



Rapport de stage de fin d'études

« Amélioration des connaissances sur les effets des opérations de recyclage des boues de stations d'épuration sur le bassin versant du Verdon »

Stage réalisé du 15 Mai au 15 Novembre 2011

PROMO 2011

Nicolas Delesalle

Option : Environnement, Matière, Vivant

Filière : Management de Projets à l'International

Tuteurs école

Option : Marc-André Theoleyre

Filière : Paul Angelier

Maître de stage

Corinne Guin

*« Accepter toutes les immondices du royaume,
C'est être le seigneur du sol et des céréales »*

Lao Tseu

Tao-Tö-king, env. 600 av. JC

*« Véolia, ils calculent tout. S'ils nous envoient les boues,
c'est pour pouvoir dépolluer l'eau après, c'est tout. »*

Jeannot de Saint-Jurs

en marge d'une réunion publique, le 19 oct. 2011

Remerciements

Puisque liberté m'en est donnée, je souhaite ici exprimer une reconnaissance sincère à tous ceux et celles avec qui j'ai partagé un bon moment dans les boues du Verdon, et en particulier à :

Corinne Guin, pour l'entière liberté qu'elle m'a laissée dans l'organisation de mon travail et dans la formulation des propositions, mais aussi pour sa présence lors des moments-clefs de ce stage,

Mathieu Leborgne, pour notre fructueuse et incessante collaboration socio-technique,

Marc André Theoleyre pour son apport extérieur constructif sur ce travail,

Christine Hautcoeur, Nicolas Milesi et Charles Hess pour le temps qu'ils ont pris pour répondre à toutes mes demandes, sans exception,

Fatima Amagnouj, pour m'avoir initié à l'écoute de « la parole du territoire »,

Jacques Espitallier, pour avoir initié et soutenu l'implication du Parc sur cette thématique depuis des années,

Jacques Quantin, pour son talent d'animateur de débat public et ses conseils,

Jean Puig, Charles Chabot et Annie Manassero, pour leur intérêt purement bénévole mais néanmoins constant et affuté sur mon travail,

Joël Pouget, qui n'a cessé de m'inviter à l'accompagner sur le terrain à la moindre occasion,

Suzanne Gioanni pour ses avis francs sur les idées et les documents que j'ai pu lui soumettre,

Les élus du bureau, pour m'avoir écouté et entendu à deux reprises,

Corinne Gautier et Guillaume Ruiz, pour m'avoir initié à la pêche électrique et au recensement de seuils en rivière,

Raphaëlle, Ghislaine et William, pour notre cohabitation joyeuse à Félines,

Toute l'équipe du Parc enfin, pour tout.

Résumé

La généralisation, au cours des dernières décennies, de la valorisation agricole des boues d'épuration, est allée de pair avec l'explosion du tourisme sur le territoire du Verdon d'une part, et l'élargissement d'une réflexion sur la qualité de l'eau et les impacts des pratiques agricoles sur celle-ci d'autre part. Dans ce contexte particulier, le Parc naturel régional du Verdon a permis la réalisation d'un état des lieux des pratiques d'épandages, qui met en lumière l'existence d'une véritable filière économique de gestion des boues, au sein de laquelle les multiples acteurs (professionnels, agricoles, institutionnels, politiques, ...) ont encore des difficultés à articuler leurs rôles, malgré de très nettes améliorations depuis la réglementation de 1998. Le deuxième élément de cet état des lieux est l'origine principalement extraterritoriale des boues épandues. En parallèle, une étude scientifique concernant les effets environnementaux et sanitaires des pratiques d'épandages permet une vision locale et actualisée des risques posés par ces apports, qui ne semblent pas préoccupants à l'heure actuelle au regard de la part qu'ils représentent par rapport aux autres intrants agricoles, et surtout au vu de l'amélioration importante de la qualité des réseaux et des systèmes de traitement des eaux usées. Néanmoins, l'adoption de certaines pratiques permettrait une diminution plus importante du potentiel de risque induit par ces épandages. Une vigilance concernant les nouveaux polluants organiques, ainsi qu'une implication locale dans la gouvernance de cette filière sont les principales préconisations qui apparaissent en conclusion de ces travaux.

Abstract

Wastewater sludge agricultural spreading has become a major issue in the Verdon over the last decades, since it generalized within a context of growing touristic frequentation and global focus about the consequences of agricultural activity on water quality. In this context, the Parc naturel régional du Verdon realized a complete study on the actual practices of agricultural recycling of WW sludge, which reveals the existence of a complete economical system. For different reasons, the whole range of actors (from professionals and farmers to politics and institutions), are not yet fully satisfied with the current situation. The other conclusion of this first part of the study is the mainly extraterritorial origin of the recycled sludge. So as to propose a local and accurate point of view of the environmental and sanitarian consequences of these practices, the other part of the study focused on the current scientific knowledge on this topic. It appears that the impacts of WW sludge seem less concerning than others agricultural products, in regard to the quantities spread but also due to the improvement of WW treatment plants systems. Nevertheless, the adoption of « good practices » could lower the risk of damage on the environment. A particular focus on new organic pollutants and the implication of local citizens and politics are the main recommendation that conclude this report.

Sommaire

Remerciements	3
Résumé	4
Abstract	4
Sommaire	5
Introduction	6
Partie I – Contexte et objectifs	7
Chapitre 1 : Les origines de l'étude	7
1. Le contexte local.....	7
2. La structure Parc et son implication.....	8
3. Historique réglementaire et contexte national.....	8
Chapitre 2 : Les objectifs	9
Partie II – Le dossier d'information	10
Partie III – Préconisations	36
Chapitre 1 : Pistes d'amélioration	36
1. Nouveaux polluants organiques : une vigilance nécessaire.....	36
2. La filière compostage : un traitement à promouvoir	36
3. Vers une implication locale dans la gouvernance	37
Chapitre 2 : Le rôle du Parc	37
1. Le Parc comme relai territorial.....	38
2. Le Parc comme partenaire autonome.....	38
3. Une Commission Déchets au sein du Parc	38
Limites et mise en garde	39
Conclusion	40
Bibliographie thématique	41
Annexe 1 : structure du dossier « DOCUMENTATION_BOUES »	44

Introduction

Le présent travail a pour objectif de permettre au Parc naturel régional du Verdon de se positionner sur la question du recyclage agricole des boues de station d'épuration sur son territoire, et d'adopter une posture en cohérence avec la réalité de ces pratiques et les connaissances scientifiques actuelles concernant leurs impacts sanitaires et environnementaux.

Cette étude a été lancée dans un contexte particulier : il est nécessaire de développer les raisons qui y ont conduit, afin d'en mesurer précisément la portée. Le territoire du Verdon, et plus particulièrement le plateau de Valensole qui concentre la majorité des plans d'épandages étudiés, sont à la fois le terrain d'une agriculture dite de grandes cultures (céréalières et de plantes à parfum), une destination touristique à très forte fréquentation, et ce territoire constitue enfin le réservoir d'eau potable de plusieurs millions d'habitants de la côte méditerranéenne. Les enjeux sont donc multiples, et de nombreux acteurs se sont positionnés sur la problématique des épandages au cours de ces dernières années, allant parfois jusqu'à des réactions violentes.

C'est donc aussi dans un objectif d'apaisement social que le Parc du Verdon s'est intéressé aux épandages de boues, et il est important de souligner ici que ce travail d'état des lieux technique et scientifique a été conduit en parallèle d'une mission d'écoute et de médiation environnementale menée auprès des habitants du plateau de Valensole par le Conseil de Développement du territoire du Parc naturel régional du Verdon. C'est donc dans ce cadre que le présent rapport a toute sa place, afin de fournir une base factuelle fiable concernant les pratiques, mais aussi une bibliographie référencée englobant les connaissances scientifiques actuelles des conséquences de ces pratiques.

Enfin, un certain nombre de propositions concluent ce rapport. Le premier volet expose de façon globale les pistes d'amélioration des pratiques qu'il conviendrait de promouvoir afin de diminuer le potentiel de risque des pratiques d'épandage, sans être nécessairement du ressort du Parc en tant que structure politique territoriale. Le rôle du Parc fait l'objet d'un deuxième volet de préconisations, que les élus sont invités à étudier dans le cadre de la construction d'un positionnement du Parc sur la thématique des épandages de boues d'épuration, qui se devra d'être en cohérence avec la réalité de la filière telle qu'elle s'observe aujourd'hui sur le territoire.

Partie I – Contexte et objectifs

Cette première partie s'attache à décrire de façon relativement précise le contexte local dans lequel ce travail a vu le jour, les raisons qui ont conduit la structure du Parc naturel régional à commander cette étude, ainsi qu'un aperçu historique des modes de gestion des boues d'épuration et des évolutions réglementaires qui s'y rapportent.

Ces descriptions permettront de définir clairement les objectifs que poursuit ce travail, l'articulation avec le travail d'écoute et de médiation sociale mené par le Conseil de Développement, et les limites que pose le mode de réalisation de cet état des lieux.

Chapitre 1 : Les origines de l'étude

1. Le contexte local

La présente étude est focalisée sur le territoire du Plateau de Valensole, qui accueille la très grande majorité des boues épandues sur le bassin versant du Verdon. L'étude des pratiques de recyclage agricole de boues d'épuration sur d'autres secteurs a été très brièvement menée et ne sera pas abordée ici. On notera que les expérimentations de revégétalisation de pistes de ski à Allos méritent une attention particulière, ainsi que les épandages récents de boues d'Hyères dans le Haut-Var.

Situé entre l'Asse au Nord, le Verdon au Sud et la Durance à l'Ouest, le plateau de Valensole est l'une des principales zones de grande culture de la région PACA, et la première région productrice de lavandin en France. Sa surface agricole est de près de 20 000 ha. Une étude de la Société du Canal de Provence (SCP) a conduit à la réalisation d'une carte pédologique au 50 000^{ème} de ce plateau en 1974¹. L'aquifère souterrain de ce plateau est encore mal connu.

Dans le cadre de l'alimentation en eau de la côté méditerranéenne, plusieurs barrages ont été érigés sur le cours du Verdon, le plus important étant celui de Sainte Croix dont la mise en eau en 1973 a créé un lac de retenue de plus de 700 millions de m³, entre le Plateau de Valensole et l'entrée des gorges du Verdon. Ce « château d'eau » de la Provence est directement alimenté par les eaux du Verdon, mais aussi par le ruissellement et l'infiltration des eaux sur le plateau de Valensole, conduisant les acteurs à une vigilance particulière concernant les intrants utilisés par les agriculteurs du plateau.

Au début des années 2000, un herbicide couramment utilisé sur les parcelles de lavandin (le 2,6 dichlorobenzamine) a été reconnu responsable de la pollution de plusieurs sources alimentant les principales communes du plateau. La stigmatisation des agriculteurs-pollueurs s'est alors accentuée, et des pratiques comme l'épandage des boues de station d'épuration, alors en pleine croissance, ont fait l'objet de pétitions d'opposition, et même d'actes de violence allant jusqu'à l'agression d'un chauffeur et l'incendie d'un camion de transport de boues en 2010 à Quinson.

La préoccupation citoyenne pour la préservation de l'environnement et la qualité des milieux aquatiques n'est cependant pas la principale source d'opposition aux boues, et la question des odeurs est centrale dans le discours des habitants, et en particulier des professionnels du tourisme.

Le Parc naturel régional du Verdon accueille chaque année plus d'un million de visiteurs. A plusieurs reprises, certains hébergeurs du plateau de Valensole se sont plaints de des nuisances olfactives occasionnées par les épandages à proximité des gîtes ou campings. Le président de l'office du tourisme de Valensole résume ainsi la situation : « L'air

¹ SCP, 1974, *Bassin inférieur du Verdon – Etude des sols en vue de leur utilisation pour l'épuration des effluents*

de Valensole est célèbre pour sa pureté, ses lavandes, et les gens viennent de loin pour respirer cet air pur ; alors, quand ils arrivent, ils se disent « Tiens, aujourd'hui, ça ne sent pas la lavande ! » ». De fait, en 2005 et 2006, le Parc a reçu des courriers de vacanciers indiquant qu'ils étaient contraints d'annuler leurs réservations en raison des odeurs de boues.

2. La structure Parc et son implication

Le Syndicat Mixte de Gestion du Parc naturel régional du Verdon a été créé en 1997 et regroupe actuellement 46 communes, 2 départements et la région PACA, suite au renouvellement de sa charte en 2008. En tant que Parc naturel régional, cette structure n'a pas de pouvoir réglementaire, mais se veut un outil de préservation et de valorisation du patrimoine naturel et culturel de son territoire, au service des collectivités constitutives. Son équipe permanente compte une trentaine d'agents aux missions multiples, regroupés en 9 commissions (Agriculture, Culture, Développement, Eau, Education, Forêt, Patrimoine Naturel, Paysage, Tourisme).

Le partage des compétences entre les différentes collectivités territoriales est un élément de contexte important. Le Parc est en effet la structure porteuse du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de la ressource en Eau) Verdon et du Contrat Rivière, et est à ce titre concerné par les risques de pollution, mais la gestion des déchets est une compétence réservée aux Communautés de Communes ou aux Communautés d'Agglomération. Enfin, dans le cadre du renouvellement de sa charte en 2008, le Parc du Verdon s'est doté d'un Conseil de Développement qui a vocation à laisser s'exprimer et à porter la « parole citoyenne » dans un cadre le plus ouvert possible.

C'est donc en premier lieu à travers la Commission Eau que le Parc s'est intéressé aux effets du recyclage des boues d'épuration. Une première réunion d'information a ainsi été organisée à Roumoules (commune située sur le plateau de Valensole) en 2008, à destination des élus des communes. Naturellement, c'est donc principalement au sein de cette commission que s'est inscrit ce travail. Un lien avec la commission Agriculture a bien entendu été développé : la présente étude s'inscrit aussi dans un projet global d'amélioration des pratiques agricoles sur le Plateau de Valensole porté par la commission Agriculture.

D'autre part, le bureau du Parc a saisi le Conseil de Développement en avril 2011 sur la question de la réception sociale des épandages de boues de station d'épuration. Un cabinet de sociologues a donc été missionné par le Conseil de Développement sur cette thématique. Le principal acteur de cette démarche a été Mathieu Leborgne (cabinet Territoires Sociaux / Confluences), dont les travaux de thèse avaient accompagné la naissance du Parc à la fin du siècle dernier. L'état des lieux de la filière de recyclage des boues a ainsi été mené en proche collaboration, à travers une quinzaine d'entretiens socio-techniques réalisés principalement par l'auteur et M. Leborgne. Le présent document n'est donc que le versant technique, scientifique et factuel d'une problématique dont les aspects sociaux font l'objet d'une préoccupation tout aussi grande à l'heure actuelle.

