



Qualité des boues d'épuration urbaines recyclées sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse Situation 2000-2010



Qualité des boues d'épuration urbaines recyclées sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse

Situation 2000-2010

SOMMAIRE

Qualité des boues épandues en agriculture (épandage "direct")	2
1) Origine et caractérisation des données	2
2) Quels résultats sur la qualité des boues épandues ?	4
2.1. Des boues épandues de bonne qualité	4
2.2. Si 95 % des stations produisent des boues conformes, qu'en est-il des 5% restantes ?	4
2.3. Y'a-t-il une évolution dans le temps de la qualité des boues épandues ?	5
Qualité des boues compostées	6
1) Origine et caractérisation des données	6
2) Quels résultats sur la qualité des boues compostées ?	6
2.1. Des boues destinées à la filière de compostage de bonne qualité	6
2.2. Une qualité de boues pas toujours suffisante pour fabriquer un compost normé	7
Zoom sur le cas du cuivre	8
1) Quelles sont les causes des teneurs élevées en cuivre dans les boues ?	9
2) Quel impact du procédé de traitement des eaux usées et des boues ?	10
3) Y a-t-il une augmentation des non conformités en cuivre ?	10
4) Quelle pertinence pour la limite réglementaire de 1000 mg Cu/kg MS ?	11
Réduction des teneurs en métaux dans les boues : Quelles solutions ?	12
Opérations collectives	12
Aires de remplissage et de lavage des pulvérisateurs de produits phytosanitaires	13
Conclusion	14
Annexes	15

Contexte

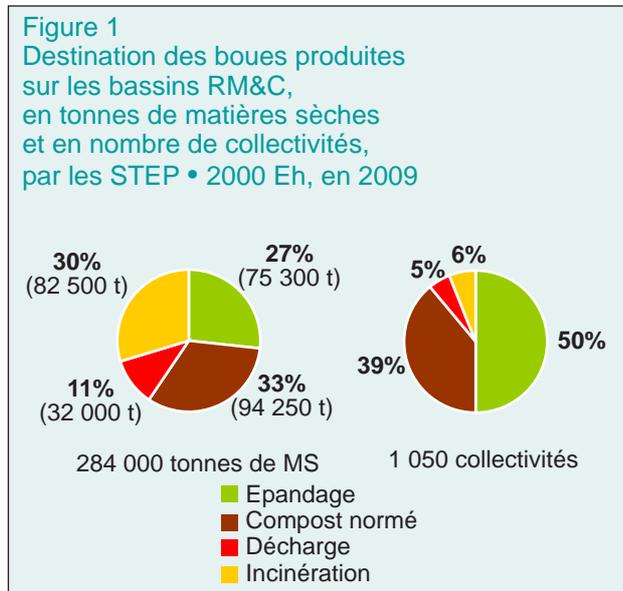
Sur les bassins RM&C, le traitement des eaux usées urbaines génère environ 280 000 tonnes de matières sèches de boues par an. Les principales destinations de ces boues sont le recyclage en agriculture, l'incinération et la mise en décharge (cf. fig. 1).

Pratiqué depuis une trentaine d'années et ayant fait l'objet de nombreuses études approfondies, le recyclage des boues s'impose comme la solution la plus respectueuse de l'environnement et la plus économique. L'Agence de l'Eau a toujours affiché clairement sa volonté de pérennisation des filières de recyclage.

Le recyclage en agriculture est très intéressant d'un point de vue environnemental. En effet, l'épandage des boues s'inscrit dans une logique agronomique : fourniture de l'azote et du phosphore dont les plantes ont besoin, apport de chaux (dans le cas de boues chaulées) permettant d'éviter l'acidification des sols, apport de matière organique (dans le cas des boues compostées) dont les effets peuvent être multiples : stimulation de l'activité microbienne du sol, amélioration de la capacité de rétention d'eau, diminution de la biodisponibilité des éléments traces métalliques du sol.

Cet intérêt incontestable doit toutefois être nuancé par un certain nombre d'inconvénients : comme la plupart des engrais organiques, les boues contiennent des éléments traces métalliques et organiques à de très faibles concentrations, des micro-organismes, et peuvent en outre provoquer des gênes olfactives importantes. **Dans les faits, les boues épandues respectent largement les concentrations maximales autorisées.**

Ce document a pour objectif de faire un point sur la qualité des boues épandues et compostées et d'ouvrir sur les politiques de réduction des polluants présents dans les effluents urbains. Ce dossier fait suite à celui de 2004 : "Qualité des boues épandues sur le bassin Rhône-Méditerranée - Situation en 2004"



Substances analysées

Le présent document traite des substances figurant dans l'arrêté du 8 janvier 1998, à savoir :

- 7 micro-polluants métalliques : Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Zinc
- 4 micro-polluants organiques : PCB (somme des 7 PCB), Fluoranthène, Benzo(b)fluoranthène et Benzo(a)pyrène.

