pour augmenter encore les débits de chantiers. Ces pompes permettent des gains de temps de chargement ; car dès leur immersion dans la fosse, avec un bras de pompage mobile, elles sont à plein régime avec un débit très élevé.



Photo 3 : Une tonne à lisier de grande capacité avec enfouisseur, [J. Mazoyer, Irstea]

Les différents dispositifs d'épandage

Le dispositif d'épandage est monté sur la tonne à lisier pour répartir le liquide sur la surface de la parcelle. Historiquement, ce dispositif très rudimentaire (une buse avec une palette, photo 5) génère une nappe d'épandage large de quelques mètres. Depuis, des dispositifs bien plus élaborés, performants et plus respectueux de l'environnement sont apparus :

- Les rampes à palettes ou à buses augmentent la largeur d'épandage et réduisent nettement le trajet aérien du fluide.

- Les rampes à pendillards munis de tuyaux souples déposent le liquide par écoulement sur le sol à intervalles réguliers. (Photo 4)
- Les enfouisseurs munis d'outils à dents ou à disques incorporent dans le sol directement le liquide amené par des tuyaux souples. (Photo 3)



Photo 4 : Tonne à lisier avec rampe à pendillards, [P. Lépée, Ch. Agri. de la Creuse]



Photo 5 : Tonne à lisier avec une buse unique, [M. Rousselet, Cemagref]

1.1.3. Les automoteurs

Les automoteurs sont des machines qui sont essentiellement utilisées dans le nord de la France. Ces matériels très spécialisés sont adaptés pour les gros chantiers d'épandage. Leur largeur (près de 3,40 m) handicape le déplacement sur route. C'est donc sur parcelle qu'a lieu le chargement soit par chargeur, soit par camion directement pour les produits liquides ou pulvérulents. Les pneumatiques montés sur ces machines sont de grandes largeurs (souvent 1 m de large) afin de répartir au mieux la charge sur la surface du sol. Il existe aussi des modèles à 3 roues, ainsi, chaque roue ne passe qu'une seule fois au même endroit, pour limiter le tassement des sols en surface et en profondeur.



Photo 6 : Un automoteur avec enfouisseur au travail, [F. Thirion, Cemagref]

Equipés de caisse munie de table d'épandage, ils peuvent épandre des produits d'origine agro-alimentaire (résidus des industriels de l'agro-alimentaire, compost...) ou bien de type industriel (boues de papeterie...) et urbaine (boues issues du traitement des eaux usées chaulées ou bien séchées). Ils peuvent également être employés pour épandre des amendements divers et des engrais minéraux. Les modèles équipés de citerne traitent les liquides comme des boues, des vinasses ou encore des lisiers. Ils disposent de rampes ou d'enfouisseurs.

1.2. Le marché des épandeurs et tonnes en France

1.2.1. La contribution d'AXEMA

AXEMA est l'union syndicale des industriels de l'Agroéquipement, regroupement depuis 2008 des trois syndicats fondateurs de l'Agroéquipement :

- SECIMA, Syndicat des Entreprises de Commerce International de Matériels Agricoles et d'Espaces Verts,
- SNCVA, Syndicat National des Constructeurs de Véhicules Agricoles,
- SYGMA, Syndicat Général des Constructeurs de Tracteurs et Machines Agricoles.

La plupart des constructeurs de machines d'épandage adhèrent à AXEMA. Le syndicat dispose de statistiques annuelles concernant les unités de ventes fournies par ses adhérents. Ces éléments permettent de suivre les évolutions du marché.

1.2.2. Le marché français des épandeurs à fumier

Le marché des épandeurs à fumier connaît depuis le début des années 2000 une érosion nette (Tableau 1). Les ventes d'unités ont globalement chuté de moitié tous modèles confondus. Dans ce tableau, les épandeurs à hérissons horizontaux de charges utiles (CU) de plus de 8 tonnes correspondent à des épandeurs de type table d'épandage. Ce nombre est globalement stable depuis 2005 avec un creux net en 2008.

EPANDEURS		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Hérissons verticaux	CU < 8						862	779	685	729	554	709
	CU > 8						1560	1681	1611	1425	1188	1146
	Tous						2422	2460	2297	2154	1742	1855
Hérissons horizontaux	CU < 8						162	135	109	41	65	170
	CU > 8						94	98	89	58	138	90
	Tous						256	233	198	99	203	259
Viticole étroit	CU < 4						58	60	60	66	58	NC
	Toutes	4480	3897	3607	3399	3142	2736	2753	2555	2319	2004	2114

Tableau 1 : Les ventes d'épandeur à fumier en France (source AXEMA)

Les modèles à hérissons verticaux sont également, en nombre d'unités vendues, en nette régression mais ce tassement des ventes n'est pas tranché entre les capacités de plus ou moins 8 tonnes. Le marché a fléchi durablement avec une mauvaise année en 2009 (Figure 1) due à la crise économique et marque un début de reprise en 2010. Il subit de façon générale la baisse du nombre d'exploitations, la réduction des dépenses et la limitation des frais de mécanisation que recherchent les agriculteurs. Dans ce contexte, les Cuma sont devenues un acteur majeur des achats d'épandeurs.

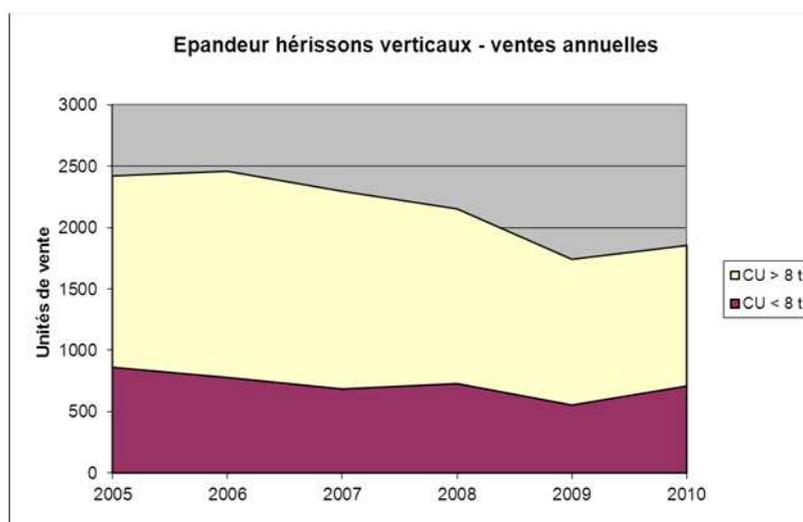


Figure 1 : Les ventes d'épandeurs à hérissons verticaux en France (Source AXEMA)

1.2.3. Le marché français des tonnes à lisier

Concernant les tonnes à lisier, on peut parler d'un effondrement du nombre d'unités vendues (Tableau 2 et Figure 2). Ce constat très marqué pour les faibles capacités est valable aussi pour les modèles intermédiaires de 10 à 14 m³. Finalement, seules les très grosses capacités représentent un marché en développement.

TONNES A LISIER

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CU < 6	905	552	711	642	638	484	456	447	376	215	211
6 < CU < 10	858	721	764	727	695	518	515	421	444	250	222
10 < CU < 14	609	663	581	529	432	424	423	431	381	299	211
14 < CU < 20	191	183	230	202	141	166	212	265	242	203	180
CU > 20	13	12	14	13	19	26	52	55	34	45	49
Toutes	2576	2131	2300	2112	1925	1618	1658	1620	1478	1012	873

Tableau 2 : Les ventes de tonnes à lisier suivant les capacités en m³ depuis 2000 (source AXEMA)

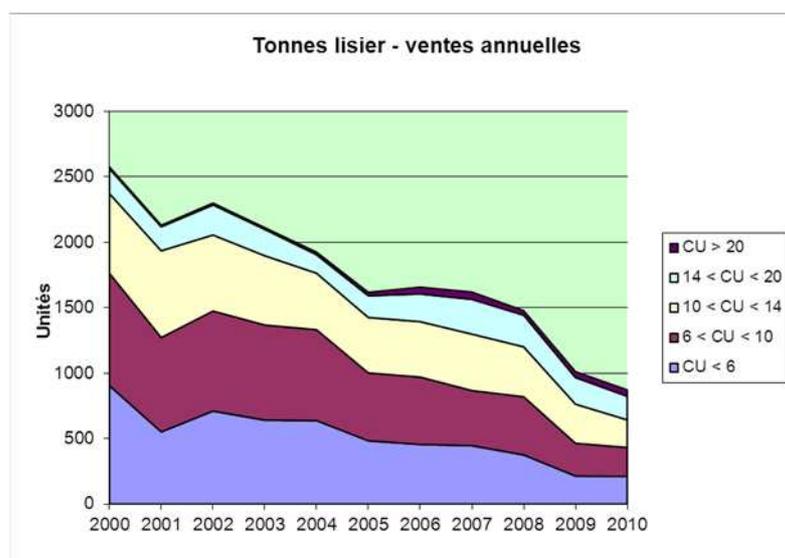


Figure 2 : Les ventes de tonnes à lisier depuis 2000 suivant les capacités (m³) (source AXEMA)

1.2.4. Les prix des matériels d'épandage

Nous donnons ici une idée d'ordre de prix suivant les différents matériels :

Pour l'épandage des matières solides :

- Epandeurs à hérissons verticaux (12 – 14 m³).... 25 - 35 k€
- Epandeurs à table d'épandage (15 - 20 m³) 35 - 50 k€
- Dispositif DPA de base..... 2 k€
- Systèmes de pesage 3 - 5 k€

Pour l'épandage des liquides :

- Tonnes à lisier, équipement de base, 10 m³ : 25 - 30 k€
- Tonnes à lisier, équipement complet , 15 m³ : ... 50 - 60 k€
- Rampes à buses : 10 - 15 k€
- Rampes à pendillards : 15 - 20 k€
- Enfouisseurs : 15 - 20 k€
- Systèmes DPA – débitmètre : 7 - 10 k€

Automoteurs (solides ou liquides) :..... 250 - 300 k€

2. Objectif de l'étude et méthodologie

2.1. Les objectifs

L'objectif de l'étude est d'identifier les principales catégories de machines en service pour l'épandage des matières organiques. Il s'agit d'avoir une vue la plus précise possible afin de connaître les types de matériels utilisés suivant des critères techniques.

Après avoir listé les différents acteurs intervenant dans le domaine de l'épandage, une enquête a été menée auprès des principaux interlocuteurs identifiés de manière à avoir une représentativité des pratiques actuelles et en mesure de nous fournir les informations nécessaires à notre étude.