3. Historique réglementaire et contexte national

D'un point de vue plus global, les épandages de boues de station d'épuration sont une pratique relativement récente, même si l'utilisation des déjections humaines comme fertilisant date de plusieurs siècles². Les boues de station d'épuration sont un déchet de l'épuration des eaux usées, qui s'est généralisée en France, dans les dernières décennies du siècle dernier. Suite aux évolutions réglementaires qui font suite à la première Loi sur l'Eau de 1964, la quasi-totalité des habitations sont aujourd'hui raccordées à des systèmes d'assainissement collectifs ou non-collectifs (fosses septiques, etc.). Le gisement de boues atteint 1,1 millions de tonnes de matière sèche de boues en France en 2008³, et devrait se

² Maxime Paulet, *L'engrais humain*, 1853

³ Office International de l'Eau, 2010, *Bilan 2008 de l'assainissement en France*

stabiliser autour de cette valeur au cours des prochaines années, la production théorique étant de 15 à 20 kgMS/EqH/an⁴.

La valorisation agricole de ces déchets est encadrée par la directive européenne 86-278, dont la transposition par les pays membres a donné lieu à une grande diversité de seuils pour les concentrations en ETM (Eléments Trace Métalliques) et en CTO (Composés Trace Organiques), mais aussi concernant les pratiques (calendriers, périmètres de protection, doses à l'hectare...). Une révision communautaire de cette directive est à l'étude depuis 10 ans. Au niveau international, certains pays ont banni l'utilisation agricole des boues (la Suisse, par exemple).

En France, cette filière est défendue par l'ADEME et le Ministère de l'Environnement, de l'Energie, du Développement Durable et des Transports depuis les années 1990. Le taux de boues recyclées en Agriculture atteint 73% en 2008⁵, et tend à augmenter du fait de l'interdiction progressive de mise en décharge à partir de 2002.

Chapitre 2 : Les objectifs

L'idée initiale de ce stage était de réaliser un état des lieux des pratiques sur le territoire du bassin versant du Verdon, et de se fonder sur les connaissances scientifiques actuelles pour mettre en place un ensemble de parcelles expérimentales visant à évaluer l'impact de polluants non pris en compte par la réglementation actuelle. Cependant, un tel projet nécessite la fondation de partenariats à long terme avec des laboratoires de recherche intéressés par cette thématique au niveau local, ce qui s'est avéré complexe à mettre en œuvre.

La présente étude a nécessité, pour sa réalisation, de démontrer préalablement aux acteurs institutionnels et professionnels de la filière la légitimité du Parc naturel régional du Verdon dans sa démarche. La Chambre d'Agriculture, maillon central de la filière de gestion des boues, a ainsi fait preuve d'une grande prudence dans la divulgation de données dans le contexte de tension sociale précédemment décrit. La collecte d'informations ainsi que leur analyse, n'a donc pu être menée que grâce à l'établissement progressif de relations de confiance entre le Parc et les acteurs présents sur le terrain depuis la première campagne d'épandage, en 1999.

D'autre part, la construction d'une dualité constructive entre la mission d'état des lieux technique et scientifique et celle de médiation sociale environnementale était nécessaire à la bonne articulation à long terme du Parc et de son Conseil de Développement, tant d'un point de vue interne que vis-à-vis des partenaires techniques et institutionnels. Une part importante du temps de travail a donc été consacrée au dialogue entre les deux parties, et en particulier à l'apport d'informations techniques et réglementaires aux membres du comité de pilotage de la mission du Conseil de Développement.

Le travail réalisé poursuit donc avant tout un objectif de « porter à connaissance » dans le cadre de la poursuite de la mission du Conseil de Développement, mais a aussi vocation à servir de base pour la réalisation de projets concrets dans le cadre du programme d'amélioration des pratiques agricoles sur le Plateau de Valensole.

⁴ Adler, E., 2009, *Filières et traitements des boues d'épuration en France*, Cahier de l'ASEES n°14 (55-73)

⁵ Office International de l'Eau, 2010, *Bilan 2008 de l'assainissement en France*

Partie II – Le dossier d’information

La synthèse de l’état des lieux réalisé a été publiée par le Parc sous la forme d’un dossier d’information retranscrit in extenso ci-après. Ce document résume l’ensemble des aspects de la filière de gestion des boues d’un point de vue global, et propose une analyse ciblée sur le territoire du Verdon. Il s’appuie en général sur les données de la campagne 2010 en ce qui concerne les Alpes de Haute Provence.

Ce dossier est complémentaire d’une plaquette d’information, dont la réalisation est en cours de finalisation, qui se veut un outil de communication grand-public afin de sensibiliser les citoyens du territoire à la réalité de la filière, dans le cadre de la constitution future d’un comité de concertation local. Enfin, une bibliographie thématique dont l’architecture est présentée en Annexe 1 est rendue disponible à tous, dans un objectif de transparence la plus aboutie possible.



Parc naturel régional du Verdon



Les épandages de boues de stations d'épuration

dans le Verdon

Dossier thématique d'information sur les pratiques d'épandages agricoles de boues d'épuration urbaines, leur organisation dans le Verdon et leurs impacts sanitaires et environnementaux.

LISTE DES ABREVIATIONS

ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AE RMC	Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse
ARPE	Agence Régionale Pour l'Environnement
COFRAC	Comité Français d'Accréditation
CTO	Composés Trace Organiques
DDT	Direction Départementale des Territoires
EqH	Equivalent-Habitant
ETM	Eléments Trace Métalliques
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
MB	Matière Brute (tMB : tonnes de matière brute)
MESE	Mission d'Expertise et de Suivi des Epandages
MS	Matière Sèche (tMS : tonnes de matière sèche)
PACA	Provence Alpes Côte d'Azur
PCB	Polychlorobiphényles
PDEDMA	Plan Départemental d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés
pH	Potentiel Hydrogène
SATESE	Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Station d'Epuration
SAU	Surface Agricole Utile
STEP	Station d'Epuration
NF	Norme Française
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique



Dossier réalisé par Nicolas Delesalle (Parc naturel régional du Verdon), avec l'aide précieuse de nombreux acteurs locaux, et en particulier Nicolas Milesi (MESE 04), Christine Hautcoeur (DDT 04) et Charles Hess (SATESE 04), qu'ils en soient ici remerciés.

SOMMAIRE

Introduction

1. Production des boues
2. Composition des boues
3. Traitements des boues
4. Filières d'élimination / valorisation

5. Réglementation
6. Acteurs institutionnels
7. Organisation des chantiers

8. Aspects agronomiques
9. Aspects économiques
10. Les ETM dans les boues
11. Les CTO dans les boues
12. Les incertitudes scientifiques

Conclusion

Bibliographie



Introduction

L'assainissement des eaux usées domestiques est une filière industrielle récente. En effet, ce n'est que depuis les années 1970 - 1980 que la majorité des communes françaises sont équipées de stations d'épuration. L'objectif qui a guidé les développements techniques et les politiques de généralisation de ces installations jusqu'à présent a été l'amélioration de la qualité des eaux rejetées. De nets progrès ont été réalisés entre le premier réseau d'assainissement parisien et les STEP (Stations d'Épuration) actuellement construites : les eaux aujourd'hui rejetées dans les cours d'eau sont généralement très peu polluantes. En contrepartie de cette amélioration de la qualité des eaux, la quantité de boues produites par les STEP a fortement augmenté. En effet, ces boues sont un indicateur de l'efficacité de l'assainissement : meilleur est le traitement, plus important est le volume de boues produit.

Les exploitants de STEP sont donc contraints de trouver des solutions de traitement et d'élimination ou de valorisation pour ces boues. C'est dans cette perspective que se sont développées les pratiques d'épandages agricoles, fondées sur le constat que la matière organique et les nutriments présents dans les boues en font un engrais comparable aux effluents d'élevage (fumier, lisier) pour les terres agricoles. Ainsi, le territoire du Verdon, et plus particulièrement les grandes cultures du plateau de Valensole, accueillent actuellement plusieurs plans d'épandages de STEP de la région.

Ces épandages font l'objet de nombreux débats, concernant les risques de pollution des sols et des eaux, les nuisances olfactives ou les risques sanitaires. Des critiques, issues du monde scientifique, d'élus locaux ou de riverains sont régulièrement émises partout en France mais aussi localement, mettant en garde contre les conséquences réelles ou supposées de telles pratiques.

Dans ce contexte, ce court dossier a pour objectif de présenter sans parti-pris la filière de recyclage agricole des boues d'épuration domestique, son organisation à l'échelle locale et les conséquences de ces pratiques aux niveaux environnemental et sanitaire.

Toutes les données avancées sont référencées ; les documents sources sont généralement disponibles à la Maison du Parc (Domaine de Valx – Moustiers Sainte Marie) ou en format numérique.

*Les mots-clefs surlignés en **vert** font référence à des termes codifiés utilisés dans la réglementation. Ceux surlignés en **jaune** à des termes scientifiques ou techniques.*

1. Production des boues

Les boues d'épuration sont issues du traitement des eaux usées domestiques dans les stations d'épuration (STEP). Elles ont légalement le statut de **déchets**¹. La quantité de boues produite annuellement en France a fortement augmenté ces 30 dernières années, pour atteindre aujourd'hui **1 million de tonnes de matière sèche**² (MS) par an. Cependant, que ce soit en assainissement non collectif ou dans les STEP urbaines, la quasi-totalité des eaux usées est actuellement correctement traitée en France, ce chiffre ne devrait donc guère augmenter dans les prochaines années.

Ces boues ne sont pas uniquement le résultat d'une filtration des eaux usées. La grande majorité des STEP, ainsi que les systèmes d'assainissement non collectif, quelle que soit la solution technique choisie (Boues Activées, procédés membranaires, Lits Bactériens, Filtres Plantés de Roseaux, etc.) *traitent l'eau de façon biologique.* La pollution organique en suspension ou dissoute est digérée par des bactéries. *Ce sont ces bactéries, mortes ou vivantes, qui forment la plus grande partie des boues d'épuration.*

Lors de leur extraction du système d'assainissement, les boues se présentent sous une forme liquide (sauf Filtres Plantés de Roseaux) et l'activité bactérienne y est encore très élevée. Divers traitements (cf. 3. *Traitements des boues*) sont ensuite possibles, selon la filière d'élimination choisie par la commune.

Info Chiffres Verdon

Dans le département des Alpes de Haute Provence, la production de boues mesurée par le SATESE (Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration) est de 2670 tMS en 2010, contre 2180 tMS en 2006. Ces chiffres sont à mettre en comparaison avec la production théorique du département de 3000 tMS/an³ (i.e. ce que devraient produire les STEP, en fonction de la population qui y est raccordée). Ces chiffres reflètent une réelle amélioration du traitement des eaux usées, et donc de la qualité des eaux rejetées.

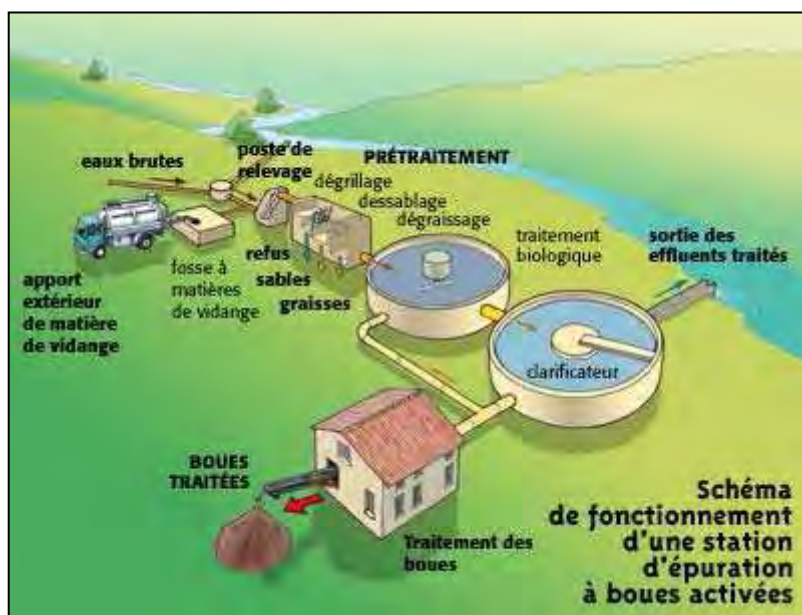


Figure 1 - Source ADEME

Sur le territoire du Parc du Verdon, la tendance est aussi à **l'augmentation de la production de boues**. Cependant, la comparaison avec la production théorique y est plus délicate, du fait de la forte fréquentation touristique qui biaise les relevés. Environ **800 tMS** de boues sont produites annuellement par les communes du Parc.

¹ Au sens de la loi du 15 juillet 1975 : « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ».

² La proportion d'eau étant variable, on mesure la production de boues en tonnes de matière sèche (tMS)

³ Source : Bilan SATESE 04 – 2010, présenté au Comité MESE du 5/07/11

2. Composition des boues

Les boues d'épuration sont des sous-produits résiduels du traitement des eaux. Leur composition dépend fortement de la filière de traitement choisie par les communes pour traiter leurs eaux usées. Avant d'éventuels traitements des boues (cf. 3. *Traitements des Boues*), à la sortie des bassins de traitement des eaux, **les boues liquides fraîches** domestiques contiennent en moyenne :

Eau	Matière organique (en % de la MS)	Azote (en kg N / tMS)	Phosphore (en kg P ₂ O ₅ / tMS)	ETM ¹ (en kg / tMS)
95 à 99%	65 à 70 %	30 à 90	40 à 60	1 à 2

Tableau 1 - Source ADEME / INRA

- La **matière organique** et les **éléments fertilisants** (Azote et Phosphore en particulier) sont présents dans les boues dans des proportions comparables aux engrais de ferme (Fumiers, Lisiers).
- **La présence d'ETM est cependant significative** ; les conséquences de la présence de ces éléments sont abordées en détail par la suite (cf. 10. *Les ETM dans les boues*).
- **Des CTO (Composés Traces Organiques)** tels que les PCB² et les HAP³ sont aussi retrouvés dans les boues. Leurs concentrations sont généralement très faibles. Certains de ces composés font partie des éléments visés par la réglementation (cf. 11. *Les CTO dans les boues*).
- **Des micro-organismes pathogènes**, comme la bactérie E. Coli, présente dans les excréments. Ils sont aussi soumis à analyses dans certains cas (cf. 5. *Réglementation*).
- Enfin, **toutes les substances** déversées dans les réseaux d'assainissement peuvent être retrouvées, en quantité variable selon leur vitesse de **biodégradation**. Ainsi, on parvient à y mesurer la présence de médicaments et de **perturbateurs endocriniens**.⁴

Info Chiffres Verdon

La composition des boues produites par les STEP sur le bassin Rhône-Méditerranée est comparable aux moyennes indiquées ci-dessus, d'après des études réalisées par l'Agence de l'Eau sur des données de 1998, 2000, 2004 et 2009⁵. Cependant, au sein du Parc, le grand nombre de petites stations d'épuration sur le territoire et le coût élevé des analyses ne permet pas d'accéder à une connaissance précise de la composition des boues produites dans chacune des communes.