A l'issue du traitement des eaux usées, les micropolluants qu'elles contenaient vont se trouver en partie dans les boues et en partie dans les eaux épurées. En moyenne, 70 à 90 % des micro-éléments métalliques sont retenus dans les boues (ADEME, 1995)*. La composition d'un rejet de STEP ainsi que la teneur en micropolluants métalliques et organiques des boues d'épuration dépendent de la qualité de l'effluent entrant dans la station d'épuration, du type de réseau de collecte, de la qualité du traitement effectué ainsi que de l'âge des boues.

Qualité des boues épandues en agriculture (épandage direct)

1) Origine et caractérisation des données

Lorsque les boues d'une station d'épuration sont destinées à l'épandage, des analyses de boues sont réalisées dans le cadre de l'élaboration du plan d'épandage puis de son suivi. Les résultats de cette autosurveillance sont transmis à la mission d'Expertise et de Suivi des Epandages (MESE) du département. Les MESE, présentes dans 21 départements des bassins RM&C, collectent et expertisent ces résultats. Les analyses sont réalisées sur différents paramètres : **Eléments Traces Métalliques (ETM)**, **Composés Traces Organiques (CTO)** et valeur agronomique. Le nombre d'analyses effectuées est fonction de la quantité de boues à épandre. Les données des MESE ont été collectées, les valeurs aberrantes ont été vérifiées, celles-ci pouvant provenir d'erreur de saisie.

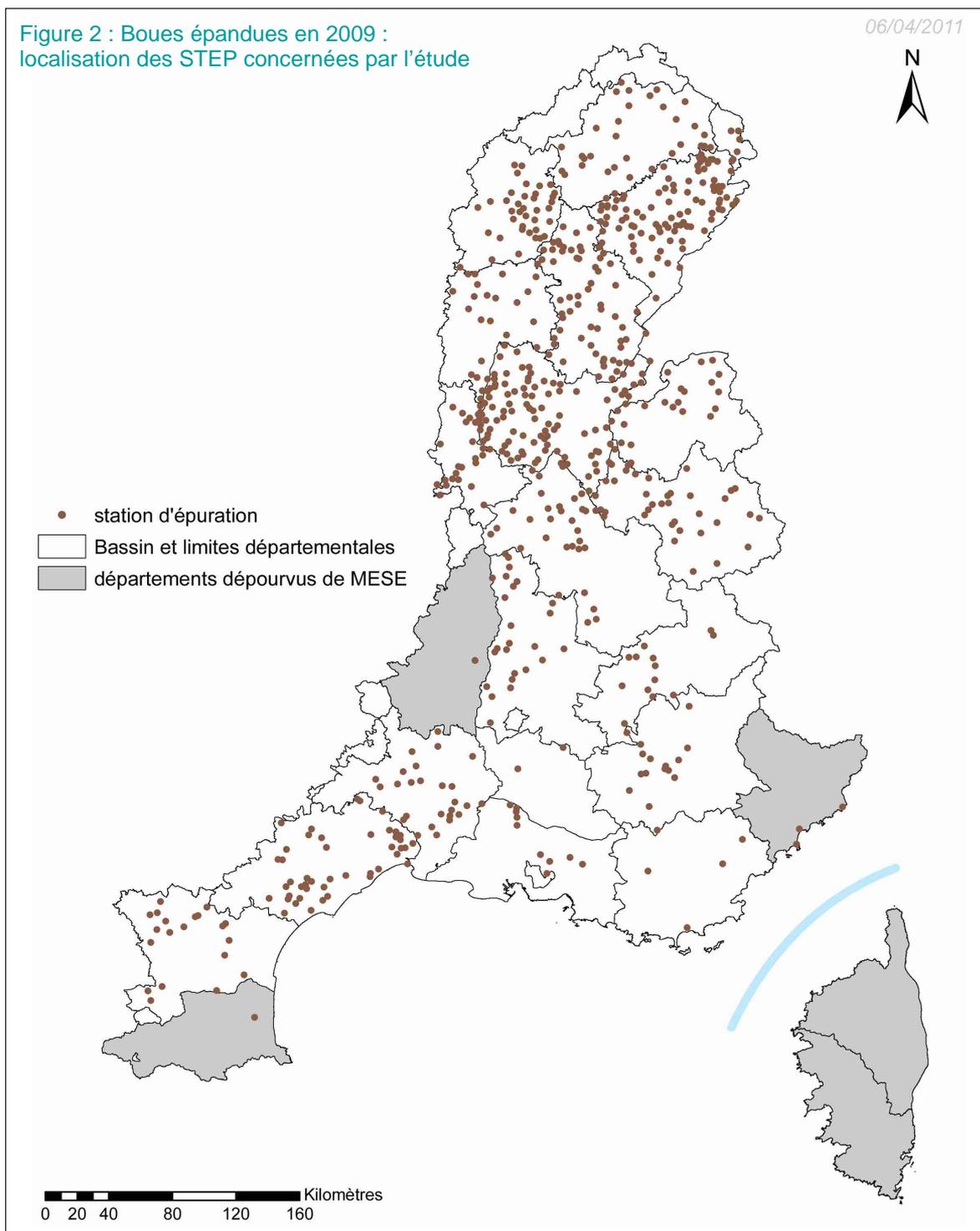
Caractérisation de la base de données :

- 650 stations d'épuration urbaines du bassin Rhône-Méditerranée : voir carte figure 2
- 2000 échantillons de boues analysés
- 1660 résultats d'analyses de chacun des ETM
- 750 résultats d'analyses des PCB
- 760 résultats d'analyses des HAP

* Juste, C. (1995) Les micropolluants métalliques dans les boues résiduelles des stations d'épuration urbaines, Convention ADEME-INRA, ADEME Editions, 209 p.