Pour atteindre cet objectif, une méthode d'enquête a été menée sur la base d'un échantillon représentatif. Celle-ci est détaillée au paragraphe suivant.

2.2. La méthode d'échantillonnage

2.2.1. La sélection parmi les acteurs intervenant dans le domaine de l'épandage

Pour obtenir des informations nécessaires à l'étude du parc matériel des épandeurs, nous avons fait le choix d'enquêter plusieurs types d'acteurs :

- Les utilisateurs de machines d'épandage
- Les distributeurs de matériel agricole
- Les constructeurs de matériels d'épandage

Les **utilisateurs de machines d'épandage** peuvent être classés en 3 catégories :

- Les Cuma où le matériel est utilisé en commun par un groupe d'agriculteurs
- Les entrepreneurs de travaux agricoles qui réalisent des chantiers d'épandage pour le compte d'agriculteurs ou de collectivités territoriales
- Les agriculteurs individuels qui utilisent leur propre matériel sur l'exploitation.

Parmi ces trois catégories, les Cuma et les entrepreneurs de travaux agricoles sont fédérés et disposent de structures au plan national que nous avons sollicitées. Cela a permis de réaliser des enquêtes sur ces deux catégories d'utilisateurs. De plus, au travers de nos

échanges avec les constructeurs et des évolutions du marché, il apparaît que ces deux catégories représentent une large part des matériels d'épandage vendus de nos jours.

Les achats réalisés par des agriculteurs individuels n'ont pas été pris en compte du fait de la difficulté d'une part d'obtenir ce type de données et d'autre part, en l'absence de statistiques, de collecter des informations significatives par le biais d'une enquête.

La vente des machines d'épandage se fait généralement par le biais des **concessions de matériels agricoles**. Le nombre important de concessionnaires sur le territoire, compte tenu du temps imparti pour notre étude, nous a conduits à ne pas les enquêter. Nous avons également émis l'hypothèse que les informations détenues par ces distributeurs étaient redondantes avec celles obtenues de la part des constructeurs et des utilisateurs (CUMA, entrepreneurs...).

Enfin, les **constructeurs** constituent un groupe d'entreprises facilement identifiables. Nous les avons contactés à plusieurs reprises afin de collecter des informations. Une présentation de l'enquête a eu lieu auprès des principaux constructeurs à Axema. A partir des enquêtes réalisées auprès des principaux constructeurs, pour chaque type de machine, l'objectif initial était d'avoir une vue globale des machines commercialisées.

2.2.2. La méthode d'enquête auprès des Cuma

Le réseau des Cuma (Coopérative d'utilisation du matériel agricole) comprend près de 13 400 CUMA. Il est structuré à différents niveaux sur le territoire. Le réseau est coordonné suivant 5 grandes régions, en 19 fédérations régionales et en 87 fédérations et sections départementales. Dans les départements, les animateurs en lien avec les utilisateurs exercent un rôle actif de conseil et de gestion auprès du monde agricole.

L'épandage des fumiers et des lisiers est l'activité la plus fréquente (55 % sur toutes les activités confondues) dans les Cuma (source : « Les Cuma en Chiffres »). D'après ce recueil édité par la FNCuma en 2009, il y aurait approximativement en France 9 150 épandeurs à fumiers utilisés au sein du réseau.

Nous avons contacté toutes les fédérations départementales afin de disposer des renseignements sur les machines et avons obtenu des données sur 67 départements.

Les données recueillies ne sont pas forcément standardisées. Suivant les départements, les animateurs départementaux ne disposent pas des mêmes informations. Les renseignements peuvent être de deux niveaux :

- Des données individuelles propres à un matériel en particulier. Ces données souvent extraites de données comptables n'ont pas forcément tous les critères techniques recherchés. Nous avons complété dans la mesure du possible les informations manquantes avec des documentations techniques. Nous appelons ces données « données brutes ».
- Des données plus globales, généralement issues d'enquêtes réalisées en interne, et déjà agrégées. Ces données ont été utilisées dans le cas où nous ne disposions pas de données individuelles suffisantes dans les départements enquêtés, afin de tenir compte du plus grand nombre de départements possibles.

Les données ont été recueillies par mail après contact téléphonique.

L'échantillon des matériels étudiés suivant sa localisation figure dans le tableau 3. Nous avons étudié un parc de près de 6 400 épandeurs à fumiers et plus de 3 400 tonnes à lisier.

Grande région	Epandeurs		Tonnes à lisier		Région	Epandeurs		Tonnes à lisier	
	Nombre total	Dont issus des données brutes	Nombre total	Dont issus des données brutes		Nombre total	Dont issus des données brutes	Nombre total	Dont issus des données brutes
GRAND OUEST	1824	1240	1201	1051	BRETAGNE	485	485	492	492
					PAYS DE LOIRE	1137	553	635	485
					BASSE NORMANDIE	202	202	74	74
NORD EST	1536	1282	836	573	ALSACE	32	32	18	18
					BOURGOGNE	446	446	143	143
					CHAMPAGNE ARD	177	152	83	15
					FRANCHE COMTE	288	93	263	68
					HTE NORMANDIE	147	124	91	91
					ILE DE FRANCE	10	10	2	2
					LORRAINE	186	186	104	104
					NORD PAS DE CALAIS	150	150	101	101
REGION CENTRE	925	925	274	274	CENTRE	228	228	55	55
					LIMOUSIN	341	341	101	101
					POITOU CHARENTE	356	356	118	118
SUD EST	771	695	451	451	AUVERGNE	76	76	38	38
					LANGUEDOC R	72	8	30	30
					PROVENCE	97	97	20	20
					RHONE ALPES	526	514	363	363
SUD OUEST	1357	951	666	503	AQUITAINE	475	323	246	246
					MIDI PYRENEES	882	628	420	257
Total (%)	100	79.4	100	83.2	TOTAL (unité)	6413	5093	3428	2852

Tableau 3: Localisation des matériels de l'échantillon des Cuma et données totales et brutes

2.2.3. La méthode d'enquête auprès des entrepreneurs

La Fnedt (Fédération nationale des entrepreneurs des territoires) fédère près de 23 000 entreprises au total, toutes activités confondues. Pour l'instant, il n'existe pas de chiffre national du nombre d'entreprises qui effectuent des travaux d'épandage. Parmi ses adhérents, la Fnedt a sélectionné pour nous près d'une centaine d'entreprises. Cet échantillon comprend essentiellement des entreprises spécialisées ou bien reconnues pour leurs travaux d'épandage. La localisation des entreprises par région est présentée en Figure 3.

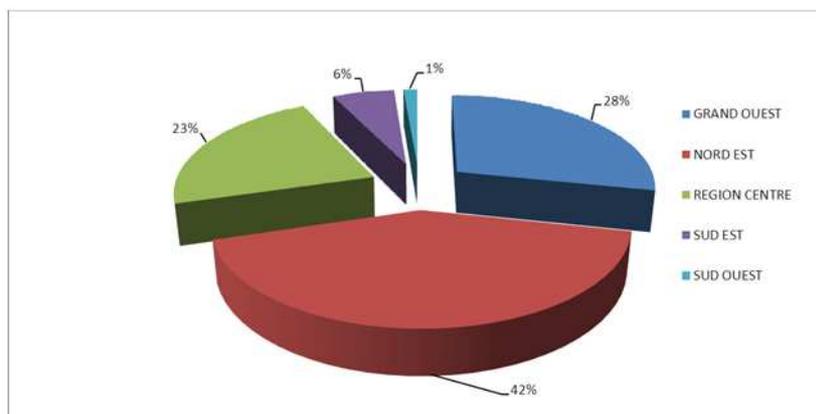


Figure 3 : Localisation des entrepreneurs de travaux agricoles spécialisés dans l'épandage

La collecte des informations s'est faite par enquête téléphonique sur la base des mêmes critères que pour les Cuma. Il est à signaler que les entreprises sont de tailles variables et disposent parfois de parcs imposants (plus de 10 machines d'épandage pour certains).

A la différence des CUMA, certains entrepreneurs utilisent des automoteurs pour l'épandage des matières solides et liquides. Les résultats de l'enquête sur ces matériels spécialisés sont présentés à part du fait de la taille assez faible de l'échantillon de ces matériels et de la spécificité de leur utilisation (gros chantiers) et de leur construction.

L'échantillon complet des matériels des entrepreneurs comprend :

- 150 épandeurs à fumier
- 100 tonnes à lisier
- 80 automoteurs

Les informations techniques collectées directement auprès des utilisateurs des matériels ont été fournies de manière très précise avec une bonne qualité de données.

2.2.4. La méthode d'enquête auprès des constructeurs

Nous avons réalisé un premier travail de recensement des constructeurs de machines d'épandage. Nous avons identifié environ une trentaine de constructeurs d'épandeurs de produits solides et une douzaine de constructeurs de tonnes à lisier. Souvent, les constructeurs de tonnes à lisier produisent aussi des épandeurs. (Annexe 1).

Nous avons ensuite enquêté ces différents constructeurs. Ils ont été contactés de plusieurs façons :

- En premier, par courrier, pour leur faire part de notre étude et présentant l'objet de l'enquête et nos besoins
- Puis par envoi d'un mail de relance suivi d'appels téléphoniques dans la quinzaine suivant l'envoi du courrier

Malgré cette procédure, il a été difficile d'obtenir des informations directement de la part de la plupart des constructeurs. Pour pallier à ce problème, nous avons pris contact avec l'AXEMA et présenté les premiers résultats de notre étude à une réunion du groupe des constructeurs le 07 mars 2012 afin de susciter leur participation d'une manière plus active. Les principaux constructeurs étaient présents.

2.3. Les critères techniques pris en compte

Les critères techniques que nous avons retenus dans l'étude sont en lien direct avec les risques environnementaux générés par l'épandage (Pradel, 2010). Ces risques sont liés

principalement au cycle de l'azote (lessivage, dénitrification et volatilisation de l'ammoniac) et au sol (compaction, ruissellement, toxicité et la perte de rendement de la culture). Le dispositif d'épandage et les équipements de maîtrise de dose sont des éléments qui peuvent avoir des effets tangibles sur ce type de risques. En effet, ils agissent sur la qualité de la distribution spatiale des produits et sur la maîtrise du débit de la machine et donc du dosage appliqué. Les risques pour les sols (tassement, orniérage) sont liés aux passages des matériels et sont influencés par la capacité et le poids des machines. Deux types de risques peuvent avoir lieu :

- Le tassement superficiel qui dépend de la charge à la roue et de l'empreinte du pneumatique sur le sol.
- Le tassement profond qui dépend directement de la charge à l'essieu.