Dans le Verdon, plusieurs communes ont fait le choix d'une technique à **Filtres Plantés de Roseaux** en renouvelant leur système d'épuration. Ces STEP produisent des boues de composition légèrement différentes des filières biologiques classiques (boues activées, lits bactériens...). On y trouve en particulier de nombreuses racines et rhizomes, ainsi qu'une proportion d'eau plus faible. Curées tous les 5 à 10 ans, ces boues sont d'aspect plus solide et émettent moins d'odeurs que les boues biologiques fraîches.

¹ Eléments Trace Métalliques : Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Mercure, Plomb, Zinc. Voir 10. *Les ETM dans les Boues*.

² Polychlorobiphényles

³ Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

⁴ Voir 12. *Les incertitudes scientifiques*

⁵ *Qualité des boues d'épuration urbaines recyclées en agriculture sur le bassin Rhône-Méditerranée*, AE RMC, 2007 et 2010

3. Traitements des boues

Lorsqu'elles sont extraites du bassin clarificateur (cf. Figure 1), les boues sont sous forme liquide. Un traitement supplémentaire est souvent effectué avant de les acheminer vers leur destination finale (voir 4. Filières d'élimination / valorisation). Les principaux traitements sont les suivants :

- **Épaississement, Déshydratation, Séchage** : ces traitements ont pour but de réduire la proportion d'eau dans les boues. Selon la surface disponible, la quantité de boues à traiter et le **taux de siccité**¹ voulu, les solutions techniques diffèrent : serres solaires, table d'égouttage, lagunes ou lits de séchage, filtre-presse mécanique, etc. Un tel traitement est quasi-systématique sur l'ensemble des STEP, quelle que soit leur capacité. Il permet de réduire les coûts de transport, et participe à la **stabilisation**² des boues.

Type de boues	Siccité
Liquides / Épaissies	1 à 12%
Pâteuses	12 à 25%
Solides	25 à 85%
Séchées	> 85%

Tableau 2 - Caractérisation des boues



Figure 2 - Boues issues de lit de séchage (Sce : Parc du V.)

- **Chaulage** : l'ajout de chaux aux boues pâteuses (impossible sur boues liquides) peut être choisi pour plusieurs raisons : il permet de réduire d'avantage la teneur en eau (consommée par l'hydratation de la chaux) et augmente le **pH**³ (réduction de l'acidité), ce qui participe à la stabilisation des boues (les bactéries meurent à un pH élevé) et réduit la mobilité des polluants dans le milieu et donc le risque de contamination des cultures (cf 10. Les ETM dans les boues). Boues d'aspect blanchâtre, très peu odorantes.

- **Compostage ou co-compostage** : Que ce soit de façon rustique ou plus généralement sur des plateformes spécialisées, cette opération peut-être réalisée en mélangeant les boues à des déchets verts broyés. Elle permet d'augmenter la siccité, mais aussi de stabiliser, voire d'hygiéniser les boues par une montée en température importante, et modifie la composition chimique (dégradation de molécules organiques).



Figure 3 - Compost boues et paille de lavandin (Sce : Parc du Verdon)

- **Oxydation par voie humide, méthanisation, etc.** : de nombreux autres traitements sont actuellement à l'étude ou utilisés à une moindre échelle, dans l'optique de valoriser au maximum la matière organique (production de biogaz, de chaleur...) et de réduire le volume des boues. Certains de ces traitements permettent aussi de dégrader plus rapidement certains polluants organiques.

¹ Proportion de matière sèche (exprimée en %)

² Stabilisation : réduction de l'activité bactérienne, donc des émissions d'odeurs.

³ Potentiel Hydrogène : mesure de l'acidité, de 1 (le plus acide) à 14 (le moins acide).

Info Chiffres Verdon

Les communes du Verdon ont fait des choix différents pour le traitement de leurs boues. Les plus importantes¹ STEP du Verdon (capacité supérieure à 1000 **équivalents habitants**²) choisissent en général le compostage, profitant pour beaucoup de la présence de l'importante **plateforme de compostage de Manosque**. Une deuxième plateforme de compostage existe à Puimoisson, qui utilise la paille de lavandin comme complément. Le transport des boues pâteuses des STEP vers les plateformes s'effectue en camion.

Plusieurs audits de fonctionnement des plateformes de compostage³ et une étude sur le marché des composts en PACA⁴ décrivent une filière en plein développement, où perdure néanmoins un manque de contrôle des services de l'état, notamment en ce qui concerne les composts normés⁵.



Figure 4 - Plateforme de compostage de boues et paille de lavandin (Sce : Parc du Verdon)

D'autres communes utilisent des lagunes de séchage, des bâches de déshydratation ou d'autres moyens de déshydratation des boues avant leur élimination ou leur valorisation.

Pour les communes qui ont mis en place des filtres plantés de roseaux, les boues se présenteront lors du curage sous une forme solide malgré une siccité moyenne (15 à 25%), du fait des racines qui structurent le matériau. Faciles à manipuler et biologiquement stabilisées dès leur extraction, elles seront rarement retraitées



Figure 5 – Lit de séchage (Sce : Parc du Verdon)

Les SATESE des 2 départements ont cependant des difficultés à connaître dans le détail les traitements et le devenir des boues de toutes les petites unités de traitement des eaux (capacité inférieure à 250 EqH), souvent par manque de retour d'information des exploitants.

¹ A l'échelle nationale, une petite unité a une capacité de moins de 3 000 EqH, une grosse, plus de 50 000 EqH.

² Equivalent Habitant (EqH) : unité communément utilisée pour mesurer la capacité d'une station d'épuration.

³ Technic'eau, Septembre 2008, *Audit de bon fonctionnement des plateformes de compostage de boues sur le bassin Rhône Méditerranée*, pour l'Agence de l'Eau RM&C

⁴ Cabinet associatif GERES, 2007, *Marché des composts en PACA*

⁵ Cf 5. *Réglementation*, encadré « Les composts normés »

4. Filières d'élimination / valorisation

3 destinations finales sont possibles, pour les boues d'épuration :

- **L'épandage agricole** : adaptable à tout type de STEP, il consiste en une valorisation de ces déchets pour améliorer la structure des sols et/ou apporter un complément organique azoté aux cultures. Il est possible d'épandre pratiquement tous les types de boue, la réglementation étant spécifique selon les cas : boues liquides, boues solides, boues stabilisées, composts... Cf. 8. *Aspects agronomiques*, et 5. *Réglementation*.
- **L'incinération ou co-incinération** : elle n'est possible que pour des boues dont la siccité dépasse 30%. Elle n'est utilisée que par quelques grosses STEP, comme filière principale ou comme « issue de secours », car elle nécessite des infrastructures coûteuses. L'incinération permet néanmoins de réduire considérablement le volume de déchets ultimes (cendres et mâchefers) ensuite mis en décharge. La valorisation de la chaleur produite peut avoir lieu sous forme de production électrique.
- **La mise en décharge** : aujourd'hui appelées centres d'enfouissement techniques (classe II ou III), cette solution est réglementairement très limitée depuis 2002. Cependant, les décharges peuvent encore, dans certains cas, accepter des boues dont la siccité dépasse 30% (exemple : boues impropres à l'épandage pour cause de pollution).

La filière épandage agricole est actuellement privilégiée par les politiques nationales (ADEME, Ministères) et européennes (Directive 86/278). Elle concerne en France 73% des boues d'épuration produites¹.

Info Chiffres Verdon


Evolution des épandages de boues sur le département sur 5 ans					
 <p>Tendance évolutive des épandages de boue sur le 04 Misson d'Expertise et de Suivi des Epandages</p>					
	2006	2007	2008	2009	2010
Nombre de STEP et plateformes de compostages dotés d'un plan d'épandage	11	14	11	21	27
Nombre de STEP et plateformes de compostages qui ont réalisé une campagne d'épandage	/	/	/	17	21
Quantité de MS de boue épandue (tonnes)	3597	4471	3502	4208	3970
Nombre de parcelles épandues	78	169	130	165	194
Surface épandue (ha)	638	1039	955	1126	1084
Nombre d'exploitation	22	34	29	41	50

Tableau 3 - historique des épandages dans les Alpes de Haute Provence²

L'épandage de boues d'épuration s'est fortement développé sur le territoire du Verdon à la suite de la mise en place de la réglementation de 1998. Cependant, on observe sur le tableau ci-dessus **une stabilisation des quantités de boues épandues** autour de 4 000 tMS pour le département (dont 2 400 tMS sur le territoire du Parc), **ainsi que des surfaces épandues** (environ 1000 ha, dont 600ha sur le territoire du Parc). A l'inverse, le nombre de plans d'épandages augmente, ce qui souligne une mise en conformité croissante de petites unités, dont l'impact est faible sur le gisement total. D'autre part, le nombre d'agriculteurs engagés augmente, en lien avec le nombre de plans d'épandage, sans pour autant que les surfaces concernées soient en augmentation.

¹ Source : Office International de l'Eau, *Bilan 2008 de l'assainissement en France*, 2010

² Source : présentation faite au comité MESE 04 du 5 juillet 2011, à la Chambre d'Agriculture

Info Chiffres Verdon

L'absence d'incinérateur sur le territoire ou à proximité incite naturellement les départements à se fixer des **objectifs de 100% de valorisation agricole** (PDEDMA¹ du 04 et 83). La majorité des boues du territoire sont donc ainsi valorisées, souvent via les plateformes de compostage. Cependant, celles-ci fonctionnent aujourd'hui à plein régime, et de nombreuses communes réalisent indépendamment leurs propres plans d'épandages.

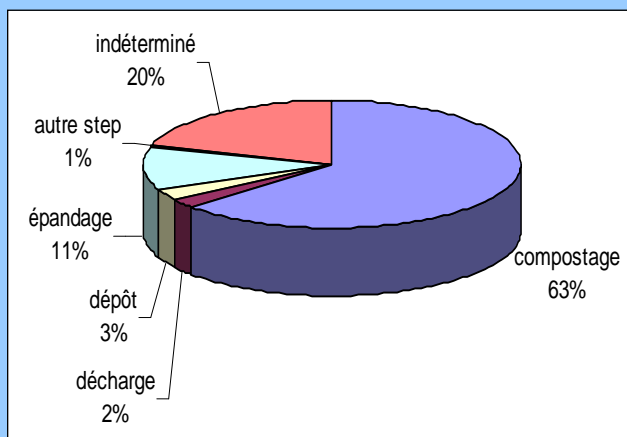


Figure 6 - Filières d'élimination des boues du Verdon²

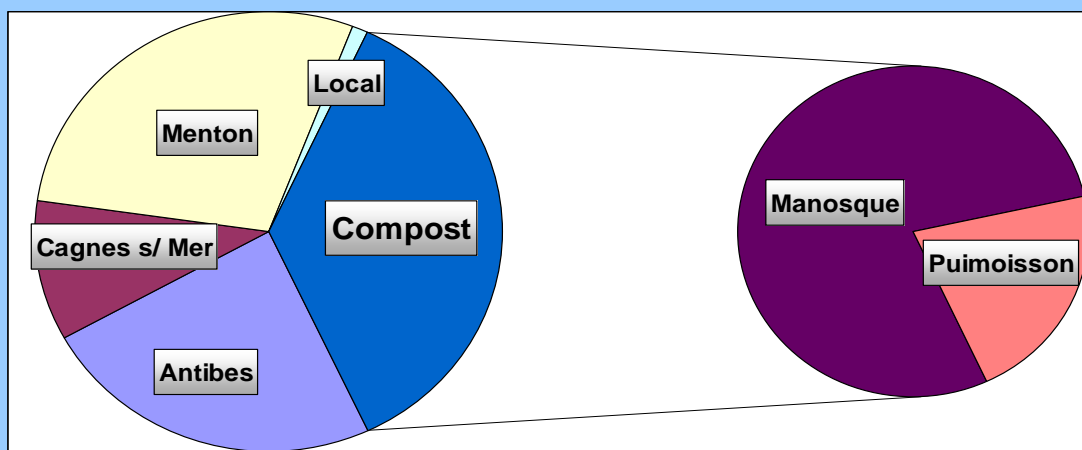


Figure 7 - Origine des boues épandues sur la partie 04 du Parc en 2010 (Src : MESE 04)

D'autre part, **3 STEP des Alpes Maritimes (Cagnes-sur-Mer, Antibes et Menton) épandent une partie de leurs boues sur des parcelles agricoles situées sur le territoire du Parc**. Ces épandages correspondent à 63% du tonnage de boues épandues sur la partie 04 du Parc (Plateau de Valensole, principalement), soit 1 501 tMS en 2010, comme on l'observe sur la figure ci-dessus. Ces boues sont pâteuses, souvent chaulées et parfois mélangées à des déchets verts avant épandage. La réglementation qui s'y applique est la même que pour les boues produites sur le territoire (cf. 5. Réglementation et 7. Organisation des chantiers). Bien que le PEDMA des Alpes Maritimes, adopté en 2010, prévoit une stabilisation des quantités de boues recyclées en Agriculture au cours des dix prochaines années³, les plans d'épandages sont susceptibles d'évoluer, et les tonnages et surfaces concernées peuvent varier d'une campagne à l'autre. Néanmoins, comme indiqué page précédente, on assiste globalement à une stabilisation de ces épandages depuis les cinq dernières campagnes.