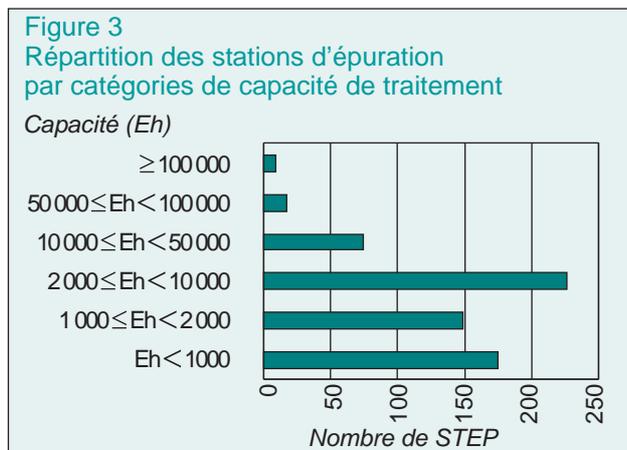
L'ensemble de ces analyses caractérise **plus de 70%** des boues déclarées épandues par les stations de capacité supérieure ou égale à 2000 Eh, soit **53 150 tonnes de matières sèches (TMS)**.

Les stations d'épuration pour lesquelles les analyses de boues destinées à l'épandage "direct" ont été collectées sont localisées sur la carte ci-dessous (cf figure 2).



L'épandage direct est largement développé dans le nord du bassin, territoire où le contexte agricole se prête à la pratique des épandages et où l'on constate une forte implication des chambres d'agriculture. Dans les régions PACA et Languedoc-Roussillon, le compostage est fortement représenté, dans un contexte peu favorable à l'épandage de boues brutes (grandes collectivités, tourisme, présence d'AOC, zones de montagne).

Toutes les catégories de capacité de station d'épuration sont représentées, avec une majorité de stations inférieures à 10 000 Eh (cf. figure 3).



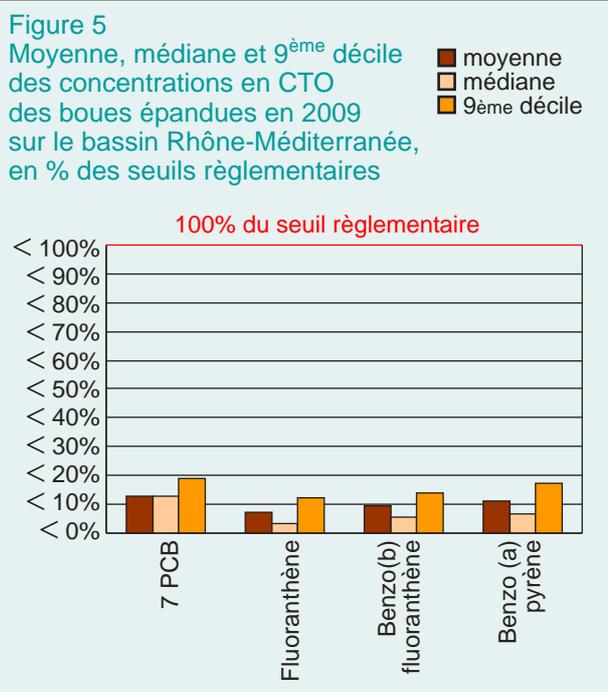
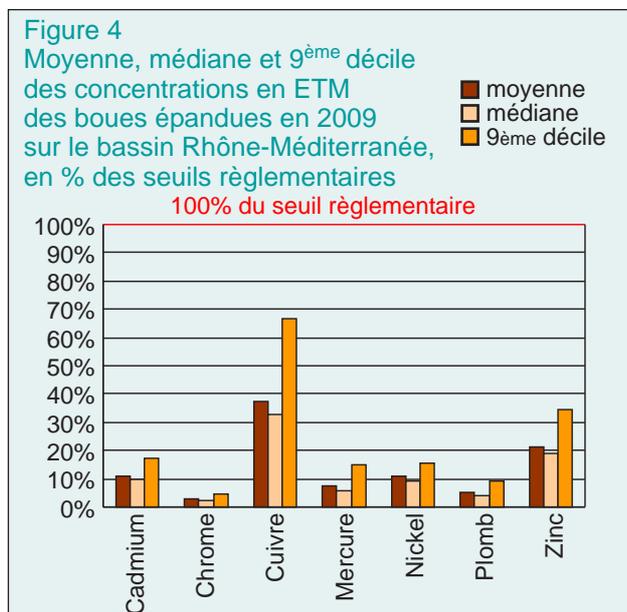
2) Quels résultats sur la qualité des boues épandues ?