Les critères retenus pour notre étude et collectés lors des enquêtes auprès des acteurs identifiés précédemment sont au nombre de trois :

- Les dispositifs d'épandage
- La capacité des machines
- Les équipements de maîtrise de dose

2.3.1. Les dispositifs d'épandage

Ces dispositifs assurent la répartition spatiale des produits au sol. Les principaux dispositifs sont présentés avec les machines dans le chapitre 1.1.

Dans l'étude, nous avons distingué pour les épandeurs de produits solides :

- *Les hérissons verticaux*
- *Les tables d'épandage*

Pour les produits liquides, nous avons distingué :

- *Les buses uniques ou multiples* : La buse unique est montée à l'arrière de la tonne. C'est le dispositif le plus simple. Elle a une forme incurvée. Lors de l'épandage, la buse soulève et écarte le jet de liquide. La largeur de travail n'excède pas 6 m en général. Les buses multiples, souvent au nombre de 2 ou 3, sont disposées sur des tuyaux montés en dérivation.
- *Les rampes à buses ou palettes* : Ces rampes sont constituées de différentes sorties réparties à intervalles réguliers sur la largeur. L'alimentation est assurée par un dispositif central qui répartit le lisier vers les sorties par des tuyaux souples. Ces rampes ont souvent des sorties espacées de 1,5 m et des largeurs totales entre 12 à 24 m.
- *Les rampes à pendillards* disposent d'un grand nombre de sorties, avec des intervalles de l'ordre de 30 cm. L'alimentation des pendillards est assurée au moyen d'un broyeur répartiteur. Pour des rampes de 12 à 18 m de largeur, on compte de 40 à 60 pendillards.
- Les *enfouisseurs* incorporent le lisier directement dans le sol. Ils sont de deux types :
 - Les « enfouisseurs de prairies » qui permettent d'injecter le produit dans le sol tout en limitant les effets en surface. Ils sont souvent munis de disques et de roues de tassement pour refermer les sillons faits dans le sol. Ces matériels ont des largeurs qui varient entre 2 et 5 m et disposent de 6 à 20 injecteurs.
 - Les « enfouisseurs de cultures » qui travaillent le sol avec des dents puissantes. En général, ces matériels ont des largeurs de 4 à 6 m avec 8 à 15 dents.

2.3.2. La capacité des machines

Cette capacité se mesure soit en m³ soit en tonne. Des différences d'appréciations existent entre les épandeurs et les tonnes :

- Pour les épandeurs, les constructeurs annoncent généralement des volumes en m³. Ces volumes peuvent fluctuer suivant les limites du chargement (bord supérieur de caisse, maximum sous la porte, voire plus). La masse volumique des produits organiques exprimée en kg/m³ est très variable et nécessaire pour évaluer le tonnage transporté. Nous choisissons d'unifier, par souci de simplification et pour les besoins de notre étude, les données en volume. Dans le rapport, le volume sera exprimé en m³.
- Pour les tonnes à lisier, les capacités en volume sont définies par la taille de la cuve. La masse volumique des liquides étant très proche de 1000 kg/m³, la capacité de la machine fournit une valeur précise et fixe du tonnage embarqué. Dans le rapport, le volume sera également exprimé en m³ pour les tonnes à lisier.

2.3.3. Les équipements de maîtrise de dose

Ils sont au nombre de cinq :

- **Le DPA** (Epandeurs solides et liquides)
Ce système (débit proportionnel à l'avancement) a pour but de maintenir constant le débit de la machine lorsque la vitesse d'avancement dans la parcelle varie. Le système est basé sur une mesure de cette vitesse et asservit l'organe qui contrôle le débit. La mesure de la vitesse peut être réalisée par un capteur sur la roue du véhicule, soit par un radar.
Sur les épandeurs, le tapis de fond mouvant entraînant le produit vers le dispositif d'épandage est asservi par le DPA. Pour un fonctionnement optimal, la hauteur de la porte, dont dépend la section de passage du produit, est également contrôlée. On obtient alors une maîtrise du débit volumique de la machine.
Sur les tonnes à lisier, l'ouverture de la vanne est asservie par le DPA.
- **Le débitmètre** (Epandeurs liquides)
Ce dispositif de maîtrise de la dose est uniquement disponible pour les tonnes à lisier. Des débitmètres électromagnétiques sont utilisés de manière à ne pas gêner la sortie du produit. Si la vidange est assurée par une pompe volumétrique, c'est la vitesse de rotation de la pompe qui déterminera le débit.
- **Le pesage** (Epandeurs solides)
Il renseigne sur la masse du chargement. Il n'a de sens que sur les épandeurs de produits solides car ceux-ci présentent des masses volumiques très variables. Il existe deux méthodes de pesage :
 - le pesage statique qui donne, à partir d'une pesée, le poids du véhicule. Il permet de connaître les quantités épandues avec une bonne précision. Des capteurs sont montés sur l'essieu et le timon d'attelage.
 - le pesage dynamique présent sur certains véhicules, surtout les automoteurs. Des capteurs sont placés entre la caisse et le châssis. Ce système, en l'associant à la largeur de travail et la vitesse d'avancement, calcule la dose épandue.
- **Le tablier accompagnateur** (Epandeurs solides)
C'est un dispositif évitant l'effondrement du produit dans la caisse et permettant de maintenir stable le débit de l'épandeur pendant la vidange. C'est un volet qui suit le fond mouvant et qui est adapté aux épandeurs à hérissons verticaux.
- **Le volet de bordure** (Epandeurs solides)

Cet équipement a pour but de réduire la largeur d'épandage lors du travail en bordure de parcelle et éviter les épandages dans les fossés et/ou sur les chemins. Il s'agit en général d'un volet de forme approprié dont la mise en position se fait de manière automatique par le chauffeur. Sa position est réglable afin de couper plus ou moins le flux de matière épandue.

2.3.4. Les informations complémentaires

- **La vétusté**
Dans la plupart des cas, des informations sur la machine comprennent la date d'achat. Cette information est utile car elle permet d'apprécier si le parc est récent.
- **La localisation sur le territoire**
Dans notre étude, nous avons appréhendé des différences en termes de capacité et de dispositifs d'épandage suivant les grandes régions. En effet, il est envisageable que les machines s'adaptent aux terrains et donc aux particularités régionales.

3. Les principaux caractères du parc des matériels d'épandage

3.1. Les résultats obtenus avec les Cuma

3.1.1. Les résultats de l'enquête au plan national

3.1.1.1. Les épandeurs de produits solides

Des épandeurs récents constituent la majeure partie du parc.

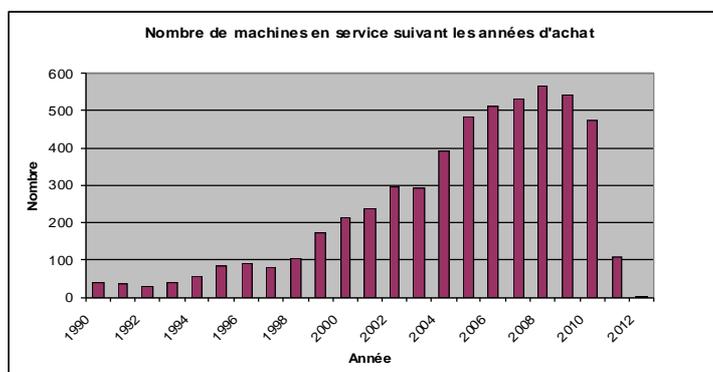


Figure 4 : Nombre d'épandeurs en service suivant l'année d'achat en Cuma

A partir des dates d'achats des matériels, une forte proportion des machines a été acquise ces dernières années comme le montre la figure 4. Sur un échantillon de 5 518 machines, 2 743 ont été achetées depuis 2006.

Ces chiffres traduisent des investissements collectifs soutenus, en lien avec le renouvellement nécessaire des matériels. Les épandeurs sont très sollicités sur le plan mécanique et subissent une usure importante. Le degré d'utilisation est d'ailleurs exprimé par les Cuma en nombre de voyage annuel. Les données recueillies montrent des utilisations courantes de 400 à 700 voyages, ce qui représente des tonnages épandus considérables (de l'ordre de 4 000 tonnes).

Les épandeurs à hérissons verticaux dominent le marché

A partir d'un échantillon de 5 214 unités, il a été dénombré :

- 4 703 modèles à hérissons verticaux
- 359 modèles à hérissons horizontaux
- 152 modèles à table d'épandage

Le monopole des hérissons verticaux est clair (Figure 5) avec près de 90 % des achats.

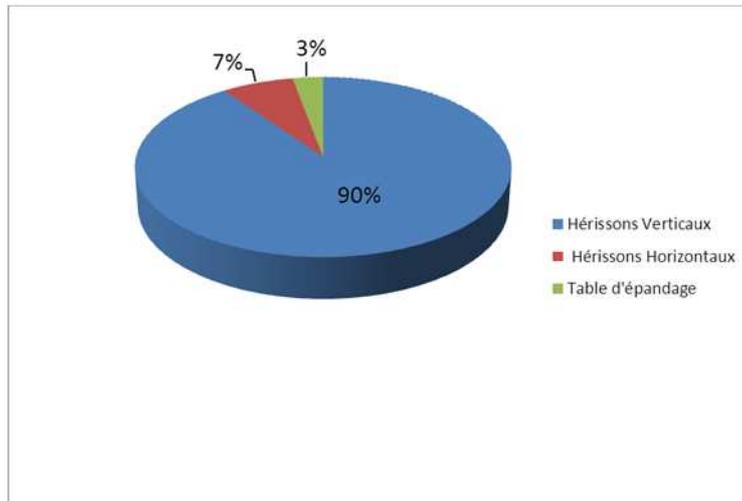


Figure 5 : Proportion d'utilisation des dispositifs d'épandage des épandeurs de produits solides en Cuma

La part des modèles munis d'hérissons horizontaux, représente encore 7 % du parc. Mais il s'agit de matériels anciens, acquis à 80 % avant l'an 2000, dont le nombre va sans cesse en diminuant. Ces modèles souvent peu utilisés subsistent dans des Cuma dont les activités ne sont pas centrées autour de l'épandage.

Les modèles à table d'épandage restent très peu utilisés par les Cuma. Les acquisitions sont récentes et plutôt en hausse ces dernières années. Dans notre échantillon, 65 % des modèles ont été achetés depuis 2006. Sur les années 2009 et 2010, ils représentent 5 % des acquisitions.