Dans ce cadre, il faut souligner que la plateforme de Puimoisson permet de valoriser des déchets agricoles locaux (pailles de lavandin), en co-compostage avec des boues (principalement d'Antibes et de Menton) durant les périodes où l'épandage n'est pas possible. L'importation sur le plateau de Valensole des boues de ces 2 STEP n'a donc *a priori* pas vocation à évoluer de façon majeure au cours des prochaines campagnes.

¹ Plan Départementaux d'Élimination des Déchets Ménagers et Assimilés

² Source : données SATESE 04 et SATESE 83 - 2010

³ Source : PEDMA du 06

5. Réglementation

Les épandages de boues d'épuration sont réglementés en France par le décret du 8 décembre 97 et l'*arrêté ministériel du 8 janvier 98*¹.

Les boues d'épuration étant légalement considérées comme des déchets, *le gestionnaire de la STEP en est responsable* jusqu'à leur élimination conforme à la réglementation².

Quantité de boue	< 3 tMS / an	3 – 800 tMS / an	> 800 tMS / an
Procédure	Registre seul	Déclaration ³	Autorisation
Points clefs	- <u>Etude Préalable</u> (pluriannuelle) <i>non soumise à procédure</i> - <u>Registre d'épandage</u> consultable en mairie.	- <u>Etude Préalable</u> (pluriannuelle) - <u>Plans Prévisionnels</u> et - <u>Bilans Agronomiques</u> (annuels)	- idem Déclaration - <u>Enquête Publique</u> dans l'Etude Préalable

Tableau 4 - Procédures administratives liées à l'épandage des boues d'une STEP domestique

Quelle que soit la procédure à laquelle une STEP est soumise, les critères de qualité des boues sont les mêmes ; les paramètres dont l'analyse est obligatoire sont :

- **Valeur agronomique** : pH, C/N, siccité, éléments fertilisants (N, P, K, CaO, Mg...)
- **ETM** : Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Mercure, Plomb, Zinc
- **CTO** : 7 principaux PCB, Fluoranthène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(a)pyrène
- **Micro-organismes pathogènes** : salmonelles, œufs d'helminthe, E. Coli. (uniquement pour les boues hygiénisées)

Des seuils limitant sont fixés concernant les concentrations en ETM et en CTO, ainsi que des limites en flux cumulés sur 10 ans dans le sol. En outre, des analyses de sol sont aussi obligatoires (ETM et CTO). Ces analyses sont réalisées par des laboratoires accrédités COFRAC, et peuvent mener à l'interdiction d'épandage d'un lot de boues ou d'une parcelle.

D'autres paramètres sont pris en compte par la réglementation, en particulier : **calendrier** d'épandage, périmètres de protection des **captages et cours d'eau**, distance aux **habitations**, modalités et délais de **stockage**, délais avant **enfouissement**, délais avant **récolte ou pâturage** des parcelles épandues, **pH** du sol et des boues, **notice d'incidence** (ZNIEFF, Natura 2000).

Composts Normés

Certaines plateformes de compostage produisent un compost répondant à des seuils de concentration en ETM, CTO et pathogènes plus stricts : la norme **NF U 44-095**.

Ces composts passent alors du statut de **déchet** à celui de **produit**. Ils sortent alors du régime « plan d'épandage » et peuvent être commercialisés comme support de culture (terreau...). *A priori* plus contrôlés sur leur composition, ces composts sont décriés par certains pour la faiblesse des contrôles institutionnels et leur manque de traçabilité.

Info chiffres Verdon

Les collectivités territoriales n'ont pas la compétence pour modifier ou renforcer la réglementation à l'échelle locale. Par exemple, ni les communes, ni les départements, ni le Parc ne peuvent interdire les épandages de boues sur leurs territoires, ni modifier la législation qui s'y applique.

Hors contraintes légales:

- Les médicaments (cf. 12. *Les incertitudes scientifiques*)
- Le financement précis des chantiers d'épandage
- Les activités touristiques
- Les boues issues d'autres départements

¹ La réglementation est disponible en ligne sur legifrance.fr

² Voir *Le Maire et les Boues d'épuration*, guide de l'AMF rédigé par AConsult.

³ C'est le plus courant dans le Verdon. Cf. 6. *Les acteurs institutionnels* et 7. *Organisation des chantiers*

6. Les acteurs institutionnels

Les acteurs institutionnels sont chargés de contrôler et de conseiller les entreprises et les communes qui exploitent les stations d'épuration, les bureaux d'étude qui organisent les plans d'épandage, les prestataires qui réalisent les chantiers ainsi que les agriculteurs récipiendaires.

Ces acteurs ont vu le jour progressivement, depuis les années 1970. Ils se sont organisés selon divers rapports de force parfois éloignés des réalités locales¹. Leurs rôles respectifs sont néanmoins incontournables et complémentaires dans l'organisation de la filière.

La DDT – Police de l'Eau contrôle les aspects réglementaires pour **la préfecture** qui valide les dossiers (études préalables, plans prévisionnels, bilans agronomiques) par une autorisation ou un récépissé de déclaration.

La MESE (Mission d'Evaluation et de Suivi des Epandages) est généralement rattachée à **la Chambre d'Agriculture**. Elle est **l'Organisme Indépendant** qui émet un avis sur les dossiers avant passage à la préfecture. Elle contrôle les aspects agronomiques, et conseille les bureaux d'étude qui organisent les chantiers.

Le SATESE (Service d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration) est un service du Conseil Général. Il participe à la mise en place des politiques départementales et incite les exploitants à évoluer vers une régularisation (voire une amélioration) de leurs procédés d'épuration et de traitement des boues, en participant par exemple au financement des plans d'épandage.

L'Agence de l'Eau finance l'entretien ou la construction de stations d'épurations et de filières de traitement des boues. Elle conditionne ses aides aux avis MESE émis sur les plans d'épandages de la commune.

Info Chiffres Verdon

Dans les Alpes de Haute Provence, *ces institutions sont actives depuis la première campagne officielle d'épandage en 1998*. 2010 a donc été la 12^{ème} année de collaboration entre ces 4 acteurs, qui ont appris à articuler leurs missions respectives au fil des années.

Dans un souci de transparence de la filière, un **Comité MESE** a été mis en place, dont les membres sont bien plus divers : bureaux d'étude, coopératives céréalières, Parcs naturels régionaux, animateurs de Contrat Rivière, associations de consommateurs. Ce comité se réunit une fois par an pour faire le bilan de la campagne précédente et définir les orientations de la mission MESE.

Dans le Var, le rôle du SATESE est joué par l'ARPE (Agence Régionale de Protection de l'Environnement). Suite à une modification législative de 2008, le suivi de certaines STEP de grande capacité ne lui est plus dévolu, et l'auto-évaluation de la STEP n'est plus soumise qu'au contrôle de la police de l'eau, dont les moyens sont limités. La rigueur du suivi est donc moindre sur ces unités de traitement. D'autre part, la surface agricole disponible pour épandre des boues est limitée sur ce département, d'où une organisation plus légère.

¹ Lire à ce sujet : *Les Mondes des Boues. La difficile institutionnalisation des filières d'épandage des boues de station d'épuration urbaines en agriculture*. Texte complet et résumé disponibles à la Maison du Parc ou en format numérique.

7. Organisation des chantiers

Des *bureaux d'étude spécialisés* sont chargés par les gestionnaires de STEP de l'organisation et la gestion des chantiers d'épandage. Leurs missions sont les suivantes :

- Démarchage auprès des agriculteurs
- Communication des analyses de boues (réalisées par un laboratoire COFRAC)
- Etude des parcelles pressenties : étude géologique, prélèvement de sols pour analyse, recensement des périmètres de protection...
- Classement des parcelles selon leur aptitude à recevoir des boues
- Planification du calendrier d'épandage

*Les études préalables de plan d'épandage*¹, documents pluriannuels rédigés par les bureaux d'étude, contiennent une description précise des boues (quantités et analyses) et du parcellaire concerné, ainsi qu'une étude d'incidence (contexte pédologique, milieu naturel...), une réflexion agronomique, un descriptif de l'organisation des chantiers et une liste de solutions alternatives à l'épandage si celui-ci ne peut avoir lieu. C'est dans ce dossier que sont officialisés les contrats entre le producteur de boues et les agriculteurs. Annuellement, un *Planning Prévisionnel* et un *Bilan Agronomique* (obligatoires si capacité supérieure à 200 EH) précisent les analyses et quantités de boues ou composts épandus lors de cette campagne, et proposent un conseil en fertilisation prenant en compte l'assolement des parcelles.

Les MESE émettent un avis sur chacun de ces dossiers. Cet avis est généralement concentré sur les aspects agronomiques ; les Chambres d'Agriculture restent cependant libres de consulter l'avis d'autres partenaires. C'est souvent le cas pour les Parcs naturels régionaux qui souhaitent s'impliquer dans la filière (ex : Grands Causses, Boucles de la Seine Normande, Loire Anjou Touraine). L'avis MESE (Positif / Réserve / Négatif) conditionne les primes versées par les Agences de l'Eau aux exploitants de STEP.

Dans le cas d'un plan d'épandage soumis à autorisation (plus de 800 tMS/an, soit une STEP de capacité supérieure à 70 000 EqH) une Enquête Publique est obligatoire. Cette enquête a pour fonction d'éclairer le préfet dans sa prise de décision.

La préfecture émet un récépissé de déclaration (ou un arrêté d'autorisation, selon le régime de procédure auquel la STEP est soumis) après que la DDT (Police de l'Eau) a contrôlé les aspects réglementaires du dossier.

Des prestataires extérieurs réalisent les chantiers d'épandages pour le compte des gestionnaires de STEP (entrepreneurs agricoles, agriculteurs ou entreprises spécialisées). Ces chantiers sont organisés par le bureau d'étude chargé de réaliser les dossiers.

L'agriculteur récipiendaire ne touche ni ne paie rien : *principe du « coût zéro rendu racine »*. Ainsi, s'il réalise lui-même tout ou partie du chantier (transport, épandage, enfouissement), il sera généralement rémunéré par le producteur de boues, au titre de prestataire. Cependant, bien que fortement ancré dans les pratiques, le principe du coût zéro n'est pas une obligation légale².

Des contrôles « au hasard » peuvent être réalisés par la MESE et la Police de l'Eau concernant les analyses de boues, les analyses de sol ou la réalisation des chantiers. Le nombre de contrôle varie cependant fortement selon les départements.

¹ Ces Plans d'Épandages sont consultables en Préfecture, et de plus en plus fréquemment dans les mairies des communes sur lesquelles les épandages ont lieu.

² Il était inscrit dans un projet de Charte Nationale qui n'a finalement jamais vu le jour, du fait d'oppositions au niveau national. Voir *Les Mondes des Boues, op.cit.*

Info Chiffres Verdon

Dans les Alpes de Haute Provence, 6 bureaux d'étude se partagent les plans d'épandage. Le nombre de dossiers déposés à la préfecture des Alpes de Haute Provence a fortement augmenté ces dernières années : 60 en 2010 contre moins de 30 en 2008¹. Il est le signe de la mise en conformité de plusieurs filières de traitement (eau et boues) plus que d'une réelle augmentation du tonnage épandu (cf 4. *Filières de Valorisation / élimination*). Pour les plans d'épandage concernant le territoire du Parc, on relève en 2010 :

25 avis MESE, dont : **18 Positifs / 5 Réservés / 2 Négatifs**

Les avis Réservés et Négatifs sont généralement dus à un manque de rigueur dans le dépôt de dossiers : nouvelles parcelles mal ou non déclarées, manque d'information concernant le stockage, analyses en nombre insuffisant par rapport à la réglementation, conseils en fertilisation complémentaire mal adaptés... Jusqu'à aujourd'hui, aucune analyse sur un lot de boues n'a révélé de concentrations en métaux lourds ou en polluants organiques au-delà des seuils réglementaires. La MESE note globalement une amélioration dans la qualité des dossiers qui lui sont transmis.

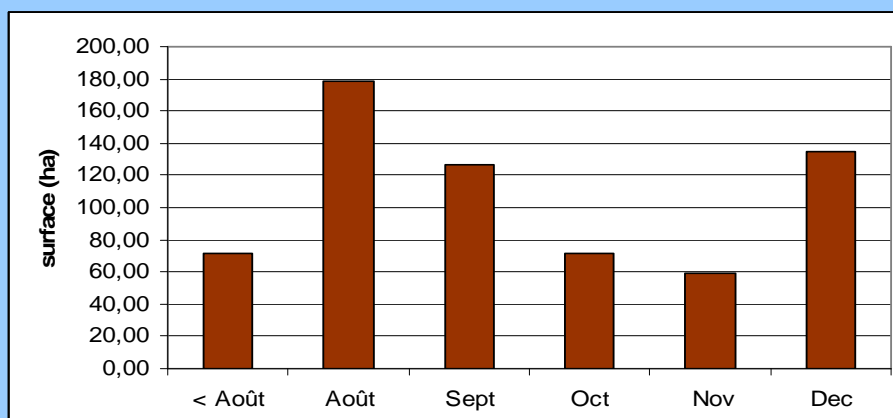


Figure 8 - calendrier des épandages sur la partie 04 du Parc²

Fait habituel, le calendrier des épandages dans le Verdon est particulièrement concentré sur la fin de l'été. Ainsi, **50% des chantiers ont lieu en Août et Septembre**. Cette concentration est liée à des facteurs avant tout agronomiques. La prise en compte des activités touristique par les bureaux d'études est donc nécessaire pour limiter les nuisances en haute saison.

Dans l'objectif d'unifier les pratiques et de les adapter au territoire des Alpes de Haute Provence, le comité MESE 04 (qui diffère de la MESE elle-même, cf. 6. *Les acteurs institutionnels*) a conduit à la réalisation d'un **document doctrine départemental**, rédigé par l'administration en collaboration avec le Conseil Général, qui vient s'ajouter au PDEDMA³ et à l'agenda 21. Ce document a été finalisé en 2011, et est disponible sur le site de la préfecture. Il incite notamment les bureaux d'étude à **contacter les mairies des communes sur lesquelles se situent les parcelles concernées** dès le début de la réalisation des plans d'épandages (ce qui n'est pas prévu par la loi), afin de permettre une meilleure prise en compte de facteurs locaux tels que les points d'eau privés et les activités touristiques.