2.1. Des boues épandues de bonne qualité

L'analyse des données 2009 met en évidence que les **concentrations moyennes des boues en ETM et CTO sont très en deçà des seuils réglementaires**. Comme l'illustrent les deux graphiques suivants (cf fig.4 et 5), 90% des résultats d'analyses des ETM sont inférieurs à 67% des seuils réglementaires. Si l'on exclue le Cuivre, 90% des échantillons analysés révèlent des teneurs inférieures à 35% des valeurs seuils.

D'autre part, 90% des résultats d'analyses des CTO sont inférieurs à 19,3% des teneurs seuils réglementaires.

Sur le bassin, 95% des stations d'épuration urbaines envoyant leurs boues en épandage direct produisent des boues conformes à l'arrêté du 8 janvier 1998.



2.2. Si 95 % des stations produisent des boues conformes, qu'en est-il des 5% restantes ?

Pour 5% des stations d'épuration, les analyses réalisées mettent en évidence que les boues produites sont ponctuellement ou régulièrement contaminées en éléments traces métalliques ou en composés traces organiques. Ces non-conformités concernent au total 44 échantillons provenant de 31 stations d'épuration urbaines différentes.

La répartition des non-conformités est la suivante :

		Nombre d'échantillons non-conformes	Nombre de stations concernées
ETM	Cuivre	22	18
	Mercure	1	1
	Nickel	5	2
	Zinc	8	5
CTO	Fluoranthène	3	2
	Benzo(b) fluoranthène	7	4
	Benzo(a) pyrène	7	4

ETM : 36 échantillons dépassent les valeurs seuils réglementaires en Eléments Traces Métalliques. Ces échantillons proviennent de 26 stations différentes, soit 4 % des stations concernées par l'étude. 60 % des dépassements en ETM sont dus au Cuivre. La teneur en Cuivre de 2,8% des stations d'épuration orientant leurs boues en épandage direct est ponctuellement ou régulièrement non compatible avec l'épandage.

CTO : 7 échantillons dépassent les valeurs seuils en CTO. Ils proviennent de 4 stations différentes, soit 0,6 % du nombre de stations.

Destination des lots pollués

En cas de résultat d'analyse non conforme sur un lot de boues stocké, les boues sont généralement dirigées en incinération ou en centre d'enfouissement. Mais d'autres solutions sont également utilisées :

- le dépotage en tête d'une station de plus grande capacité. Cette pratique n'est actuellement pas règlementée.
- le chaulage : un ajout de chaux peut être effectué lors du processus de traitement des boues. Le chaulage de boues destinées à l'épandage a l'avantage de les stabiliser, de relever le pH du sol mais également de diminuer la teneur en métaux, par effet de dilution.

Dans quelques rares cas (un cas identifié en 2009), des boues non conformes ont été épandues suite à des insuffisances de la chaîne de surveillance (épandages réalisés avant le retour des résultats d'analyses).

Quelles peuvent être les causes d'une pollution des boues ?

Les causes sont multiples : nature de l'effluent, type de réseau d'assainissement (séparatif ou non) et type de traitement (plus ou moins minéralisant) sont autant de facteurs susceptibles d'influencer la qualité des boues produites.

De manière générale, les eaux usées recueillent des éléments traces métalliques provenant des canalisations, des toitures, de la voirie, des produits d'hygiène et d'entretien, des activités industrielles et artisanales raccordées au réseau. La démarche de recherche des origines des dépassements a été réalisée par sondage auprès des MESE.

Si aucune station n'est concernée par un dépassement ou une teneur supérieure à 75 % du seuil règlementaire en Cadmium, en Chrome ou en Plomb dans les boues produites, 18 sont concernées par un dépassement en cuivre et 5 par un dépassement en zinc. En 2009, 4 stations étaient touchées par un dépassement en Benzo(a)pyrène et Benzo(b)fluoranthène, 2 en fluoranthène, 2 en Nickel et 1 en Mercure.

Cuivre

Les origines identifiées concernent les effluents d'activités artisanales ou industrielles ainsi que les caractéristiques de l'eau potable. Le cas du cuivre est détaillé en dernière partie de ce document.

Mercure

L'origine probable du dépassement en Mercure dans la station concernée est un cabinet médical et dentaire. En effet, certains amalgames dentaires sont composés pour 50% de mercure métallique.

Nickel

Pour une station, les dépassements en nickel proviendraient de rejets industriels. Le process a été modifié depuis et un retour à la normale a été observé en 2010.

Zinc

L'origine des dépassements en zinc est industrielle ou non-identifiée.

2.3. Y'a-t-il une évolution dans le temps de la qualité des boues épandues ?

La variabilité des teneurs de chacun des paramètres analysés ne permet pas de mettre en évidence une évolution significative à l'échelle du bassin. La teneur moyenne en ETM et CTO dans les boues épandues semble être stable depuis 2000 (cf fig. 6 et 7). Cependant, ce constat ne reflète pas forcément la situation à une échelle plus locale.