Des épandeurs de plus grandes capacités

Les matériels de capacité allant de 10 à 15 m³ représentent près de 62 % de notre échantillon (5 557 machines) soit presque le double des moins de 10 m³ (Figure 6). Les grandes capacités de plus de 15 m³ sont globalement peu diffusées dans les Cuma.

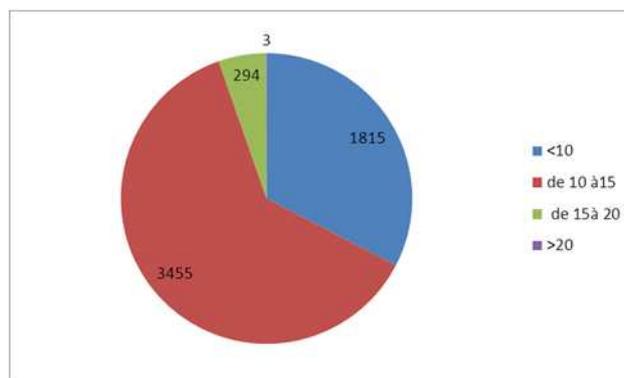


Figure 6 : Répartition des machines suivant leur capacité en m³

Cependant la tendance à l'augmentation des gabarits existe. Depuis 2006, les modèles de plus de 15 m³ sont en augmentation sensible tandis que les faibles capacités stagnent (Figure 7). Ce graphique montre également que les machines dans les Cuma sont renouvelées après 7 à 8 années.

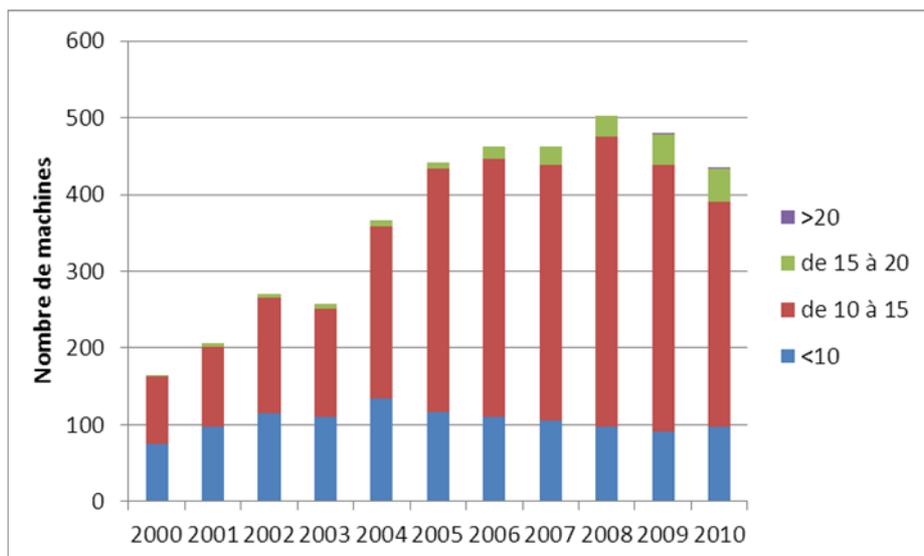


Figure 7 : Evolution des capacités en m³ suivant les dates d'achat des épandeurs

Des équipements de maîtrise de dose encore peu utilisés

Au regard de la taille de l'échantillon d'épandeurs étudiés, il apparaît que la diffusion des dispositifs de maîtrise de dose est récente et marginale dans les Cuma.

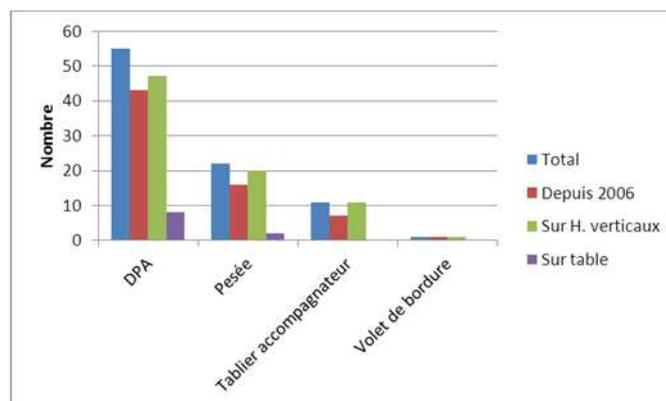


Figure 8 : Les équipements de maîtrise de dose sur les épandeurs

La majeure partie des dispositifs a été acquise depuis 2006. Le DPA (Dispositif Proportionnel à l'Avancement) qui ajuste le débit de la machine en fonction de la vitesse de déplacement dans la parcelle est le plus diffusé, mais avec seulement 55 dispositifs sur près de 5 000 machines (Figure 8). L'usage du pesage et du tablier accompagnateur est pour l'heure très discret. Dans les Cuma, ces équipements sont présents pour l'essentiel sur les modèles à hérissons verticaux.

3.1.1.2. Les épandeurs de produits liquides

Des tonnes à lisier de grande durée de vie mais un parc qui se renouvelle

Sur les matériels en service depuis 1990 (2 619 matériels), près de 80 % a été acquis depuis 2000 (Figure 9). Depuis 2006, il est dénombré 1 072 acquisitions soit plus de 40 % de l'échantillon.

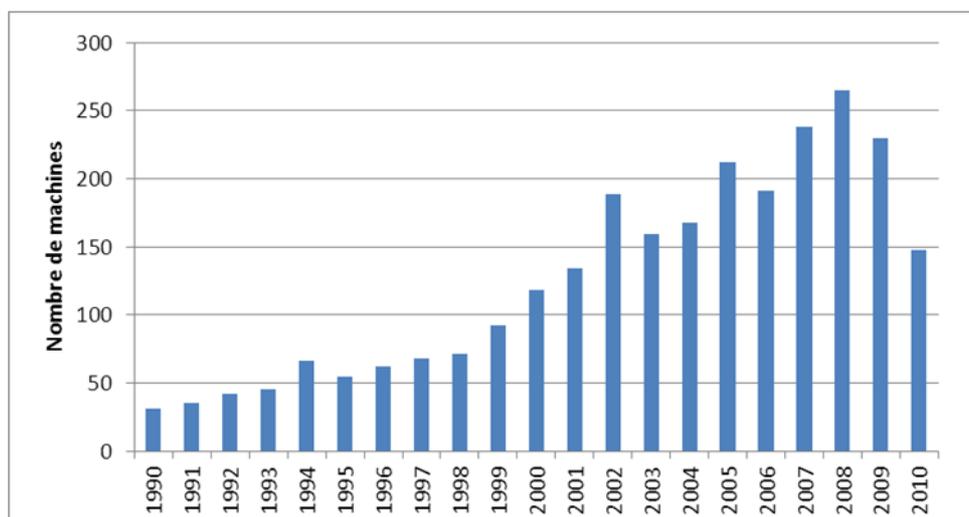


Figure 9 : Nombre de tonnes à lisier en service suivant l'année d'achat en Cuma

Près de 20 % des tonnes de notre échantillon ont plus de 10 ans. Les tonnes sont des machines moins soumises à de l'usure mécanique que les épandeurs de produits solides et globalement restent en service plus longtemps.

Plus de machines de grandes capacités

Sur un échantillon de 2 288 machines acquises entre 1990 et 2010, les tonnes d'un gabarit de 10 à 15 m³ représentent plus de la moitié (1 200). Les modèles de moins de 10 m³ comptent pour le tiers (779).

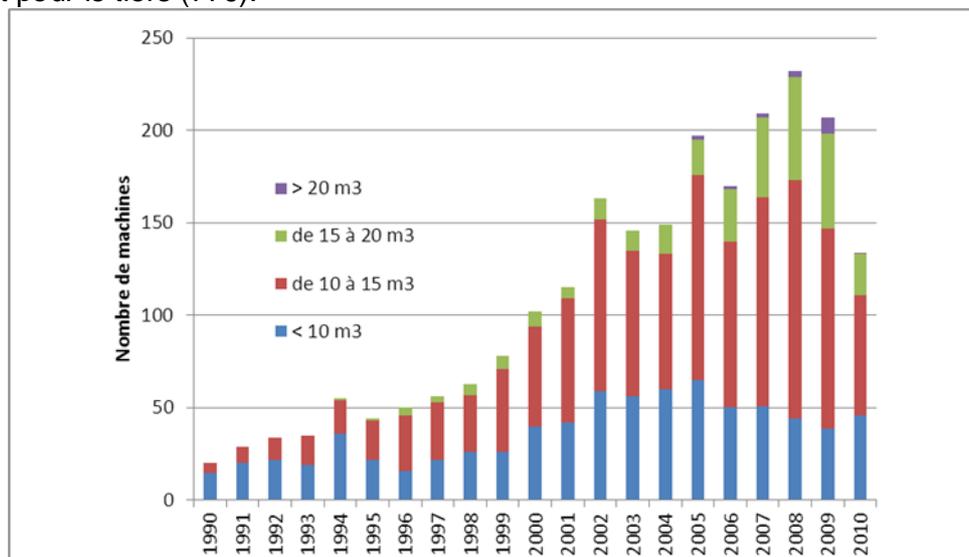


Figure 10 : Evolution des capacités suivant les dates d'achat des tonnes à lisier

La catégorie des 15 à 20 m³ se développe et depuis 2006, dépasse les modèles de moins de 10 m³ (Figure 10). Certaines CUMA s'équipent de très gros modèles (plus de 20 m³), mais cela reste encore très marginal. Globalement, le mouvement d'achat et de renouvellement des tonnes vers des modèles plus volumineux est une réalité concrète.

La buse est le dispositif d'épandage le plus utilisé

Comme le montre la Figure 11, près de 85 % des tonnes disposent de cet équipement.

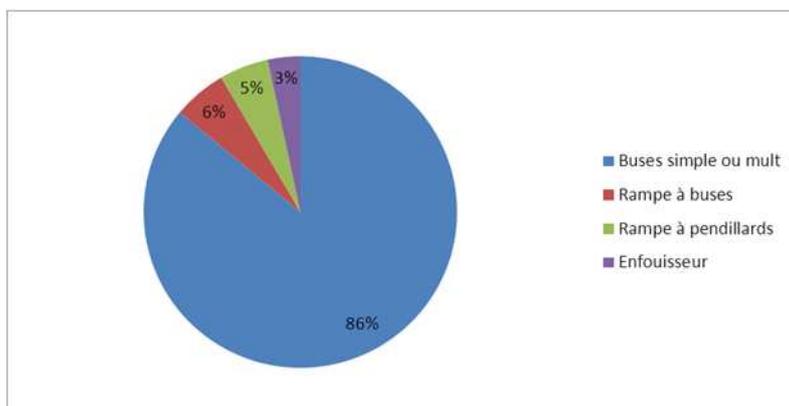


Figure 11 : Part (en %) des dispositifs d'épandage présents sur les tonnes à lisier de l'échantillon

Les autres dispositifs sont encore très peu adoptés. Sur les modèles récents, une augmentation des ventes des nouveaux dispositifs existe, notamment les rampes à pendillards qui représentent près de 8% depuis 2006 (Figure 12).