Les contrôles réalisés par la police de l'Eau et la MESE des Alpes de Haute Provence étaient au nombre de 7 chantiers visités et 4 analyses en 2010, la préconisation minimale de la circulaire du 18 avril 2005 étant de 5 actions de contrôle.

¹ Source : MESE 04, Bilan 2010

² Source : MESE 04, Bilan 2010

³ Plan Départemental d'Élimination des Déchets Ménagers et Assimilés

8. Aspects agronomiques

Les épandages de boues doivent répondre à un principe de *fertilisation efficace et raisonnée* ; l'objectif étant que l'apport ainsi réalisé soit adapté aux besoins du sol et des cultures. De par leur composition, les boues d'épuration sont assez proches dans leurs apports nutritionnels aux engrais de ferme (fumiers, lisiers).

	Siccité	Matière Organique	pH	C/N	Azote	Phosphore	Chaux
Unité	%	%MS			kgN/tMS	kgP ₂ O ₅ /tMS	kg CaO/tMS
Boues liquides	2 à 7	65 à 70	6,5 à 7	4 à 5	30 à 60	50 à 70	40 à 60
Boues pâteuses	16 à 22	50 à 70	7 à 8	5 à 6	30 à 60	50 à 70	40 à 60
Boues chaulées	25 à 40	30 à 50	9 à 12	8 à 11	20 à 27	20 à 25	200 à 260
Compost	40 à 60	80 à 90	6 à 7	15 à 25	18 à 25	12 à 20	20 à 60

Tableau 5 - Valeur agronomique des différents types de boues¹

Le tableau ci-dessus donne des estimations grossières des caractéristiques agronomiques des différents types de boues. Cependant, des *analyses de valeur agronomique* prenant en compte entre 10 et 20 paramètres selon les laboratoires sont systématiquement réalisées pour chaque campagne d'épandage².

De par leur composition (notamment rapport C/N faible et azote minéral), les boues sont utilisées comme **engrais**. Les composts, dont le rapport C/N et la proportion d'azote organique sont plus importants sont considérés comme des **amendements** aux sols (amélioration de la structure du sol par la formation de complexes argilo-humiques). Les nutriments qui sont apportés seront disponibles à plus long terme pour les cultures³.

Les doses apportées sont donc calculées pour s'intégrer dans les plans de fumure des agriculteurs, en fonction des cultures précédentes, des analyses de sol et de la culture suivante. Un complément est généralement apporté sous forme d'engrais minéraux. La gamme de produits disponibles sur le marché permet d'adapter aisément ce complément à l'apport réalisé par l'épandage de boues.

Cependant, malgré de nombreux travaux de recherche, *il reste délicat de prévoir à moyen et long terme le comportement et la disponibilité des nutriments apportés dans le sol*. Le nombre de facteurs à prendre en compte est important et leurs interactions sont encore mal connues, ce qui rend les tentatives de modélisations des phénomènes physico-chimiques qui s'y déroulent très imprécises⁴ (cf. 12. *Les Incertitudes scientifiques*).

AOC, label rouge...

Les AOC et les labels ont le droit d'interdire les épandages de boues d'épuration. Les tendances sont très variables à l'échelle nationale.



Agriculture biologique

La réglementation de l'Agriculture bio interdit à ses adhérents l'épandage de boues d'épuration. Elle n'autorise le recyclage agricole que de certains déchets agro-alimentaires



¹ Source : ADEME, INRA

² Un nombre minimal d'analyses de Valeur Agronomique est fixé par la réglementation, en fonction de la capacité de la STEP.

³ Plus de détails sur le site de l'ADEME ou dans GRIMAUD L. (1996) - La valorisation des boues de station d'épuration en agriculture. Mém. D.U. "Eau et Environnement", D.E.P., univ. Picardie, Amiens, 44 p.

⁴ Ceci est aussi vrai pour les engrais chimiques et les engrais de ferme. Cependant, la diversité de composition des boues nuit d'autant plus à la représentativité des travaux de recherche menés sur quelques échantillons.

Info Chiffres Verdon

En termes de surface, sur les 9 communes du Parc du Verdon suivies par la MESE 04, **633ha ont été épandus en 2010**, pour une SAU de 17 759 ha, soit **3,6% des terres agricoles**¹. A titre de comparaison, sur l'ensemble de la France, c'est environ 3% de la SAU qui sont épandus chaque année².

Le déficit important des sols en matière organique, en particulier sur le plateau de Valensole où les activités d'élevage sont faibles, contribue à l'attractivité des boues auprès d'un certain nombre d'agriculteurs. En effet, outre les économies financières qu'elles induisent par des économies d'engrais, elles sont l'un des rares moyens d'apporter de la matière organique au sol sur ce territoire.

Les cultures successives à un épandage de boues et le bilan des épandages pour l'année 2010 sont données ci-dessous. On note principalement qu'une large majorité des parcelles épandues le sont avant une culture de blé dur, et que les épandages sur prairies sont très minoritaires (31 hectares).

	Surface épandue	Matière brute totale	Matière sèche boues	Dose moyenne de boues
<i>unité</i>	<i>ha</i>	<i>t MB</i>	<i>t MS</i>	<i>tMS/ha</i>
Boues	297	6 741	1 527	5,59
Composts	314	2 943	563	2,91
Lixiviats ³	22	1 640	3,6	0,17

Tableau 6 - Bilan 2010 sur le plateau de Valensole

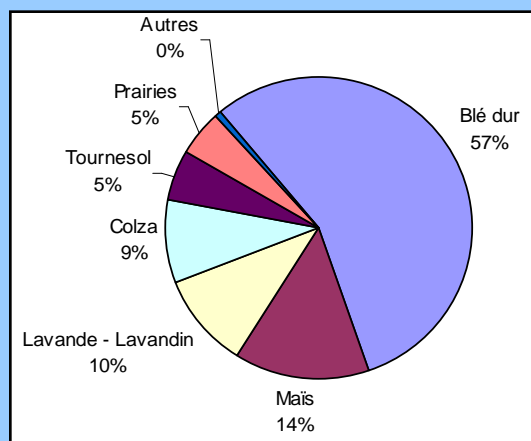


Figure 9 - Cultures sur parcelles épandues

Les composts sont épandus à raison de 5,8 tMS/ha en moyenne, mais ne contiennent que 50% de boues d'épuration. Les 50% restants sont constitués de déchets verts, ce qui augmente la quantité de matière organique. L'intérêt des agriculteurs et des exploitants de stations d'épuration pour le compostage conduit actuellement de nombreux acteurs à envisager la **création de nouvelles plateformes locales** (projet validé pour la communauté de commune Verdon Mont Major) ou l'augmentation de capacité des plateformes existantes.

Le SATESE 04 travaille parallèlement à mettre en place des **filières de traitement des boues** (cf. 3. *Traitement des boues*) afin que celles-ci soient adaptées aux sols et à l'agriculture locaux (chaulage limité si sols calcaires, compostage si besoin de matière organique...). Cette volonté, par ailleurs présente de longue date au niveau national⁴, reste délicate à concrétiser. Outre le manque de moyens, l'organisation des chantiers par des bureaux d'étude indépendants les uns des autres et indépendants des exploitants de STEP ne permet pas naturellement l'optimisation globale des épandages à l'échelle du territoire.

¹ Source : MESE 04

² Source : ADEME

³ Résidus liquides du compostage. Leur épandage (très minoritaire) est soumis à la même réglementation.

⁴ ADEME, 2001, fiche technique épandage : « Pour assurer un débouché agricole stable et durable aux boues produites, il faut connaître leur intérêt agronomique et qu'elles répondent aux besoins de fertilisation de l'agriculture locale. En conséquence, le choix du type de boues à produire doit être examiné lors de la conception de la station d'épuration, en associant les agriculteurs aux études préalables. La station d'épuration doit fournir le **type de produit recherché par les utilisateurs.** »

9. Aspects économiques

Les épandages de boues d'épuration, au-delà de toute considération agronomique ou écologique, sont dans la plus part des cas *la filière d'élimination des boues la plus économique* à de nombreux points de vue.

- **Du point de vue de l'exploitant de STEP**, les coûts liés aux traitements puis à l'élimination ou à la valorisation des boues produites peuvent varier de 2,40€ à 10€ par EqH¹ (Equivalent Habitant) et par an selon la capacité de la STEP, sa situation géographique et la filière choisie. Ils sont par ailleurs en augmentation globale, du fait du durcissement de la réglementation.
- **Du point de vue du consommateur d'eau**, la répercussion sur les factures d'eau d'un choix de filière de traitement est donc non négligeable.
- **Du point de vue de l'agriculteur récipiendaire** : d'après un rapport de stage sur les épandages de boues mené sur le plateau de Valensole en 2008², les économies réalisées par l'apport de boues sur des parcelles sont de l'ordre de 200€/ha. Ce chiffre inclut les économies en engrais, le gain de rendement ainsi que le coût du labour (gasoil, etc.). D'autre part, un fonds national de garantie, financé par les exploitants de STEP, a été mis en place en 2009³ ; son objectif est d'indemniser les victimes (agriculteurs, propriétaires...) d'une éventuelle pollution non envisagée, donc non assurable.

Cependant, d'autres leviers économiques agissent sur la filière de recyclage agricole des boues d'épuration :

- **Les industriels de l'agro-alimentaire (IAA)**, en tant que principaux clients des agriculteurs, peuvent faire pression sur les pratiques de fertilisation. Ainsi, les chartes qualité de certains industriels interdisent à leurs fournisseurs d'utiliser des boues d'épuration : « Si l'épandage de boues a déjà été pratiqué sur toute la parcelle : refuser la parcelle » peut on lire dans la dernière Charte d'Approvisionnement de Bonduelle.
- **Les coopératives céréalières et les négociants locaux** répercutent les pressions des IAA sur les agriculteurs à l'échelle locale. En outre, certaines coopératives sont aussi des distributeurs d'engrais et de produits phytosanitaires, ce qui crée une ambiguïté parfois décriée : celles-ci auraient dans certains cas intérêt à refuser les boues pour mieux vendre leurs engrais.

Info Chiffres Verdon

Dans le Verdon, les principaux acheteurs de blé dur (Panzani et Croix de Savoie) ont fait savoir à partir de 1997 qu'ils refusaient les productions issues de parcelles épandues⁴. Cette prise de position a eu un impact sur l'acceptabilité des boues par les agriculteurs, au travers des coopératives et négociants en céréales du territoire.

D'autre part, la **fréquentation touristique** extrêmement importante de la région est à la source d'autres tensions. L'odeur des boues pouvant, dans certains cas, être préjudiciable au bien-être des vacanciers si les épandages sont proches de leur hébergement ou des sentiers de randonnée. Les bureaux d'étude opérant sur le territoire évoluent peu à peu vers une prise en compte systématique de cet aspect de l'économie locale.

¹ Source : ADEME, 1999

² ROMAN-SOALHAT C., 2008, *L'épandage des boues de station d'épuration et ses diverses facettes*, Rapport de stage de deuxième année DUT Génie Biologique, IUT Digne-Les-Bains

³ La taxe est de 0,50€/ tMS produite

⁴ LUPTON S, 2000, « *Public and private standards on Agricultural use of sewage sludge in France* », RAMIRAN Conference, Gargnano, Italie, 6-9 septembre

10. Les ETM dans les boues

Les Eléments Trace Métalliques (ETM) sont des éléments présents dans les boues et les sols à l'état de traces (faibles concentrations). Leurs impacts sont dépendant de multiples facteurs. Ainsi, certains d'entre eux sont des oligo-éléments indispensables à la croissance des végétaux (ex : Zinc, Nickel, Cuivre), mais potentiellement toxiques à plus forte concentration.

Outre la concentration, les critères majeurs à prendre en compte pour modéliser le comportement des ETM dans le sol et donc limiter les risques de **pollution**¹ sont la **mobilité** (risque de lessivage vers les eaux souterraines ou de ruissellement), et la **disponibilité** (qui caractérise le risque que ces éléments contaminent les cultures). Ainsi, dans le cas général, un pH acide favorise la mobilité et la disponibilité des ETM, alors qu'un pH élevé contribue à leur immobilisation (c'est l'une des raisons du chaulage, lors d'épandages sur sol acide)².

Les ETM présents dans les sols cultivés proviennent de 3 sources principales : **composition primaire du sol, précipitations atmosphériques, intrants agricoles**. Les ETM naturellement présents dans les sols sont très peu mobiles et indisponibles. Les phénomènes de **contamination**³ proviennent généralement des 2 autres sources. Les experts classent les sources de contamination en Cadmium, Plomb, Zinc et Cuivre selon le tableau suivant :

	Cd	Pb	Zn	Cu
Précipitations atmosphériques	3%	97%	2%	-
Engrais	89%	-	-	-
Boues d'épuration	4%	1%	14%	1%
Compost urbains	4%	2%	15%	1%
Pesticides	-	-	-	92%
Lisiers, Fumiers	-	-	69%	6%

Tableau 7 - Principales sources d'ETM dans les sols en France⁴

L'évolution des pratiques conduit néanmoins à une diminution de ces pollutions en France. Ainsi, la suppression du plomb dans l'essence en 2000 a réduit la contamination des sols en bordure de route. Les restrictions de rejets industriels dans le réseau domestique ont aussi permis une diminution importante de la concentration en ETM dans les boues⁵.

En 1998, la réglementation française fixe des valeurs seuils dans les sols et les boues pour 7 ETM (Cadmium, Chrome, Cuivre, Zinc, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb). Ces valeurs sont inférieures aux seuils fixés par la directive européenne correspondante. En 2009, les concentrations moyennes des boues du bassin Rhône-Méditerranée et Corse étaient comprises entre 3% et 38% des valeurs seuils. Seules 0,3% des analyses dépassaient l'un des seuils⁶.

Actuellement, aucun impact n'est mesurable dans la production agricole issue de parcelles épandues. Des effets sur les sols ont pu être mesurés dans les années 1970-1980 pour des boues de la STEP d'Achères (Paris), les apports pouvant alors atteindre 4,3 kg/ha/an de Cadmium. A titre de comparaison, la limite actuelle est de 0,15 kg/ha sur 10 ans pour le Cadmium. Les études au champ montrent qu'aucun impact n'est identifiable, ni sur les sols ni sur les produits alimentaires, lorsque la réglementation est respectée⁷.

¹ Pollution : modification des concentrations qui provoque une nuisance pour l'homme ou l'environnement.