Figure 6 : Evolution des concentrations moyennes en ETM des boues épandues en % des seuils règlementaires

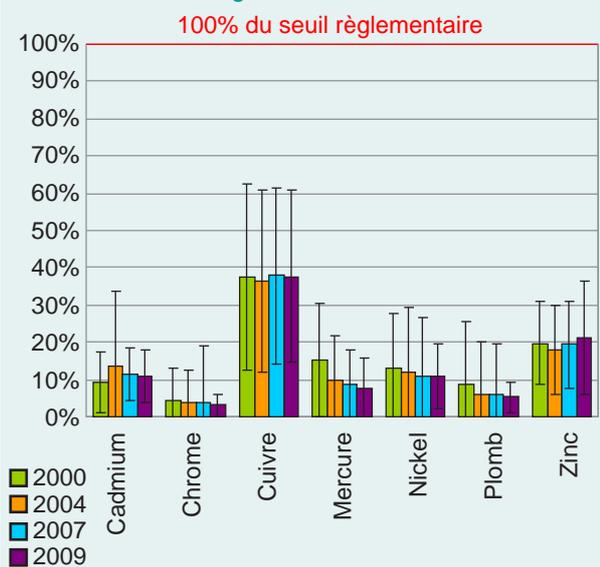
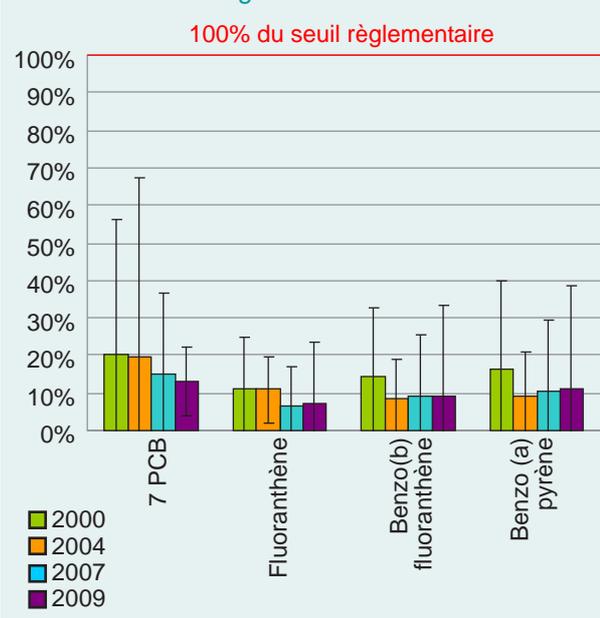


Figure 7 : Evolution des concentrations moyennes en CTO des boues épandues en % des seuils règlementaires



Qualité des boues compostées

Les boues d'épuration peuvent être compostées avant d'être épandues. Cette solution est parfois privilégiée car le compost de boues a l'avantage d'être hygiénisé, sans odeur, stabilisé et bénéficie de ce fait, d'une bien meilleure image.

De nombreux centres de compostage ont été créés sur le bassin, proposant aux collectivités une solution clefs en main pour leurs boues. Ces exploitants visent généralement la production de compost normé.

1) Origine et caractérisation des données

Selon les arrêtés du 22 avril 2008 et du 7 janvier 2002 relatifs aux installations de compostage, toute admission de boues d'épuration dans un centre de compostage donne lieu à un enregistrement préalable des résultats des analyses ETM et CTO, permettant d'attester de leur conformité aux limites de qualité exigées par l'arrêté du 8 janvier 1998.

La collectivité doit communiquer au centre de compostage les résultats d'analyses des boues produites aux fréquences prévues par ce même texte.

Dans le cas de résultat d'analyse non-conforme, les boues sont orientées dans une autre filière jusqu'au retour de teneurs compatibles avec l'admission en centre de compostage.

Ainsi, chaque centre de compostage établit un registre d'admission, dans lequel figurent les résultats d'analyses, l'origine et les quantités de boues traitées sur la plateforme. L'Agence de l'Eau demande aux centres un rapport d'activité annuel dans lequel les résultats d'analyses enregistrés doivent apparaître. Une base de données a ainsi été créée à partir des valeurs brutes transmises par 51 centres de compostage, dont 41 traitent les boues de plusieurs collectivités.

Caractérisation de la base de données :

- 741 stations d'épuration urbaines des bassins RM&C
- 2900 échantillons de boues analysés
- 2830 résultats d'analyses de chacun des ETM
- 1790 résultats d'analyses des PCB et HAP

Ces analyses caractérisent une quantité de boues urbaines de 470 500 tonnes de matières brutes, soit approximativement **94 000 TMS**.

2) Quels résultats sur la qualité des boues compostées ?

2.1. Des boues destinées à la filière compostage de bonne qualité

Les valeurs moyennes en Eléments Traces Métalliques et Composés Traces Organiques des boues orientées en compostage sont **largement inférieures aux seuils de la réglementation**.