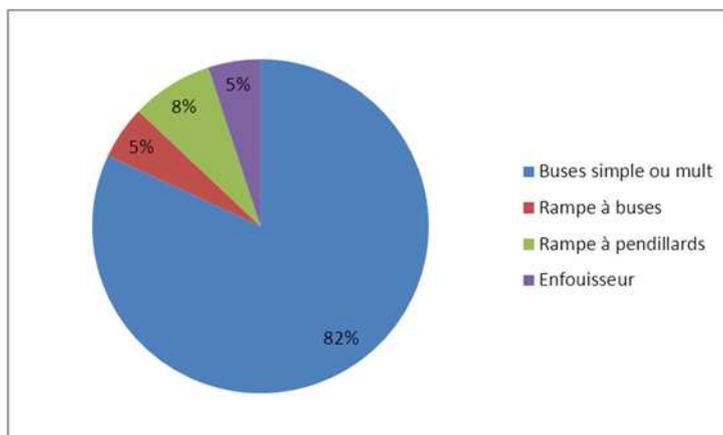


Figure 12 : Part (en %) des dispositifs d'épandage présents sur les tonnes à lisier de l'échantillon depuis 2006

Des équipements de maîtrise de dose très peu diffusés

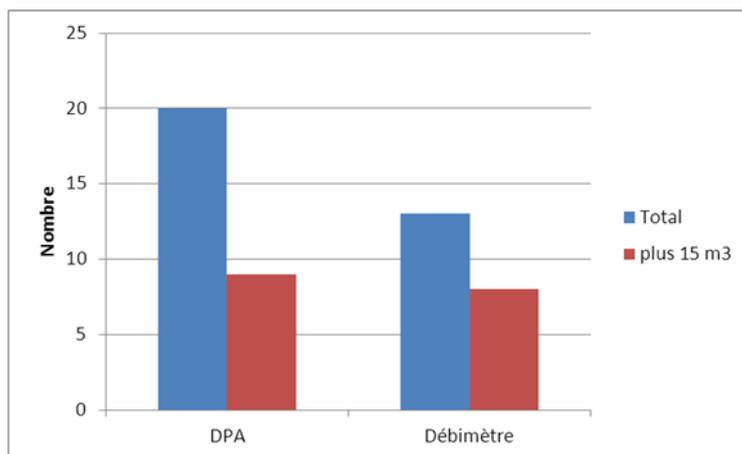


Figure 13 : Les équipements de maîtrise de dose recensés sur les tonnes

Ces unités au regard de l'échantillon global (3 000 machines) représentent un très faible nombre de machines (Figure 13). Depuis 2006, des débitmètres sont installés souvent sur des modèles de grandes capacités, compte tenu du coût de l'équipement.

3.1.2. Les résultats de l'enquête par grandes régions

3.1.2.1. Les grandes régions

Les Cuma sont organisées suivant cinq grandes régions sur le territoire national. Elles rassemblent plusieurs régions administratives et se nomment :

- Grand Ouest
- Nord Est
- Région Centre
- Sud Ouest
- Sud Est

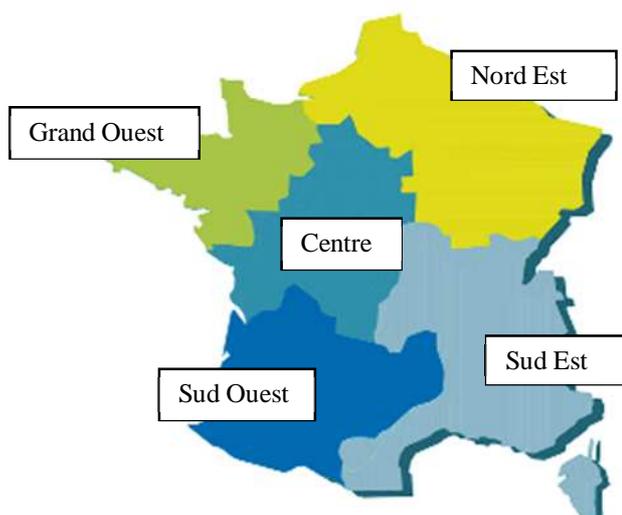


Figure 14: Répartition des grandes régions des CUMA (source Cuma)

Nous analysons suivant les régions, si les capacités des matériels et les dispositifs d'épandage utilisés diffèrent.

3.1.2.2. Les épandeurs de produits solides

Des matériels plus petits dans le Sud Est

La région Sud Est a présenté un échantillon où les petits modèles sont très majoritaires. A l'inverse, la région Grand Ouest est la mieux équipée en matériels de 10 à 15 m³, juste devant le Centre et le Nord Est (Tableau 4). Les épandeurs de plus grandes capacités sont surtout présents en régions Nord Est et Centre.

Capacités en t ou m ³	<10		de 10 à 15		de 15 à 20		>20	
	unités	%	unités	%	unités	%	unités	%
GRAND OUEST	357	20,1	1293	72,9	122	6,9	1	0,1
REGION CENTRE	245	29,2	575	68,6	17	2,0	1	0,1
NORD EST	365	28,5	818	63,8	98	7,6	1	0,1
SUD EST	367	72,1	124	24,4	18	3,5	0	0,0
SUD OUEST	481	41,3	645	55,4	39	3,3	0	0,0

Tableau 4: Capacité des épandeurs de produits solides suivant les régions d'utilisation

Ces résultats sont à mettre en perspective avec les nombreuses et importantes exploitations d'élevage du Grand Ouest, les régions Centre et Nord Est de grandes cultures, propices à l'utilisation du matériel de gros gabarit. Enfin, le Sud Est, au relief plus montagneux et au parcellaire plus morcelé, limite l'utilisation des gros matériels.

Les hérissons verticaux partout dans l'hexagone

Le dispositif d'épandage à hérissons verticaux est utilisé dans des proportions comparables dans toutes les régions (Tableau 5). Les tables d'épandage de notre échantillon sont moins représentées en région Centre et Sud Est.

Dispositif d'épandage	Hérissons verticaux		Hérissons horizontaux		Table d'épandage	
	unités	%	unités	%	unités	%
GRAND OUEST	1592	92,8	68	4,0	55	3,2
REGION CENTRE	728	85,1	114	13,3	13	1,5
NORD EST	933	89,5	74	7,1	35	3,4
SUD EST	501	95,8	18	3,4	4	0,8
SUD OUEST	949	88,0	85	7,9	45	4,2

Tableau 5 : Les dispositifs d'épandage des épandeurs de produits solides suivant les régions d'utilisation

3.1.2.3. Les épandeurs de produits liquides

Des tailles de matériel différentes entre Grand Ouest et Sud Est

Comme pour les produits solides, les tonnes de moins de 10 m³ sont très nettement dominantes en région Sud Est seulement. Inversement, la région Grand Ouest ne les utilise plus, au bénéfice des modèles de 10 à 15 m³ (Tableau 6). C'est aussi dans le Grand Ouest

que les tonnes de plus de 15 m³ sont les plus usitées. Pour les autres régions, les données sont homogènes.

Capacités en m ³	<10		de 10 à 15		de 15 à 20		>20	
	unités	%	unités	%	unités	%	unités	%
GRAND OUEST	130	11.7	766	69.2	205	18.5	6	0.5
REGION CENTRE	98	44.1	95	42.8	26	11.7	3	1.4
NORD EST	187	48.6	178	46.2	16	4.2	4	1.0
SUD EST	304	80.9	63	16.8	9	2.4	0	0.0
SUD OUEST	319	45.1	307	43.4	75	10.6	7	1.0

Tableau 6: Capacité des tonnes à lisier suivant les régions d'utilisation

Le grand Ouest produit beaucoup d'effluents d'élevage liquides. Dans ces conditions, afin de réduire les coûts et accroître la productivité des chantiers, les utilisateurs choisissent des matériels de grande capacité. La région Sud Est, plus accidentée et moins tournée vers ce type d'effluents, continue à utiliser des tonnes de gabarit inférieur.

La buse toujours omniprésente dans les dispositifs d'épandage

La buse domine très largement dans toutes les régions et a pratiquement l'exclusivité dans le Sud Est. La rampe à buse effectue une percée sensible en Sud Ouest (17 %). La rampe à pendillards est la plus adoptée dans le Grand Ouest. Les enfouisseurs sont les plus présents en Nord est et Sud Ouest (Tableau 7).

Dispositif	Buses simple ou multiples		Rampe à buses		Rampe à pendillards		Enfouisseur	
	unités	%	unités	%	unités	%	unités	%
GRAND OUEST	942	84,7	50	4,5	88	7,9	32	2,9
REGION CENTRE	207	93,7	0	0,0	11	5,0	3	1,4
NORD EST	406	90,2	6	1,3	12	2,7	26	5,8
SUD EST	277	99,3	0	0,0	2	0,7	0	0,0
SUD OUEST	374	74,5	86	17,1	17	3,4	25	5,0

Tableau 7: Les dispositifs d'épandage des tonnes à lisier suivant les régions

Les régions Grand Ouest et Sud Ouest produisent des effluents liquides (lisier de porc, bovin et de canard) généralement sensibles à la volatilisation de l'ammoniac lors de l'épandage. L'utilisation de matériel adapté, tel que rampe à pendillards et dans une moindre mesure les rampes à buses, permet de limiter ces déperditions d'unités d'azote dans l'environnement.

3.1.3. Conclusion sur les Cuma

L'étude du parc des machines des Cuma repose sur un large échantillon de machines réparties sur tout le territoire. A partir de ces machines qui représentent une part non négligeable du parc total des Cuma, les principaux enseignements à retenir sont :

1. Les Cuma renouvellent périodiquement leurs épandeurs à fumiers qui sont utilisés de façon intensive. Cette approche limite les frais d'entretien et évite les gros ennuis mécaniques. La modernisation du parc est marquée par l'usage massif des épandeurs à hérissons verticaux destinés à épandre plus particulièrement les fumiers bruts produits dans les exploitations.