² Les épandages de boues non chaulées sont interdits sur un sol de pH inférieur à 6 (arrêté du 8/01/98).

³ Contamination : augmentation de la concentration du sol en un ou plusieurs éléments. Différent de pollution.

⁴ Source : ROBERT et JUSTE, Journées Techniques de l'ADEME (5-6 juin 1997) in LUPTON S, *Public and Private Standards on Agricultural use of sewage sludge in France*

⁵ BAIZE D., *La controverse sur les épandages de boues d'épuration urbaine sur les sols agricoles*, INRA.

⁶ *Qualité des boues d'épuration urbaines recyclées sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse, Situation 2000-2010*, AE RM&C

⁷ BAIZE D, op.cit.

Info Chiffres Verdon

Les boues épandues dans le Verdon ont des **concentrations en ETM fortement inférieures aux seuils réglementaires** (cf figures suivantes). On note par ailleurs sur ces résultats **une augmentation du nombre d'analyses** au fil du temps, qui illustre également la mise en conformité progressive des épandages. En ce qui concerne le Cadmium et le Plomb (les ETM les plus toxiques présents dans les boues), on remarque aussi une légère diminution de leur concentration moyenne dans les années 2004-2005.

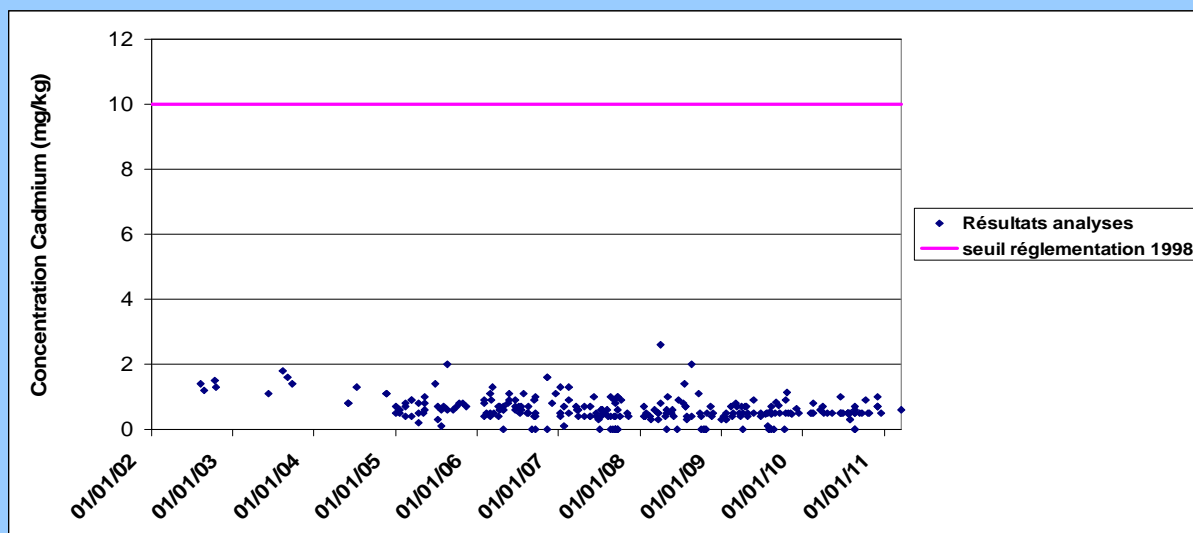


Figure 10 - Concentration en Cadmium des boues épandues dans le Verdon¹

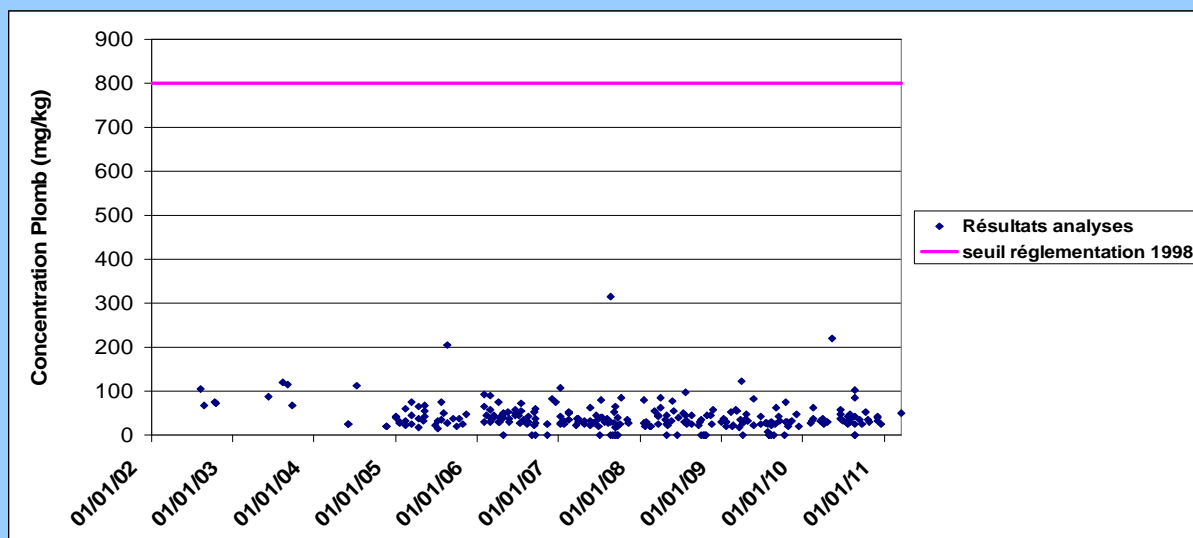


Figure 11 - Concentration en Plomb des boues épandues dans le Verdon²

D'autre part, il apparaît dans les résultats des analyses de sols du plateau de Valensole un pH relativement élevé (sols calcaires), synonymes d'une forte capacité à fixer les ETM. Ce comportement des sols diminue fortement le risque de migration des métaux dans les plantes ou de **lessivage** vers les nappes d'eau souterraines. De ce fait, aucune parcelle du plateau de Valensole n'est touchée par un risque de pollution de ce type lorsque les chantiers se déroulent dans de bonnes conditions.

¹ Source : MESE 04 – résultats de toutes les analyses de boues épandues sur la partie 04 du Parc (hors composts)

² Source : idem

11. Les CTO dans les boues

Les Composés Trace Organiques regroupent une multitude de **molécules** différentes, présentes dans les boues à des concentrations allant de quelques mg/kgMS, à quelques ng/kgMS (nano grammes par kilogramme, soit un pour mille milliards). Parmi ces composés se trouvent les célèbres PCB (Polychlorobiphényles), ainsi que les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), mais aussi les **phtalates** (issus de la dégradation de certains plastiques souples), les **œstrogènes** (naturels ou de synthèse), et de nombreuses autres molécules¹. (cf. 12. *Incertitudes Scientifiques*).

Bien qu'absents de la directive européenne, **les 7 principaux PCB ainsi que 3 HAP font l'objet de contrôles réglementaires dans les boues et dans les sols en France**. Ces molécules sont des polluants extrêmement persistants, c'est-à-dire que leurs temps de biodégradation sont très longs (plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'années).

Les PCB, anciennement utilisés comme isolant électrique, ont été interdits en France en 1977. Ils sont néanmoins encore présents dans certains transformateurs électriques, dont le démontage peut provoquer leur dispersion. Les HAP sont souvent issus de la combustion incomplète de produits pétroliers ou de charbon, et se dispersent alors dans l'environnement, par exemple lors du lessivage des chaussées par la pluie². Leur mesure systématique permet de mesurer les apports dus aux boues à long terme. Les seuils fixés ont pour objectif de contrôler que les quantités de CTO épandus ne provoqueront pas d'accumulation de ces composés dans le sol.

Au niveau européen, **les législations des pays membres diffèrent**. Ainsi, le Danemark impose des concentrations limites concernant les LAS (Linear Alkylbenzene Sulfonate), ainsi que les NPE (Nonylphenol Etoxylate), mais n'a pas fixé de limite concernant les PCB. Une harmonisation des législations, fondée sur des bases scientifiques fiables, est à l'étude à l'échelle communautaire depuis l'an 2000 et a donné lieu à de multiples propositions.

L'influence du compostage sur les CTO

Des travaux de recherche récents démontrent **un impact positif du compostage sur la biodégradation des composés organiques** comme certains résidus médicamenteux. Ainsi, des produits couramment utilisés, comme l'acide salicylique ou le Naproxen, voient en moyenne leur concentration diminuer respectivement de 65% et de 95% à la suite d'un compostage³. A l'inverse, des molécules hormonales comme les œstrogènes (d'origine naturelle ou non) résistent relativement bien au compostage (de -10% à -30% selon la même étude). Sur le même sujet, d'autres chercheurs notent en conclusion de leur étude que, malgré une forte variabilité des concentrations initiales, « Les concentrations en résidus pharmaceutiques était significativement plus faibles dans les composts, si on les compare aux concentrations initiales des boues correspondantes »⁴.

La **méthanisation** des boues primaires (les boues secondaires, biologiques, n'étant pas adaptées à ce procédé), semble avoir des effets comparables, bien que peu d'études aient été publiées sur ce sujet⁵.

¹ De nombreux travaux de recherche sur tous les polluants organiques sont en cours. Consulter les travaux de Dominique Patureau (Laboratoire LBE de l'INRA) pour plus de précision.

² Cf. La Boussol' n°8, Bulletin trimestriel à l'adresse des utilisateurs de boues de stations d'épuration urbaine du maine-et-Loire, juin 2004.

³ J Martin et al, *Multi-residue method for the analysis of pharmaceutical compounds in sewage sludge, compost and sediments by sonication-assisted extraction and LC determination*, J. Sep. Sci. 2010, 33, 1760–1766

⁴ M LILLENBERG et al, *Presence of fluoroquinolones and sulfonamides in urban sewage sludge and their degradation as a result of composting*, Int. J. Environ. Sci. Tech., 7 (2), 307-312, Spring 2010

⁵ M LILLENBERG et al, op. cit.

Info Chiffres Verdon

Les boues épandues dans le Verdon sont des boues d'épuration domestique. **La présence de CTO y est donc généralement faible**, comparée à certaines boues issues d'industries chimiques par exemple. Ainsi, l'historique des analyses effectuées sur ces boues montre une concentration moyenne des 7 principaux PCB inférieure à 20% du seuil réglementaire, ainsi que des concentrations en Fluoranthène (l'un des 3 HAP réglementairement suivis) inférieures à 10% du seuil réglementaire (cf. figures ci-dessous).

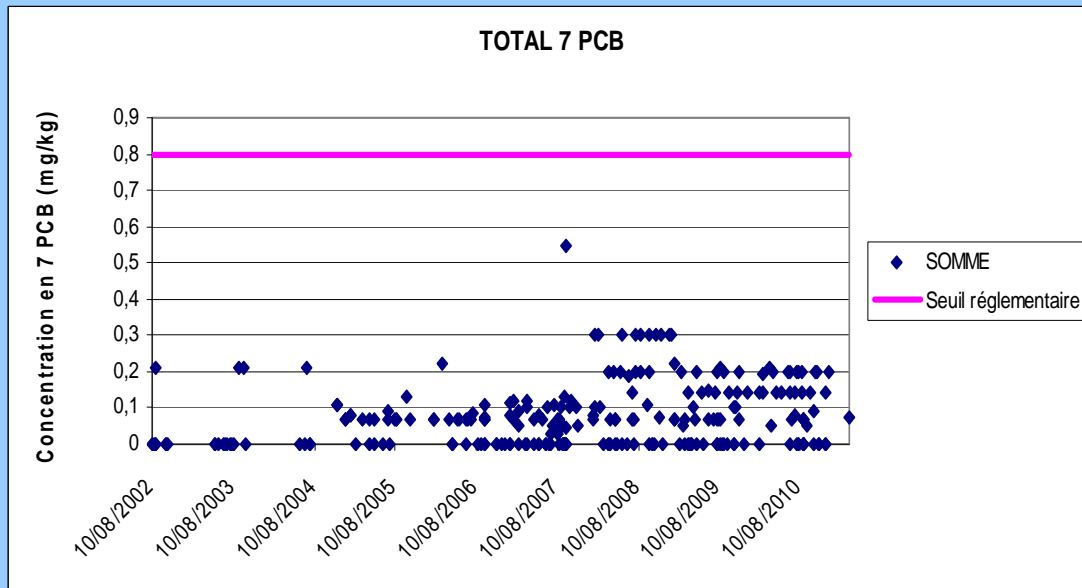


Figure 12 – Concentration en PCB des boues épandues dans le Verdon

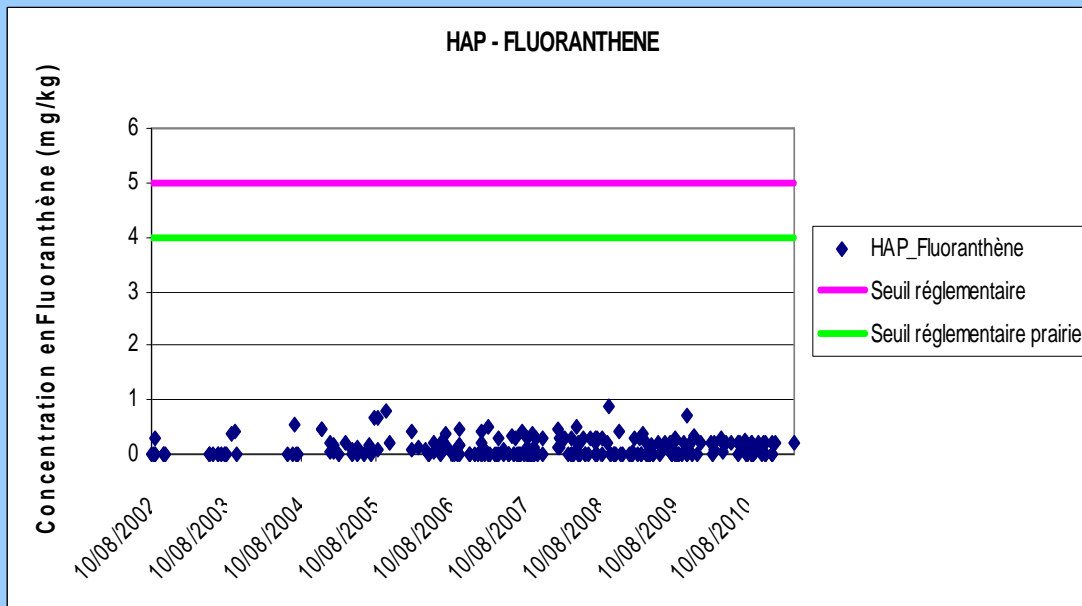


Figure 13 - Concentration en Fluoranthène des boues épandues dans le Verdon¹

¹ Source : MESE 04

12. Les Incertitudes scientifiques

Comme évoqué dans 8. *Aspects agronomiques*, 10. *Les ETM dans les boues* et 11. *Les CTO dans les boues*, malgré les connaissances scientifiques, les techniques d'analyses et les moyens mis à disposition de la recherche, **il est aujourd'hui impossible d'apporter des résultats absolument fiables et généralisables à tous les sols et toutes les boues concernant les impacts environnementaux et sanitaires des épandages de boues d'épuration urbaine.**