En 2010, sur les bassins RM&C, 90% des résultats d'analyses des ETM des boues destinées au compostage étaient inférieurs à 51% des seuils réglementaires. Si l'on exclue le Cuivre, 90% des échantillons ont révélé des teneurs inférieures à 30% des valeurs limites. Concernant les Composés Traces Organiques, 90% des concentrations étaient inférieures à 19% des valeurs seuils.

Figure 8 : Moyenne, médiane et 9^{ème} décile des concentrations en ETM des boues destinées au compostage en 2010, en % des seuils réglementaires

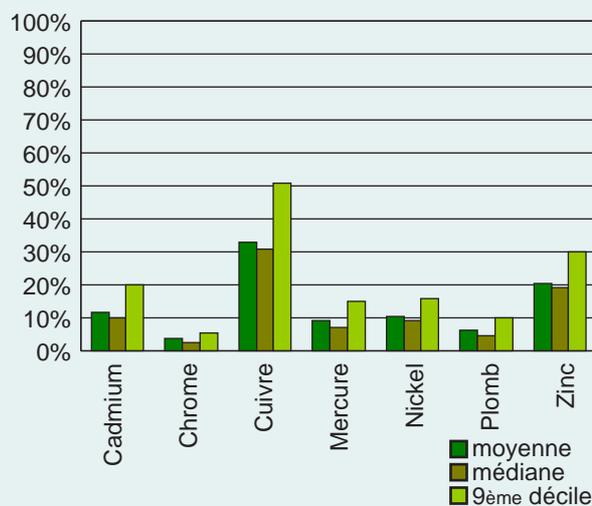
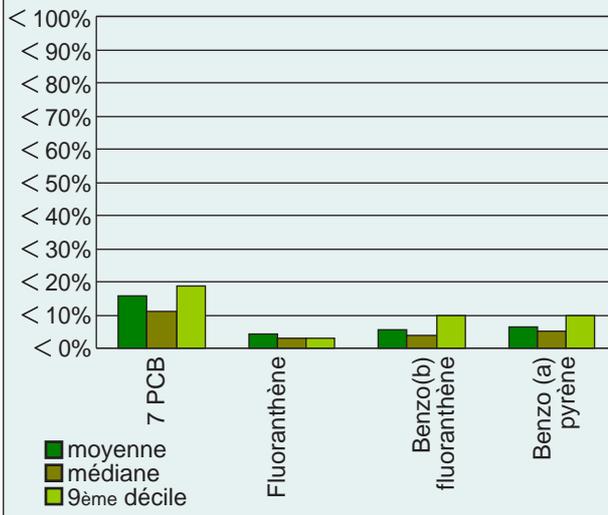


Figure 9 : Moyenne, médiane et 9^{ème} décile des concentrations en CTO des boues destinées au compostage en 2010, en % des seuils réglementaires



Seules 6 stations, soit 1% des stations orientant leur boues en compostage concernées par l'étude, ont eu au moins un résultat d'analyse révélant une non-conformité en ETM en 2010. **Les lots de compost contenant des boues polluées ont été identifiés et évacués en Centre de Stockage de Déchets Ultimes (CDSU).**

Dans un seul cas, les boues polluées ont été compostées par manque de vigilance. Les composts correspondant ont été commercialisés, les analyses ne révélant pas de contamination du produit.

2.2. Une qualité de boues pas toujours suffisante pour fabriquer un compost normé

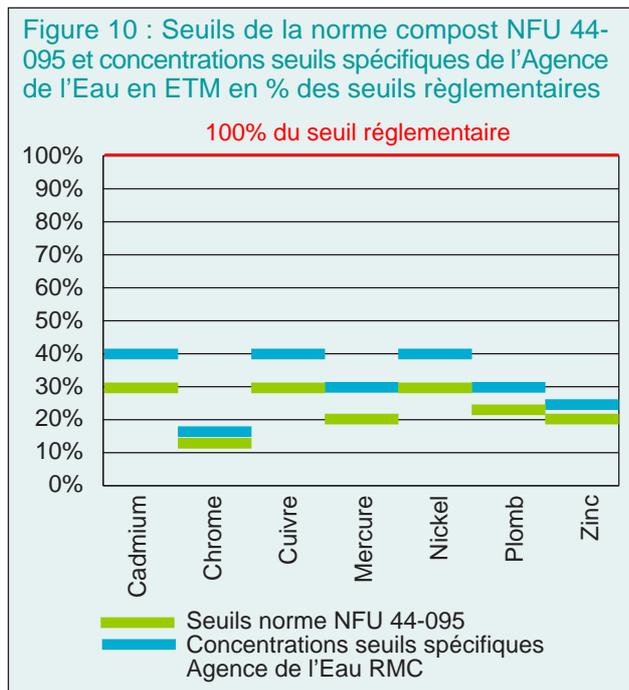
La norme NFU 44-095 permet aux boues compostées de sortir de la nomenclature des déchets. Tout compost de boues conforme à la norme est un produit et peut être distribué à titre gracieux ou payant. Il n'y a donc pas de surveillance à la parcelle de l'utilisation de ce produit.