2. Pour les épandeurs à fumiers, l'usage de dispositifs de maîtrise de dose reste confidentiel. Le DPA est le plus diffusé tandis que les autres systèmes ne comptent que quelques adeptes. Divers arguments peuvent être avancés à ce constat :
 - a. Des produits hétérogènes dont la valeur fertilisante est mal connue et délicate à intégrer dans la fertilisation
 - b. Des coûts encore élevés et une impression de durabilité de ces systèmes qui peut dissuader des utilisateurs.
 - c. Des achats en groupe, qui nécessitent un consensus et une approche partagée de la fertilisation.
3. Pour les tonnes à lisier, conservées plus longtemps, elles sont renouvelées au sein des CUMA par des modèles de plus grande capacité. Le dispositif d'épandage buse à palette simple ou multiple, très rudimentaire reste de loin majoritaire en raison de sa simplicité et de son faible coût. Ainsi, les dispositifs plus innovants et performants, bien plus onéreux et complexes à l'usage, peinent à trouver un large public. Le résultat est similaire pour les DPA et les débitmètres récents qui ne sont pour l'heure que marginaux. Cependant, une évolution est palpable sur les gros modèles où la buse commence à être remplacée par des équipements de maîtrise de dose plus diffusés. Ces modèles dont les coûts unitaires sont très supérieurs aux anciens modèles peuvent favoriser le déploiement de ces équipements onéreux.
4. Parmi tous les aspects étudiés, les renseignements sur les dates d'achat, les capacités et les dispositifs d'épandage sont fiables car bien renseignés. Sur les équipements de maîtrise de dose, certains ont pu être omis car d'une part, ils ne sont pas forcément pris en compte par les techniciens et comptables et d'autre part, leur apparition sur les machines est encore récente.

3.2. Les résultats obtenus avec les entrepreneurs des territoires

3.2.1. Les épandeurs de produits solides

La localisation des épandeurs

Sur la base des grandes régions, les 152 épandeurs recensés proviennent pour l'essentiel des régions Nord Est, Grand Ouest et Centre (Figure 15). Il s'agit de la moitié Nord où est localisé l'essentiel des gisements d'effluents d'élevage. La région Sud Ouest est très faiblement représentée alors que les surfaces en cultures y sont vastes. Dans le sud-est, il est possible que les épandages agricoles soient moins confiés à des entreprises.

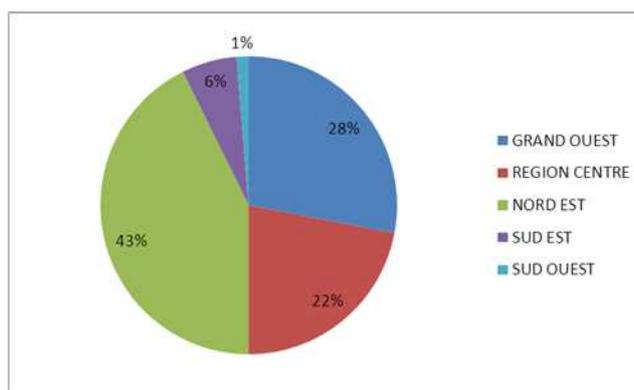


Figure 15 : Répartition des épandeurs de produits solides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

Des matériels de grandes capacités

Sur l'ensemble de l'échantillon, les épandeurs de plus 20 m³ sont plus nombreux que les moins de 10 m³ (Figure 16). Les capacités de plus de 15 m³ sont surtout utilisées dans les régions Centre et Grand ouest.

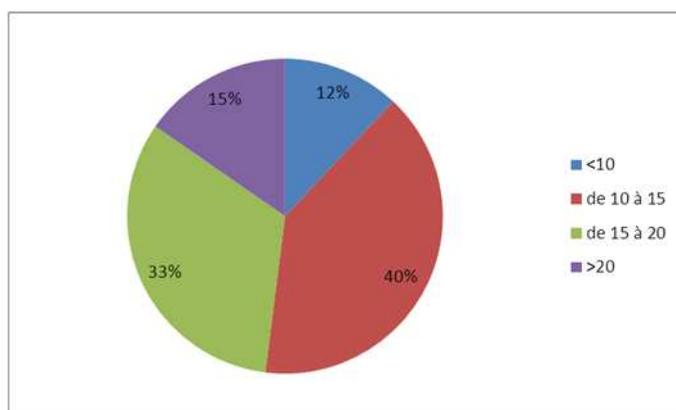


Figure 16 : Capacités des épandeurs de produits solides (m³) utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

Ces observations sont conformes à la logique de l'entreprise qui doit obtenir un rendement de chantier élevé avec une productivité accrue.

Des tables d'épandages utilisées en majorité

La part des tables d'épandage dépasse celle des hérissons verticaux (Figure 17). Cela montre une différence nette avec les Cuma et traduit le fait que les entrepreneurs épandent une plus grande variété de produits.

Les modèles à table d'épandage sont plus adaptés que les modèles à hérissons verticaux pour l'épandage des produits plus fractionnés comme des composts ou des boues séchées, des résidus des industries agro-alimentaires et des amendements divers. Dans la moitié Nord du pays, ces épandages représentent des volumes importants et les entreprises s'adaptent à cette demande. Les machines épandent pour le compte d'agriculteurs locaux des matières issues de collectivités ou bien des industries agro-alimentaires locales.

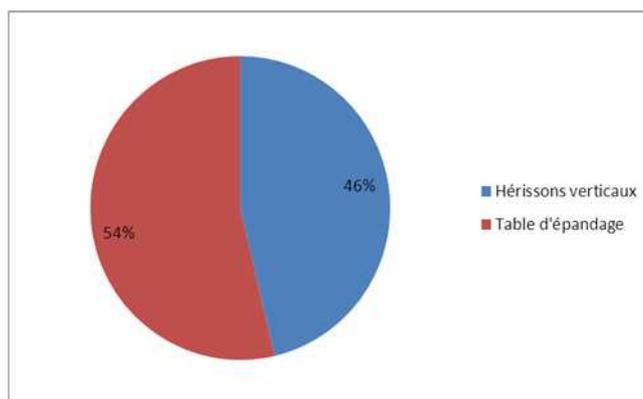


Figure 17 : La part des dispositifs d'épandage présents sur les épandeurs de produits solides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

Des équipements de maîtrise de dose plus diffusés

Les DPA sont les équipements les plus diffusés (près de la moitié des machines), devant le volet de bordure et la pesée (Figure 18). Les modèles équipés de table d'épandage disposent très souvent d'équipement de maîtrise de dose.

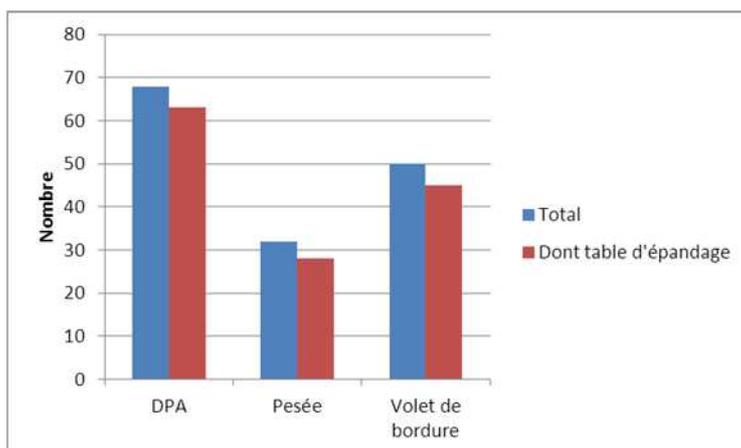


Figure 18 : Les équipements de maîtrise de dose présents sur les épandeurs de produits solides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

3.2.2. Les épandeurs de produits liquides

La localisation des tonnes à lisier

Le Grand Ouest présente plus de la moitié de l'échantillon (Figure 19).

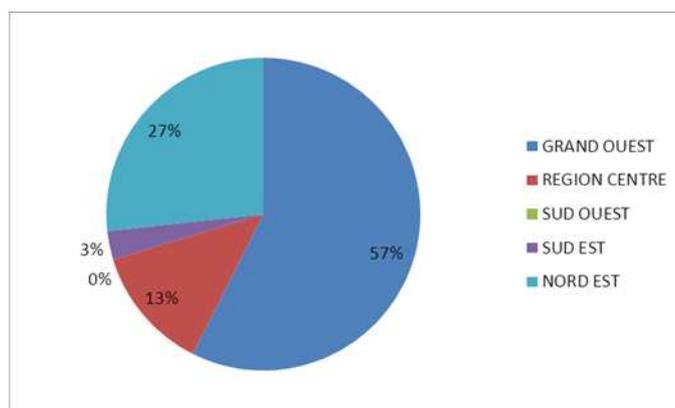


Figure 19 : Localisation des tonnes à lisier utilisées par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

Des tonnes à lisier de grandes capacités

Les entrepreneurs utilisent en priorité des matériels de grosse capacité. Les tonnes de plus de 20 m³ représentent plus de quart de notre échantillon (Figure 20). Les capacités de moins de 10 m³ ne sont plus utilisées par ces prestataires de services.

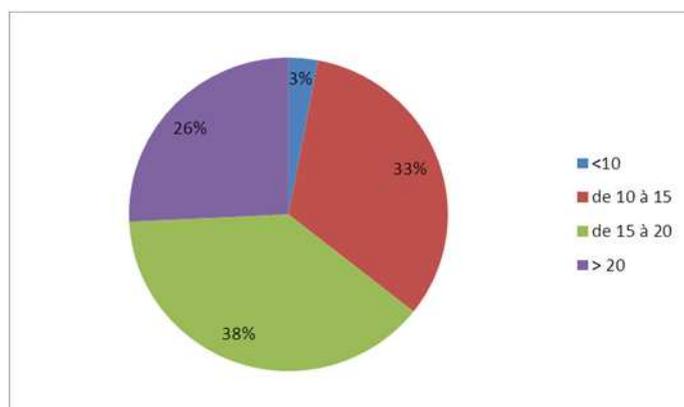


Figure 20 : Capacité des tonnes à lisier (en m³) utilisées par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

Ces résultats indiquent que ces entrepreneurs interviennent surtout sur des volumes importants en utilisant les matériels de plus grande capacité. L'échantillon est pour plus de la moitié localisé dans le Grand Ouest où se situe le gisement le plus important d'effluents liquides.

Des dispositifs d'épandage variés

Les entrepreneurs utilisent à présent la buse en faible proportion et adoptent des dispositifs plus performants comme la rampe à pendillards et l'enfouisseur (Figure 21).