Parmi les débats concernant les risques peu ou pas pris en compte dans les épandages de boues d'épuration, on note les points suivants :

- **Perturbateurs endocriniens**¹ : grâce aux techniques modernes, les laboratoires d'analyse sont aujourd'hui capables de mesurer la présence de nombreux éléments à des concentrations extrêmement faibles. L'influence de certaines molécules sur le fonctionnement du système endocrinien des poissons en aval de rejets industriels et urbains a ainsi été mise en évidence (on parle de « féminisation des cours d'eau »). Cependant, aucun résultat scientifique n'a été publié concernant de tels impacts suite aux épandages de boues. Plusieurs programmes de recherche sur ces perturbateurs sont en cours², mais n'ont actuellement pas permis de mesurer de différence entre les produits cultivés sur des parcelles épandues et ceux cultivés sans épandages³.
- **Pollution à long terme des sols épandus** : bien que des analyses régulières et un suivi sur 10 ans des parcelles épandues permettent de contrôler le risque de pollution à court et moyen termes, de nombreuses interrogations subsistent quant à la maîtrise à long terme des éléments présents dans les sols. Denis Baize⁴ soulève par exemple la possibilité d'acidification de certains sols suite à une déprise agricole ; certains éléments immobilisés deviendraient alors disponibles et pourraient contaminer les plantes. Malgré les limites de la réglementation, dont l'objectif est de minimiser ces phénomènes de stockage dans le sol, on ne peut pas exclure que les intrants agricoles, naturels ou non (engrais, fumiers, lisiers, boues, mais aussi précipitations atmosphériques), provoquent à long terme (plusieurs centaines ou milliers d'années) des modifications des structures biochimiques des sols, et donc des cultures.
- **Antibiotiques et autres médicaments** : de la même façon que les perturbateurs endocriniens, les antibiotiques et les résidus médicamenteux peuvent être détectés dans les boues. Leur **biodégradation** fait l'objet de nombreuses études en fonction des différentes filières de traitement des eaux et des boues. A l'heure actuelle, leurs effets à moyen terme (jusqu'à 10 ans) sur la production agricole restent non mesurables.

L'analyse systématique des milliers de CTO présents dans des quantités très faibles et dont l'impact n'est pas avéré n'a pas été rendue obligatoire dans la législation française. Certains pays de l'Union Européenne ont récemment fixé des seuils réglementaires pour certaines familles de ces polluants organiques. La prise en compte de ces polluants fait aussi l'objet de projets de révision de la directive 86-278 au sein de la Commission Européenne. Néanmoins, le manque de données sur leur toxicité n'a pas permis aux experts scientifiques d'établir des concentrations-seuils généralisables. Enfin, le coût de telles analyses (plusieurs centaines d'euros par échantillon et par famille de polluants) dont les intérêts sanitaires et environnementaux restent à démontrer, n'a pas incité le législateur à les systématiser.

¹ Perturbateur endocrinien : toute molécule susceptible de modifier les équilibres hormonaux d'un organisme vivant (plante, animal...)

² En France : Programme National de Recherche sur les Perturbateurs Endocriniens (lancé en 2005)

³ Une cellule nationale de veille sanitaire a également été mise en place en 1998, sans qu'elle ne recense de pollution liée aux boues depuis cette date.

⁴ BAIZE D., op cit.

Conclusion

L'épandage des boues d'épuration recouvre un ensemble de pratiques très diversifié. Il est difficile d'appréhender sous le même angle les composts de boues et déchets verts, les épandages en grande quantité de boues chaulées et les boues liquides fraîches épandues directement en sortie de STEP une fois par an. L'objectif de ce document a été de proposer une description très globale du contexte dans lequel s'inscrit le recyclage des boues, des acteurs qui y participent, de la réglementation qui s'y applique, ainsi que des risques environnementaux et sanitaires qui y sont liés.

On observe néanmoins, en conclusion de ce travail descriptif, qu'une véritable filière économique locale s'est développée autour du recyclage agricole des boues, incluant des acteurs institutionnels forts (Chambre d'Agriculture, Conseil Général, Préfecture...), mais surtout de multiples acteurs locaux que sont les bureaux d'étude, les prestataires et bien sûr les agriculteurs.

Concentré sur un état des lieux factuel et la description des enjeux scientifiques, sanitaires et environnementaux ce document n'a volontairement pas abordé les aspects sociaux des liens qui lient ces acteurs professionnels, ni des rapports, parfois conflictuels, entre ce monde de techniciens, de fonctionnaires, de prestataires et d'agriculteurs et la population riveraine de leurs activités.

L'étude de ces rapports sociaux, hautement complémentaire de l'état des lieux des pratiques et de l'analyse des connaissances scientifiques actuelles synthétisés dans ce document, a été confiée pour ce qui concerne le plateau de Valensole au Conseil de Développement du territoire du Parc Naturel Régional du Verdon.

Nous espérons que ces travaux permettront, dans un avenir proche, de construire une réflexion collective sur les épandages de boues d'épuration sur des bases fiables et communes à toutes les parties prenantes.



Source : AL Parc du Verdon – 31/08/11

Bibliographie (partielle)

SOCIOLOGIE - ECONOMIE

D'ARCIMOLES M., BORRAZ O., SALOMON D., 2000. *Les mondes des boues. La difficile institutionnalisation des filières d'épandage des boues de station d'épuration urbaines en agriculture*. Rapport ADEME-Générale des eaux- Lyonnaise des eaux-SEDE-Agro-Développement

ACTION ENVIRONNEMENT, 2010, *Les boues d'épuration et leur utilisation agricole*, Numéro spécial de la Lettre d'information d'Action Environnement (association agréée de protection de l'environnement sur l'Aveyron)

LUPTON S, 2002, *Incertitude sur la qualité et économie des biens controversés. Le marché d'épandage des boues de stations d'épuration urbaines*, chap. IV, thèse EHES

LA BOUSSOL', n°2 à 15, Bulletin trimestriel à l'adresse des utilisateurs des boues de stations d'épuration urbaine du Maine-et-Loire, 2002 à 2010

TECHNIQUE - SCIENTIFIQUE

BAIZE, D., 2006, *Cours sur les éléments en trace dans les sols, chap 4. « La controverse sur l'épandage des boues d'épuration urbaines sur les sols agricoles »*, INRA Poitiers

AE RM&C, 2010, *Qualité des épandues sur le bassin Rhône-Méditerranée*, Situation 2000-2010

ADLER, E., *Le Maire et les Boues d'Epuration, Guide pratique pour les collectivités locales*, AMF, Cabinet AConsult

2007, *Evaluation des risques sanitaires des filières d'épandage des boues de station d'épuration*, ADEME – SYPREA – FP2E – INERIS

O.A.H. JONES et al., *Human Pharmaceutical in Wastewater Treatment Process*, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 35:401–427, 2005

BAIZE et al., 2006, *Epandages de boues d'épuration urbaines sur des terres agricoles : impact sur la composition en éléments traces des sols et des grains de blé tendre*, courrier de l'environnement de l'INRA n°53

ROMAN-SOALHAT C., 2008, *L'épandage des boues de stations d'épuration et ses diverses facettes*, Rapport de stage de 2^{ème} année d'IUT réalisé au sein du GAEC de la Tourdoure à Esparron-De-Verdon

REGLEMENTATION – ADMINISTRATION

Directive n° 86-278 du 12/06/86 relative à la protection de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture (JOCE n° L 181 du 4 juil. 1986)

Arrêté du 08/01/98 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 08/12/97 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées, JO du 31 janvier 1998

Circulaire DE/SDPGE/BLP n° 9 du 18 avril 2005. Objet : Epandage agricole des boues de stations d'épuration urbaines ; recommandations relatives aux contrôles du respect de la réglementation pour les services de police de l'eau et à l'information du public.

2010, *Document doctrine régissant les épandages de boues dans le département des Alpes de Haute Provence en vue d'un recyclage agronomique*, DDT 04 et MISE 04

Partie III – Préconisations

Chapitre 1 : Pistes d'amélioration

1. Nouveaux polluants organiques : une vigilance nécessaire

Comme évoqué dans l'état des lieux, la présence de polluants organiques dans les boues d'épuration et la diversité croissante de ces composés implique une vigilance à long terme sur leurs impacts. Le Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (LBE) de l'INRA Narbonne mène des travaux de recherche sur le sujet depuis de nombreuses années.

La communication des avancées de ces travaux de recherche auprès des acteurs de la filière serait positive à plusieurs titres. Les bureaux d'étude qui réalisent les plans d'épandage souhaitent globalement disposer d'une visibilité la plus importante possible sur les conséquences de leurs pratiques. La survie de leurs entreprises est en jeu. Cependant, leurs missions sur le terrain ne leur laisse pas nécessairement le loisir d'approfondir les travaux de recherche en continu. D'autre part, les organismes de contrôle, que ce soit les MESE ou les services de l'état, sont confrontés de façon comparable au manque de temps et de moyens.

Il apparaît donc nécessaire qu'une vigilance soit mise en place à une échelle plus importante, afin de communiquer annuellement les découvertes scientifiques ou les points sur lesquels une vigilance accrue est nécessaire. Sans présager des moyens que pourraient investir les entreprises privées ou les institutions publiques dans la réalisation d'analyses supplémentaires, le fait de mettre à leur disposition les connaissances scientifiques est un pré-requis à tout projet de suivi plus spécifique que les obligations réglementaires.

2. La filière compostage : un traitement à promouvoir

Le compostage des boues de station d'épuration est une filière qui permet, pour un grand nombre de stations d'épuration, de valoriser leurs boues dans de bonnes conditions. Les process peuvent différer en fonction du volume de boues à traiter et de l'environnement dans lequel la plateforme se situe, mais le principe est économiquement viable même dans les zones rurales à faible densité démographique⁶.

La réaction de digestion aérobie des boues permet une stabilisation voire une hygiénisation du produit final. Les 2 plateformes de compostage de Manosque et de Puimoisson démontrent que ce traitement permet d'obtenir un produit dont l'épandage ne produit aucune nuisance olfactive, et donc permet une meilleure acceptation sociale.

D'autre part, les résultats des travaux de recherche démontrent que cette réaction accélère la dégradation d'un grand nombre de molécules organiques⁷. Bien que la toxicité de ces éléments n'ait pas été prouvée, la diminution de leurs concentrations permet de limiter le risque potentiel que pose cette ignorance.

Troisièmement, l'apport de compost permet une amélioration à long terme de la structure du sol et une libération progressive de l'azote. Bien que les risques d'eutrophisation soient très faibles au vu des quantités épandues, l'apport de nutriments sous forme

⁶ En témoigne la plateforme privée AJETA située à Puimoisson, mais aussi de nombreuses autres en France.

⁷ M. Lillenberg et al., *Presence of fluoroquinolones and sulfonamides in urban sewage sludge and their degradation as a result of composting*, Int. J. Environ. Sci. Tech. 7 (2), 307-312, Spring 2010

organique permet une restructuration des sols propice au développement d'écosystèmes pédologiques riches et équilibrés⁸.

Enfin, le co-compostage permet la valorisation conjointe des boues d'épuration et du co-compostant, et offre ainsi la possibilité de recycler efficacement des déchets agricoles ou des déchets verts. Ainsi, le gisement de paille de lavandin représente près de 100 000 tonnes par an de déchets organiques dont la valorisation est rendue délicate par la forte concentration en lignine de ces résidus. Le co-compostage apparaît alors comme une solution pérenne de valorisation de ce déchet.

Au vu de ces quatre arguments, le développement du compostage apparaît une évolution positive dans la gestion des boues d'épuration. L'ADEME PACA et l'Agence de l'Eau RM&C vont dans ce sens, en insistant sur les avantages de la norme NFU 44-095. Ce dernier argument est à nuancer : bien que répondant à des critères plus stricts concernant les polluants métalliques et organiques ainsi que les micro-organismes pathogènes, ces composts font l'objet d'un contrôle très limité de la part des services de l'état (DGCCRF) par manque de moyens, et l'APCA (Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture) souligne à juste titre un manque de traçabilité problématique.

3. Vers une implication locale dans la gouvernance

Afin d'améliorer les conditions de réalisation des chantiers d'épandage, il est indispensable de prendre en compte les spécificités de chaque territoire lors de la réalisation des plans d'épandage. Cela implique l'existence d'une communication entre les acteurs professionnels et institutionnels et les riverains des parcelles épandues. Le document doctrine 04 va dans ce sens. Néanmoins, ses préconisations semblent insuffisantes, notamment du fait de l'absence d'information régulière à destination des élus et riverains des communes récipiendaires. Le dossier d'information et le guide pratique édités par le Parc ont pour objectif d'apporter un socle commun aux deux parties, mais nécessitent une mise à jour annuelle pour conserver leur validité.

Afin de permettre une pérennisation des relations entre les citoyens et les acteurs de la filière, il paraît opportun de mettre en place un comité local spécifique au plateau de Valensole, proposant annuellement un bilan de la campagne écoulee et les perspectives d'évolution, tant du point de vue des pratiques elles-mêmes que des réactions qu'elles ont suscitées auprès des riverains. Une telle structure serait en effet propice à la construction d'une relation de confiance et de partenariat, au sein de laquelle les différents points de vue pourraient s'exprimer dans un cadre plus serein que les pétitions actuellement utilisées.

La question du portage d'un tel comité est volontairement laissée en suspens, car il est amené à être discuté par les acteurs de la mission du Conseil de Développement.