En contrepartie, la norme compost NFU 44-095 fixe des critères de qualité plus sévères que la réglementation déchet. En particulier, les seuils à respecter en éléments traces métalliques pour le compost sont **3 à 8 fois plus sévères** que ceux de l'arrêté de janvier 1998 (cf fig. 10 et tableau ci-dessous), ce qui nécessite de sélectionner la qualité des boues entrant en compostage.

L'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse a donc introduit un signal dans sa politique d'accompagnement de la filière compostage : une concentration cible spécifique en ETM pour les boues destinées à la filière normée. Les concentrations des boues en ETM doivent être inférieures à 4/3 des seuils fixés pour le compost NFU (cf tableau ci-dessous), ce qui revient à admettre une dilution d'un tiers lors du compostage, dilution liée aux coproduits et au mélange de boues entre elles. Les collectivités dont les boues respectent ce seuil et sont transformées en compost normé sur un centre conventionné peuvent bénéficier d'un bonus sur leur prime pour épuration.

On constate que pratiquement la moitié des stations (47,5% des stations, soit 352 STEP) utilisant la filière de compostage, ont produit ponctuellement ou de manière régulière, des boues dont au moins un paramètre était supérieur aux seuils spécifiques de l'Agence. Pour 47 % de ces stations, le paramètre en cause était le cuivre et pour 25%, le zinc. Pour majorité, ces boues ont conduit à la fabrication de compost non normé utilisé dans le cadre d'un plan d'épandage.

Cela permet de souligner que, sauf amélioration de la qualité des rejets au réseau, la moitié des collectivités ne peut entrer dans une logique produit, du fait de la concentration des boues en cuivre et dans une moindre mesure, en zinc.



	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
seuils réglementaires (arrêté du 08/01/1998)	10	1000	1000	10	200	800	3000
seuils norme compost NFU 44-095	3	120	300	2	60	180	600
concentrations seuils spécifiques Agence de l'Eau RMC	4	160	400	3	80	240	800