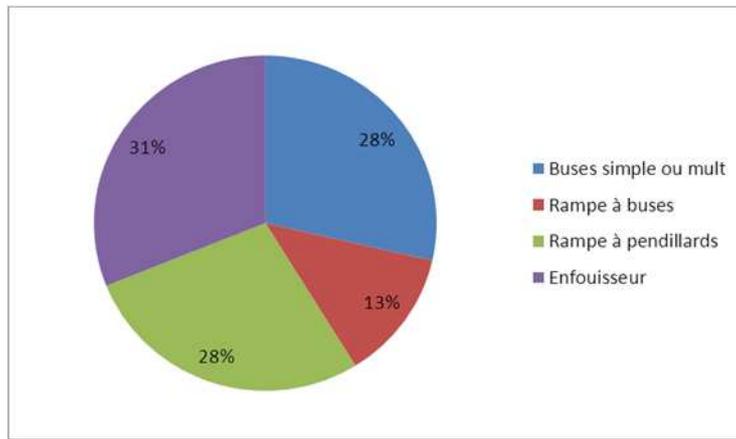


Figure 21 : Les dispositifs d'épandage des tonnes à lisier (en %) utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

Les équipements de maîtrise de dose

Le DPA est installé sur 39 tonnes, soit près de 40 % de notre échantillon (101 machines). L'essentiel des équipements est récent et concerne les tonnes de plus de 15 m³ (Figure 22).

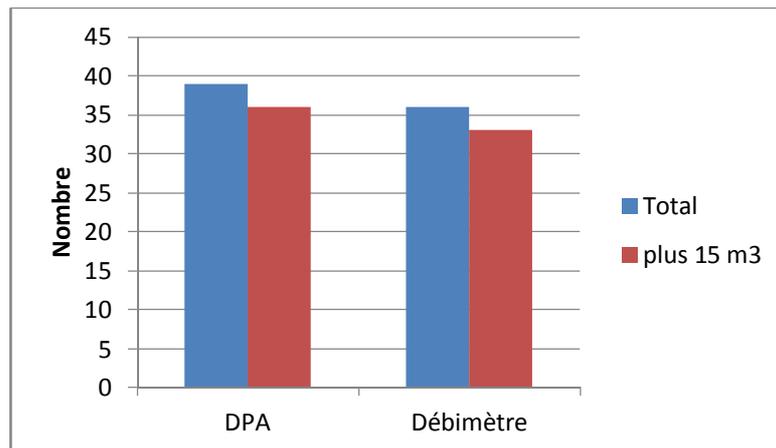


Figure 22 : Les équipements de maîtrise de dose des tonnes à lisier utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

3.2.3. Les automoteurs

Les entrepreneurs enquêtés utilisent 81 automoteurs dont 40 pour les liquides et 41 pour les solides. La localisation géographique est la suivante :

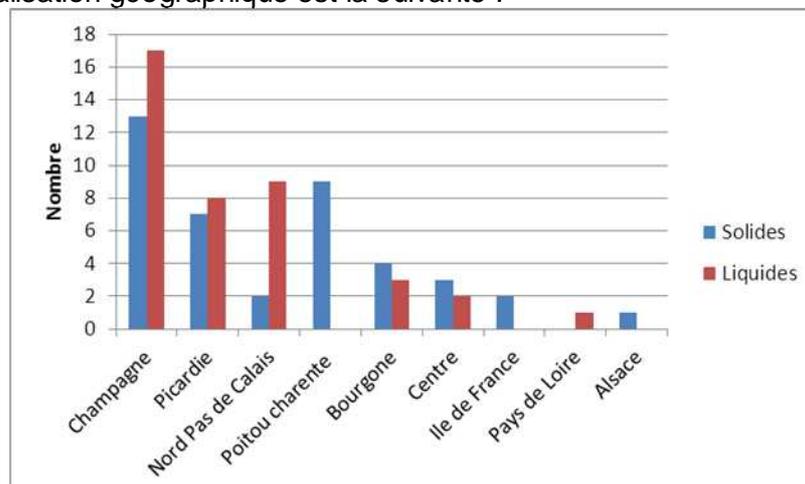


Figure 23: Localisation des automoteurs utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

Ces machines travaillent surtout dans les zones de grandes cultures. Dans les zones à dominante élevage, ces matériels interviennent très peu (Figure 23).

L'épandage des solides avec des tables d'épandage exclusivement

Pour épandre, ces machines disposent exclusivement de table d'épandage. Ces matériels n'épandent pas de produits très grossiers comme des fumiers pailleux mais plutôt des produits plus fractionnés comme des composts ou des boues séchées. La largeur de travail doit favoriser la réduction du nombre de passages et le tassement.

Les capacités des machines sont importantes et bien équipées pour les solides

- 60 % ont une capacité de 15 à 20 m³
- 40 % ont une capacité de 10 à 15 m³

Ces machines ne disposent pas d'une gamme de capacité aussi large que pour les matériels traînés. Le marché est restreint.

Des matériels bien équipés

Les plupart des matériels disposent d'équipements de maîtrise de dose. Le DPA, la pesée et le GPS (aide au guidage, permettant l'optimisation du contrôle de la largeur de travail) sont presque utilisés de façon systématique (Figure 24).

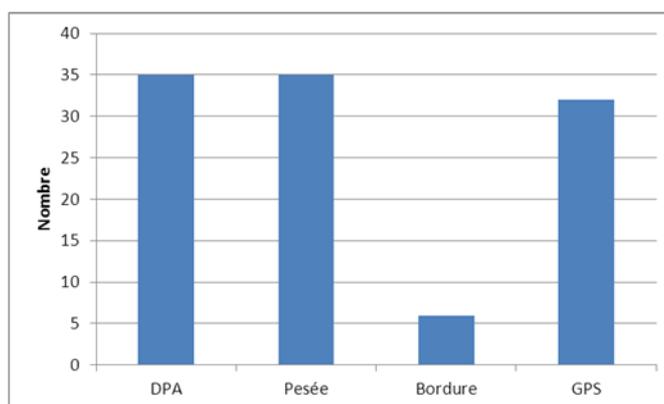


Figure 24: Les équipements de maîtrise de dose recensés sur les automoteurs de produits solides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

Avec ce matériel, l'épandage devient très professionnalisé, avec une traçabilité de chantier opérationnelle grâce au GPS et une bonne maîtrise des doses apportées. Certains matériels disposent même du télé-gonflage des pneumatiques (dispositif qui permet de gonfler ou dégonfler les pneumatiques depuis le poste de conduite lors des passages entre les routes d'accès et les parcelles) pour réduire les impacts au sol.

Des machines d'épandage de produits liquides performantes avec des capacités raisonnables

- 55 % ont une capacité de moins de 10 m³
- 45 % ont une capacité de 10 à 15 m³

Ces machines disposent de capacités inférieures aux modèles tractés en usage dans les entreprises. Cependant, lors des chantiers, ces machines épandent seulement et n'assurent pas de transport. Les remplissages se déroulent au bord des parcelles.

Près de 80 % des automoteurs utilisent des rampes à buses ; les autres dispositifs (rampe à pendillards et enfouisseurs) sont peu utilisés.

Le DPA est utilisé presque systématiquement sur ces matériels. Les débitmètres commencent à être installés (Figure 25).

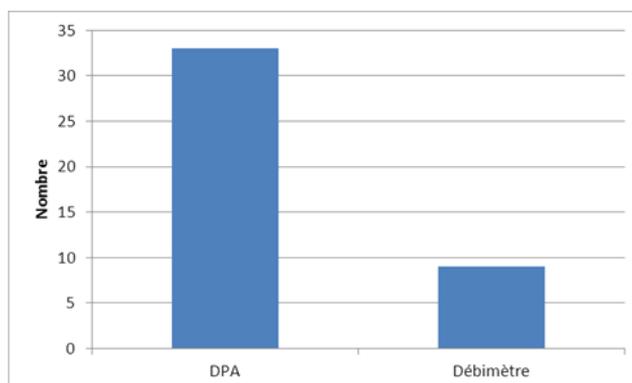


Figure 25 : Equipements de maîtrise de dose recensés sur les automoteurs de produits liquides utilisés par les entrepreneurs spécialisés dans l'épandage

3.2.4. Conclusion sur les entrepreneurs des territoires

Les entrepreneurs que nous avons enquêtés disposent d'un parc de matériels performants. Ils utilisent, dans une tout autre proportion que les CUMA, des matériels de grandes capacités, avec des dispositifs d'épandage et des équipements de maîtrise de dose plus performants.

Cependant, l'échantillon étudié est restreint avec une centaine d'entreprises mais qui, aux dires de la Fnedt, représente la grande majorité des entreprises faisant de l'épandage.

3.3. La contribution des constructeurs

3.3.1. Les tonnes à lisier

Les constructeurs français et étrangers qui occupent une part prépondérante du marché français sont au nombre d'une douzaine. Parmi ceux-ci, deux entreprises se dégagent par leur part de marché. Bien souvent, les constructeurs de tonnes à lisier fabriquent aussi des épandeurs.

A partir de renseignements émanant de plusieurs constructeurs sur les années 2009 à 2011, les ventes annuelles se répartissent suivant les capacités :

- Moins de 10 m³ :..... 41 %
- De 10 à 15 m³ :..... 40 %
- De 15 à 20 m³ :..... 12 %
- Plus de 20 m³ :..... 7 %

Les dispositifs d'épandage installés sont globalement :

- Buses simples : 80 %
- Rampes à buses
et à pendillards : 15 %
- Enfouisseurs : 5 %

Les équipements de maîtrise de dose sont peu nombreux avec moins de 50 dispositifs installés annuellement.

3.3.2. Les épandeurs à fumier

La grande majorité des constructeurs d'épandeurs consultés n'ont pas souhaité collaborer à notre étude. Aussi, nous ne disposons pas de données fiables au regard de la production.

Près d'une trentaine d'entreprises, dont près de la moitié, sont présentes sur le marché national. Les autres, souvent de plus petite taille, sont bien implantées dans leurs régions respectives.

4. Les difficultés de notre étude

La collecte des données que nous souhaitons obtenir des fédérations départementales des Cuma s'est avérée plus longue et consommatrice de temps et plus laborieuse que prévu. Les animateurs Cuma n'ont pas de liste à jour du nombre et du type de matériels utilisés. C'est grâce aux comptables des Cuma qu'il a été possible d'obtenir un nombre et une typologie de matériel par département. Les comptables enregistrent ces factures dans des logiciels : EuroCuma pour la partie nord de la France ou Olympia pour la partie sud. Ces enregistrements permettent de rechercher tous les matériels achetés en Cuma selon le type d'engin (épandeur, tracteur etc...). Malheureusement, ces listings sont plus ou moins fiables et incomplets du point de vue des critères techniques que nous recherchions.