Chapitre 2 : Le rôle du Parc

Une consultation nationale des Parcs naturels régionaux a permis d'obtenir une dizaine de retours sur la façon dont les Parcs s'étaient approprié la problématique des épandages sur leurs territoires respectifs. Au moins 3 Parcs sont systématiquement consultés pour avis par la MESE. Néanmoins, la majorité des retours soulignent les difficultés rencontrées pour s'investir dans cette problématique. Il faut donc rappeler, en premier, lieu, qu'un Parc n'est pas nécessairement le bienvenu dans cette filière, et que son implication, pour être efficace, doit obligatoirement passer par une certaine humilité, en particulier vis-à-vis des acteurs qui sont impliqués dans la gestion quotidienne des épandages depuis maintenant plus de 10 ans. Cela étant posé, la légitimité et l'opportunité d'une implication peuvent être développées, et la position particulière d'une telle structure procure un certain nombre d'avantages spécifiques qu'il peut être pertinent de valoriser.

⁸J-M Gobat et al, *Le Sol Vivant, Base de pédologie – Biologie des sols*, éd. 2010

L'état des lieux qui constitue la majeure partie de ce document ouvre un certain nombre de portes, mais il doit être régulièrement actualisé par la participation régulière des agents aux comités MESE organisés annuellement par les acteurs départementaux. Ces comités peuvent aussi être l'occasion de faire remonter des observations de terrain réalisées par les agents lors de leurs missions, et de faire ainsi valoir la position privilégiée de la structure auprès des habitants et des élus de son territoire. Cet engagement est la première condition des propositions qui suivent.

1. Le Parc comme relai territorial

Fondé sur deux axes, ce scénario est le moins couteux en termes de moyens. Il consiste dans un premier volet à actualiser l'état des lieux des pratiques de façon annuelle, par un contact pérenne avec les acteurs de la filière, notamment au travers d'une participation assidue aux comités MESE. Dans un second volet, il implique une communication de ce savoir auprès des mairies et des habitants intéressés.

2. Le Parc comme partenaire autonome

Le Parc naturel régional du Verdon dispose de compétences qui lui sont propres. Un positionnement au sein de la filière d'épandage des boues d'épuration peut donc s'envisager, fondé sur ces compétences. Dans un objectif d'efficience, il est alors nécessaire de développer un partenariat avec les acteurs institutionnels, et en particulier la Chambre d'Agriculture, afin de délimiter clairement les domaines sur lesquels l'avis du Parc est reconnu, et la façon dont il peut être pris en compte dans l'avis rendu par la MESE. Rappelons ici que cet avis conditionne la prime versée par l'Agence de l'Eau à l'exploitant de la station d'épuration. Revendiquer un avis implique donc d'en avoir préalablement mesuré les conséquences et d'investir de façon durable les moyens de le rendre dans de bonnes conditions.

Après une rapide analyse de la situation, les compétences pertinentes à mobiliser pourraient être : la connaissance fine de la fréquentation touristique à l'échelle du territoire, ainsi que les connaissances sur le patrimoine naturel, et en particulier la prise en compte des mesures agro-environnementales liées l'outarde canepetière.

3. Une Commission Déchets au sein du Parc

Dans une optique élargie, cette proposition répond à un certain nombre de problématiques qui sont actuellement difficilement abordées par le Parc. Etant entendu que la compétence liée aux déchets appartient aux communautés de communes et aux communautés d'agglomération, il reste néanmoins pertinent d'imaginer l'existence d'une vision territoriale de ce sujet à l'échelle du Parc. Le rapprochement effectif avec la structure du SMPV (Syndicat Mixte des Pays du Verdon) légitime d'autant plus une telle proposition.

En premier lieu, rappelons que les études sociologiques menées lors de la création du Parc à la fin des années 1990 soulignent une attente d'implication du Parc sur la question des déchets de 47% des habitants interrogés⁹. De façon plus récente, l'organisation en octobre 2011 d'une réunion publique sur la thématique des épandages de boues a rassemblé plus de 130 citoyens. S'il est vrai que le Parc n'a pas compétence réglementaire, la légitimité auprès des habitants, quant à elle, semble acquise.

D'autre part, dans le cadre du projet d'amélioration des pratiques agricoles sur le plateau de Valensole, le rôle de l'agriculture comme source de valorisation d'un grand nombre de déchets est appelé à être mis en avant. Développer une vision territoriale des gisements et des potentiels de valorisation ne peut être que le fait d'un acteur techniquement compétent, et focalisé sur le territoire en question. Le Conseil Général, la Chambre d'Agriculture, ou

⁹ In LEBORGNE M., *L'espace d'un oubli. Le rôle des mémoires collectives dans la construction du sentiment d'appartenance territoriale. Le cas du Parc naturel régional du Verdon*, thèse EHESS, 2006

encore l'ADEME sont des partenaires incontournables, mais leurs organisations, départementale ou régionale, ne sont pas adaptées au portage à de tels projets.

Cette remarque est d'autant plus valable lorsque l'on considère les relations entretenues par ces acteurs avec les élus locaux. Le Parc, dont les commissions sont présidées par des élus locaux, dont le bureau et le comité syndical sont constitués de ces mêmes élus, dispose d'un contact privilégié avec les communes, tout en ayant une vision globale du territoire. Il est donc le mieux placé pour construire des politiques territoriales cohérentes.

Limites et mise en garde

Ce travail d'état des lieux mérite d'être utilisé avec un certain nombre de précautions : les connaissances accumulées sur ce stage ne sauraient être aussi précises et complètes que celles dont disposent des acteurs de longue date de la filière, comme les bureaux d'étude, la MESE, la DDT ou encore le SATESE.

D'autre part, les éléments présents dans ce rapport sont des synthèses, parfois relativement expéditives, de documents plus complets. Certains sont accessibles au sein de la bibliographie, les dossiers de plans d'épandage sont accessibles en préfecture, d'autres éléments seront traités plus en détails lors de la mise en place de futurs projets. Un dossier complet comprenant l'ensemble des documents rédigés, ainsi que toutes les sources documentaires est disponible à la maison du Parc et doit être parcouru dans sa globalité par ceux qui souhaitent développer ce sujet plus en profondeur.

Enfin, rappelons qu'un état des lieux est un document ponctuel, et que les données chiffrées sont appelées à évoluer à court ou moyen terme, et que la pérennisation de ce travail demandera à l'avenir un investissement, certes moindre que l'effort initial de rassemblement des données et de construction d'une relation collaborative avec les acteurs historiques, mais néanmoins nécessaire pour maintenir un niveau de connaissance minimal des pratiques.

Conclusion

Les épandages de boues de station d'épuration se sont développés de façon importante au cours de la dernière décennie. L'apparition d'un cadre réglementaire, ainsi que l'augmentation des tonnages produits a provoqué une multiplication des plans d'épandages, notamment sur le Plateau de Valensole. Néanmoins, la stabilisation du gisement, ainsi que les orientations politiques des différents départements laissent à penser que la situation actuelle correspond à une asymptote dans la croissance de la filière.

La phase qui s'annonce actuellement est donc une phase d'amélioration des pratiques, tant au niveau des choix techniques (co-compostage) que d'une prise en compte effective et reconnue des riverains et élus locaux des zones réceptrices de boues. Dans ce cadre, le Parc naturel régional du Verdon, en tant que collectivité publique territoriale, a la possibilité de jouer un rôle positif, tant vis-à-vis des habitants, que dans un cadre de gouvernance et de pratiques innovantes, par le portage de projets locaux de gestion intégrée des déchets recyclables en agriculture.

Les conclusions de la mission du Conseil de Développement au printemps 2012 permettront aux élus du Parc d'avoir toutes les clefs en main pour décider de l'opportunité de l'investissement de leur structure dans une dynamique partenariale d'amélioration des pratiques aux côtés des acteurs institutionnels et des professionnels de la filière.

Bibliographie thématique

Economique / Sociologique

2003, *Charte de recommandation des citoyens*, Troisième conférence des citoyens sur le devenir des boues domestiques issues des stations d'épuration

D'ARCIMOLES M., BORRAZ O., SALOMON D., 2000. *Les mondes des boues. La difficile institutionnalisation des filières d'épandage des boues de station d'épuration urbaines en agriculture*. Rapport ADEME-Générale des eaux- Lyonnaise des eaux-SEDE-Agro-Développement

BARBIER R., LUPTON S., 2002, *Jeux et enjeux autour de la réglementation des épandages, une analyse socio-économique*, Dossier de l'environnement de l'INRA n°25

2010, *Les boues d'épuration et leur utilisation agricole*, Numéro spécial de la Lettre d'information d'Action Environnement (association agréée de protection de l'environnement sur l'Aveyron)

GERES, 2007, *Le marché des composts en PACA*, étude réalisée pour la région PACA

LUPTON S, 2000, « *Public and private standards on Agricultural use of sewage sludge in France* », RAMIRAN Conference, Gargnano, Italie, 6-9 septembre.

BONDUELLE, 2007, *Charte d'approvisionnement Bonduelle 2007*

LUPTON S, 2002, *Incertitude sur la qualité et économie des biens controversés. Le marché d'épandage des boues de stations d'épuration urbaines*, chap. IV, thèse EHES

Technique

BAIZE, D., 2006, *Cours sur les éléments en trace dans les sols, chap 4. « La controverse sur l'épandage des boues d'épuration urbaines sur les sols agricoles »*, INRA Poitiers

Technic'eau, 2008, *Audit de bon fonctionnement des plateformes de compostage de boues sur le bassin Rhône-Méditerranée*, Agence de l'Eau RM & C

Ecotechnologies, 2010, *Audit 2009 de bon fonctionnement des plateformes de compostage de boues sur les bassins Rhône-Méditerranée et de Corse*, Agence de l'Eau RM & C

AE RM&C, 2002, *Qualité des boues d'épuration urbaine recyclées en agriculture sur le bassin Rhône Méditerranée Corse*

AE RM&C, 2007, *Qualité des boues épandues sur le bassin Rhône-Méditerranée*, Situation 2004

AE RM&C, 2011, *Qualité des boues d'épuration urbaines recyclées sur les bassins Rhône-Méditerranée*, Situation 2000-2010

TRICAUD, A., 2011, *Epandage des boues et fertilisation raisonnée*, présentation pour les 4èmes rencontres nationales de l'organique, SYPREA.

ADLER, E., CUDREY A., 2008, *Analyse environnementale du chaulage des boues*, Cabinet AConsult, Balthazard & Cotte.

ADLER, E., 2009, *Filières et traitements des boues d'épuration en France*, Cahiers de l'ASEES 14.

PERRONO P., 1999, *Les micropolluants métalliques des boues de stations d'épuration urbaine et l'épandage agricole*, Mém. D.U.E.S.S., D.E.P., Univ. Picardie, Amiens.

Scientifique

2008, « *Les boues résiduaire : quelle caractérisation et quels impacts environnementaux pour l'épandage agricole ?* », Revue Ingénierie-EAT numéro spécial, Cemagref

2007, *Journée technique « Retour au sol des produits résiduaire organique » Des essais au champ de longue durée : Intérêt d'un réseau*, INRA, MRA du Haut Rhin

2007, *Evaluation des risques sanitaire des filières d'épandage des boues de station d'épuration*, ADEME – SYPREA – FP2E – INERIS

BAIZE et al., 2006, *Epandages de boues d'épuration urbaine sur des terre agricole : impact sur la composition en élément trace des sol et des grain de blé tendre*, courrier de l'environnement de l'INRA n°53

CABARET J. et al, 2003, *Épandage des boues d'épuration urbaine sur les prairie : risque de cysticercose pour les ruminant et de téniasis pour l'Homme*, Dossier de l'environnement de l'INRA n° 25

1997, *Recommandation sanitaire de la section des eau du Conseil supérieur d'hygiène publique de France vis-à-vis des risque lié à l'épandage des boue résiduaire des station d'épuration urbaine ou mixte*, Circulaire n° 97/655, CSHPF

DE BROUWERE K, 2006, *Risks of sewage sludge amended soil in relation to crops and soil microbial processes*, K. U. Leuven (these).

GUIVARCH A, 2001, *Valeur fertilisante à court terme du phosphore des boue de station d'épuration urbaine*, thèse de l'INPL

ALBRECHT R, 2007, *Co-compostage de boue de station d'épuration et de déchets vert : Nouvelle méthodologie du suivi des transformation de la matière organique*, thèse de l'Université Paul Cézanne (Biologie de l'environnement)

O.A.H. JONES et al., *Human Pharmaceutical in Wastewater Treatment Process*, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 35:401–427, 2005

J MARTIN et al, *Multi-residue method for the analysis of pharmaceutical compounds in sewage sludge, compost and sediments by sonication-assisted extraction and LC determination*, *J. Sep. Sci.* 2010, 33, 1760–1766

M LILLENBERG et al, *Presence of fluoroquinolones and sulfonamides in urban sewage sludge and their degradation as a result of composting*, *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 7 (2), 307-312, Spring 2010

Institution / Professionnel

2010, *Document doctrine régissant les épandages de boues dans le département des Alpes de Haute Provence en vue d'un recyclage agronomique*, DDT 04 et MISE 04

2006, *DVD « Recycler les boues en agriculture : un choix raisonné »*, SYPREA (Syndicat des Professionnels du Recyclage En Agriculture).

2001, *Les cahiers de la Mise, « Epandage agricole des boues de stations d'épuration »*, MISE 34

Dossier documentaire, *Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture*, ADEME – CNB (<http://www.ademe.fr/partenaires/boues/>)

ADLER, E., *Le Maire et les Boues d'Épuration, Guide pratique pour les collectivités locales*, AMF, Cabinet AConsult

Médias

GRIFFOND F., DA MEDA, D., 2009, *Boues Taboues*, Complément d'Enquête : Alimentation : main basse sur la terre, France 2, 8/06/2009

(http://www.dailymotion.com/video/x9n5zk_alimentation-main-basse-sur-la-terr_webcam)

Autres

ROMAN-SOALHAT C., 2008, *L'épandage des boues de stations d'épuration et ses diverses facettes*, Rapport de stage de 2^{ème} année d'IUT réalisé au sein du GAEC de la Tourdoure à Esparron-De-Verdon

LA BOUSSOL', n°2 à 15, Bulletin trimestriel à l'adresse des utilisateurs des boues de stations d'épuration urbaine du Maine-et-Loire, 2002 à 2010.

Annexe 1 : structure du dossier « DOCUMENTATION_BOUES »