Nous avons également contacté des centres de gestion dans les départements mais ils se sont montrés plus ou moins coopératifs dans certains départements.

Pour les épandeurs à fumiers, peu de machines sont acquises à titre individuel. Pour les tonnes par contre, il existerait plus d'achat fait par des agriculteurs d'après des constructeurs.

Conclusion et perspectives

En une vingtaine d'année, les matériels d'épandage des matières organiques sont devenus des matériels imposants, onéreux et capables d'un fort rendement de chantier. Cette évolution privilégie l'emploi de ces machines par le biais des Cuma et des entrepreneurs. Ces acteurs utilisent les machines sur plusieurs exploitations et de plus vastes surfaces. En conséquence, les ventes d'unités de machines ont baissé de façon significative, avec des modèles plus productifs et un usage intensifié.

Avec l'apparition dans les années 1990 des épandeurs à hérissons verticaux, l'épandage des matières solides a connu un fort renouvellement. Les modèles à table d'épandage, plus orientés vers des faibles dosages et des produits plus fractionnés et riches sont plus adoptés par les entrepreneurs mais faiblement par l'ensemble des utilisateurs potentiels. Dans les Cuma, où le fumier de bovin représente près des 2/3 des matières épandues, l'usage des épandeurs à hérissons verticaux est devenu le standard.

Les tonnes à lisier, de plus en plus volumineuses, commencent à être équipées de nouveaux dispositifs d'épandage mais le renouvellement de ces machines est lent et il faudra du temps pour que l'usage des simples buses se réduise de façon significative.

Les automoteurs gagnent des parts de marché dans les zones de grandes cultures et à proximité des grands gisements de fertilisants organiques.

On le constate, l'épandage des matières organiques évolue en France vers une certaine spécialisation des machines et une professionnalisation de ses acteurs.

Les constructeurs se retrouvent sur un marché concurrentiel et plutôt déclinant malgré le bon taux de renouvellement des matériels chez les principaux utilisateurs. Des équipements de maîtrise de dose (DPA, débitmètre, pesage, tablier accompagnateur, volet de bordure) sont proposés par les constructeurs. Leur utilisation est pour l'heure confidentielle ; il existe une très grosse marge de progrès car le parc est insuffisamment équipé. Les entrepreneurs sont en première ligne pour adopter et diffuser ces technologies. Un public d'agriculteurs et de techniciens commence à prendre en compte la fertilisation organique et toute son importance, notamment dans des périodes où les engrais minéraux deviennent chers. Ajouté à cela, les constructeurs sont de plus en plus sensibles à l'impact environnemental de leurs machines.

En est pour preuve un projet de certification des machines dans le cadre d'un projet ECO-EPANDAGE¹ (2011-2013) porté par deux constructeurs et plutôt bien accepté par la communauté des constructeurs de machines. Ce projet vise à certifier des machines d'épandages qui satisferont à des exigences portant sur la répartition spatiale des produits, la maîtrise du dosage et le respect des sols. Pour ce faire, des machines composées de sous-ensembles (contenant, train-roulant, dispositif d'épandage,...) modulables subiront des tests afin de vérifier leurs aptitudes au regard de seuils définis au sein du projet et acceptés par les constructeurs. Ces machines labellisées pourraient être reconnues par les pouvoirs publics et leur diffusion facilitée auprès des utilisateurs.

L'étude a clairement identifié différents niveaux d'équipements de maîtrise de dose suivant les matériels. Cependant, les bénéfices de ces technologies ne sont pas évalués clairement pour pouvoir mieux communiquer et amplifier leur diffusion. L'apport de ces équipements peut être qualifié à partir d'essais au banc, sur un échantillon de matériels. Sur ces matériels

¹: ECO-EPANDAGE fait partie de l'appel à projet Eco-industries, financé par le fonds de compétitivité des entreprises. Il est géré par la DGCIS (direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services). Le porteur est la société PICHON avec les partenaires : société ROLLAND, Irstea, la Chambre d'Agriculture de Bretagne et Vetagro-Sup.

représentatifs des usages, des tests avec et sans équipements de maîtrise de dose sont nécessaires. A partir de l'analyse des résultats expérimentaux, les gains escomptés sur les aspects environnementaux sont à étudier : simulation de la dose réellement épanchée, quantification des sous-dosages et surdosages, intégration de ces valeurs dans des modèles de calcul... Ils serviront à évaluer globalement, les effets possibles des technologies sur l'environnement, dans une perspective d'amélioration des machines. Avec des progrès notables et démontrés, une communication appropriée sur ces équipements de maîtrise de dose devrait faciliter leur acceptation et étendre leur diffusion.

Annexe 1

Liste des constructeurs par ordre alphabétique

AGRIMAT, Route de Bouillon 148/1, ZI de Baillamont, 05555 Bièvre - BELGIQUE
AMBS "LA LITTORALE, Route de campagne, 62870 BUIRE LE SEC
ARMOR INDUSTRIE, ZA Kerdaniou, 29530 PLONEVEZ DU FAOU
BALON, 4 Route de Machault, 08400 SEMIDE
BERGMANN, Brusselstraat 691, 01700 Dilbeek, BELGIQUE
BONNEAU TRICHET SARL, ZI L'Augizière, 85190 BEAULIEU SOUS LA ROCHE
BROCHARD, Z.A LE Châtenay - BP 10, 85190 BEAULIEU SOUS LA ROCHE
BUCHET, Route de Chateauneuf, 71740 TANCON
CHALLENGER, Ag-Chem Europe, Horsterweg 66a, NL-5971 NG Grubbenvorst, Pays-Bas
CORNE ANTOINE, 303, Route de Buire - BP 2, 62870 CAMPAGNE LES HESDIN
CORNE Henri, 4 rue Henri Corne, 80150 AGENVILLERS
COUTAND, ZA du Puy Lambert, 85700 La Flocellière
DANGREVILLE, 33, rue du 49^e BCA, 80290 CAULIERES
DEGUILLAUME, La croix verte, BP1, 87120 EYMOUTIERS
DELAPLACE-MOUZON, 1 rue des Frères Desjardin, 02590 ETREILLERS
DEVES, Brune, BP 12, 07210 CHOMERAC
FG INDUSTRIES, 222, route de Vienne, 38260 FARAMANS
FLIEGL France sarl, 570, route de Clisson, 44120 Vertou
GYRAX, Zone Industrielle - 33 route de Lenclôtre, 86170 CHAMPIGNY-LE-SEC
GUERIN, rue Pierre Dautreleau, 76280 GONNEVILLE LA MALLET
JEANTIL, Rue de la Tertrais - Z. I. La Hautière, BP 1- 35590 L'HERMITAGE
JEULIN, 3 Rue des Mardeaux - CS 4311, 41043 BLOIS Cedex
JOSKIN, Rue de Wergifosse 39, 04630 Soumagne, BELGIQUE
LE BOULCH, Route de Guernanville - BP 11, 27330 LA VIEILLE LYRE
LEGRAND S.A., ZA de la Petite Dimerie - BP 11, 62310 FRUGES
ORANGE, 550 Route de Bolbec, 76210 RAFFETOT
MAITRE SARL, 11 rue Croix de Pierre, 03150 RONGERES
MAUGUIN CITAGRI, 111 Boulevard des Loges, 53940 ST BERTHEVIN
MIRO-HEYWANG, 12, rue de Laviron, 25510 Pierrefontaine les Varans
PANIEN, 3 rue de sains, 62860 INCHY EN ARTOIS
PERARD, Avenue de l'Europe, Zone Industrielle de Baleycourt, 55100 VERDUN
PICHON, BP 21, ZI de Lavallot, 29490 GUIPAVAS
ROCHE, Route de Crest - Quartier Mi-voie, 26400 AOUSTE SUR SYE
ROLLAND, ZAC des Landes - BP. 149, 29800 TREFLEVENEZ
ROYER SERGE ET FILS, 8, rue de l'arbre haut, 51310 ESTERNAY
SAMSON, Resp France Thierry JOURDAN, Hameau BRISSET, 50260 NEGREVILLE
SODIMAC, Rue du 19 Mars 1962 - BP 8, 22550 SAINT-POTAN
STRAUTMAN, Importateur : EMA 13, rue des Vosges Z.I Sud, 57430 SARRALBE
TEBBE, Importateur : MDM Industries, Chemin de Mossée, 4, 5590 CINEY, BELGIQUE
ZETOR France, 2 rue Ampère, 67120 DUTTLENHEIM

Annexe 2

Références bibliographiques

François Thirion, Frédéric Chabot, *Épandage des boues résiduaires et effluents organiques, Matériels et pratiques*, Cemagref Editions, 2003

Marc Rousselet, Jacky Mazoyer, *Évaluation des performances des épandeurs de fumier : premiers résultats selon la norme EN13080*, Ingénieries N°46, p 79 à 92, juin 2006

Marilys Pradel, *Eco évaluation des équipements d'épandages de produits solides et liquides*, rapport livrable T3c, projet ANR ECODEFI, 2010
<https://ecodefi.cemagref.fr/resultats-et-publications/delivrables>

Communications à des congrès

Study of organic spreading patterns – method and optimisation of an experimental spreader, J-C. Roux; J. Mazoyer, D.Varion; T. Humbert, G Brenon, H. Cherasse, M. Rousselet, AGENG 2010,6-8 sept 2010, Clermont-Ferrand, France

Mass flow control for manure spreader, D.Miclet, E. Piron, S. Venel, S. Vilette, AGENG 2010, 6-8 /9/ 2010, Clermont-Ferrand, France

Environmental performance indicators of organic spreading machines
M. Rousselet, J. C. Roux, M. Pradel, J. Mazoyer, J.Y. Cosnier , P. Havard,
AGENG 2010, 6-8/9/ 2010, Clermont-Ferrand, France,

Improving environmental performances of organic spreading technologies through the use of life cycle assessment
M. Pradel, M. Rousselet, T. Pacaud, S. Lacour, AGENG 2010, 6-8/9/2010, Clermont-Ferrand, France

Improvement of organic spreader design : the use of spread patterns modelling,
J-C. Roux; D. Varion; D. Miclet; E. Piron, AGENG 2012,8-12/7/2012, Valence, Espagne

Irstea – centre de Clermont-Ferrand
Unité de recherche Technologies et systèmes d'informations
pour les agrosystèmes
Campus universitaire des Cézeaux
24, avenue des Landais
BP 50085
63172 Aubière Cedex
tél. +33 (0)473440600
www.irstea.fr