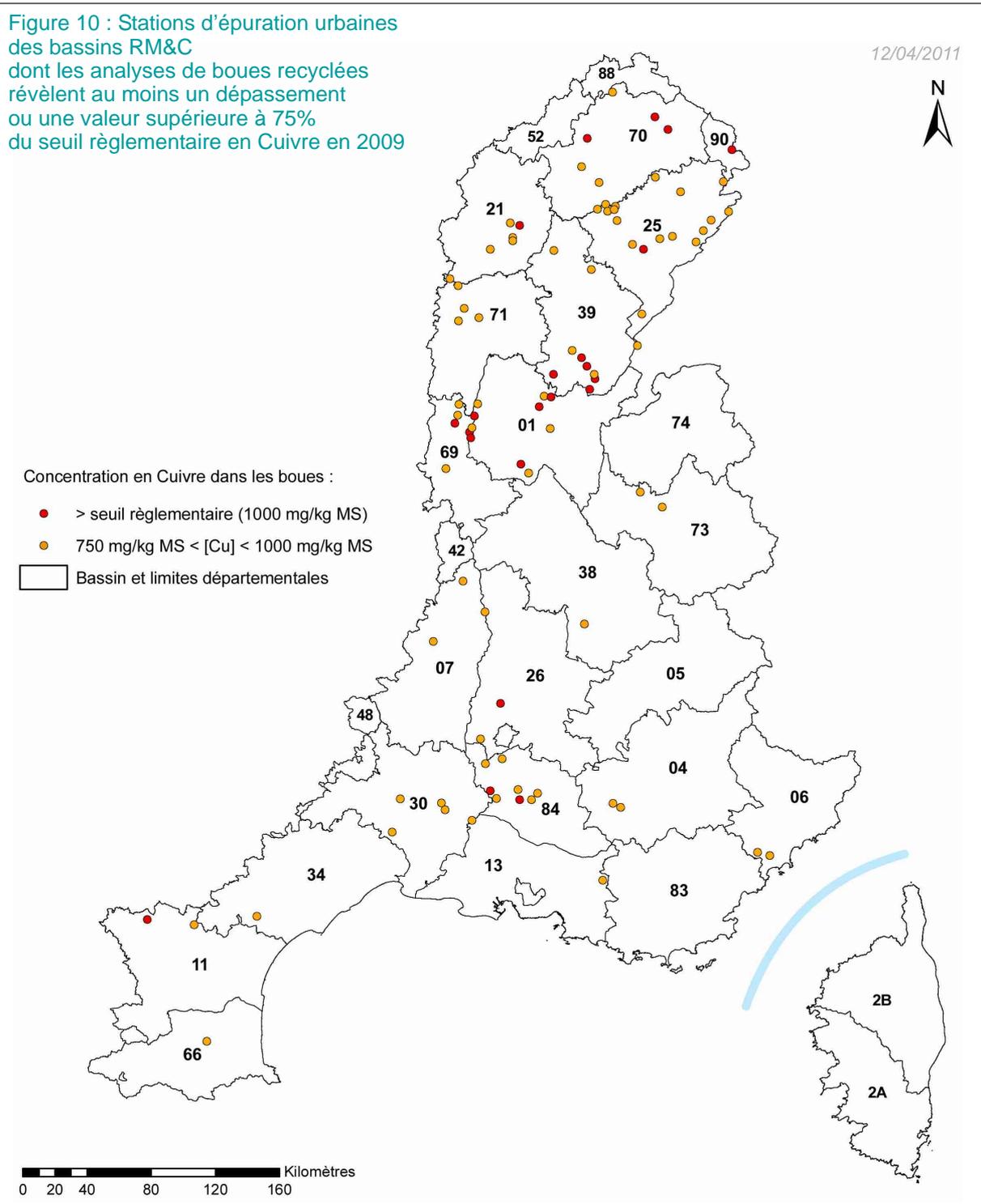
Zoom sur le cas du cuivre

Le cuivre étant le paramètre le plus critique, une analyse plus approfondie a été effectuée, de façon à répondre notamment aux questions suivantes :

- Quelles sont les origines des teneurs élevées ? En particulier, le procédé de traitement des eaux usées a-t-il un impact sur la concentration en cuivre ?
- Y'a-t-il augmentation de l'occurrence des non-conformités en cuivre depuis 2000 ?
- Quelle pertinence de la limite réglementaire de 1000 mg/kg MS ?

Les stations d'épurations urbaines du bassin dont les analyses de boues recyclées (épandues ou compostées) révèlent au moins un dépassement ou une valeur supérieure à 75% du seuil réglementaire en Cuivre en 2009 sont localisées sur la carte ci-dessous (cf fig. 10).

Figure 10 : Stations d'épuration urbaines des bassins RM&C dont les analyses de boues recyclées révèlent au moins un dépassement ou une valeur supérieure à 75% du seuil réglementaire en Cuivre en 2009



1) Quelles sont les causes des teneurs élevées en cuivre dans les boues ?

Les sources de cuivre des eaux usées sont très diverses : domestiques, pluviales, industrielles, agricoles. Les origines les plus souvent identifiées sont les suivantes :

- **Agricole** : le cuivre est un composant de produits phytosanitaires couramment utilisés en viticulture et arboriculture (bouillie bordelaise...). Les effluents phytosanitaires : eaux de rinçage du matériel de pulvérisation et fonds de cuve sont parfois déversés directement dans le réseau d'eaux usées. Cette source de cuivre a été identifiée en Saône-et-Loire et en Côte-d'Or notamment.
- **Industrielle** : le cuivre est également utilisé dans l'industrie (traitement de surface, blanchisserie, sidérurgie, traitement du bois...) et donc susceptible d'être présent dans les effluents industriels raccordés au réseau d'assainissement. Cette origine a notamment été identifiée pour 3 stations du Doubs. Une bonne corrélation entre la teneur en cuivre et en zinc dans les boues peut être le signe d'une origine industrielle.

Toutefois d'autres origines ont été mises en évidence plus récemment ou plus ponctuellement :

- **Les fromageries** : le relargage du cuivre lors du nettoyage des cuves en cuivre en fromagerie est rencontré en Franche-Comté et dans l'Ain (étude régionale en cours « Problématique CUIVRE dans les boues d'épuration en Franche Comté »).

- **La corrosion des canalisations en cuivre des particuliers** : Bien que les canalisations en cuivre soient réputées pour leur résistance à la corrosion, elles sont susceptibles d'être corrodées par l'eau qu'elles véhiculent. La réaction principale de ce phénomène correspond à une oxydation et aboutit à la formation d'incrustations en éléments cuivrés. La concentration en cuivre dans l'eau potable dépendra donc du taux de corrosion ainsi que de la solubilité des incrustations formées.

L'augmentation du pH aura tendance à faire diminuer la solubilité des sous-produits de corrosion. D'autre part, le caractère incrustant de l'eau pourrait réduire la dissolution du cuivre dans l'eau par la formation d'une couche de carbonate de calcium.

Ainsi, la teneur en cuivre dans l'eau dépend à la fois des caractéristiques de l'eau (en particulier du pH et de l'alcalinité dont dépend l'équilibre calco-carbonique*) et du matériau (âge, taille...). La complexité des phénomènes de corrosion et de dissolution est principalement due à la multiplicité des facteurs susceptibles d'entrer en jeu. En outre, différents procédés de traitement de l'eau potable, destinés à mettre l'eau à l'équilibre calco-carbonique existent.

Cette origine a été identifiée dans les départements de l'Ain, du Doubs, du Jura et de la Haute-Saône.

* A l'équilibre calco-carbonique, la teneur en CO₂ libre est appelée CO₂ équilibrant. Si la concentration réelle en CO₂ libre devient supérieure à cette valeur, l'excès est appelé CO₂ agressif.

2) Quel impact du procédé de traitement des eaux usées ?

Les procédés à forte minéralisation, tels que les filtres plantés et les lagunes génèrent-ils d'avantage de non-conformités dans les boues ?

Le procédé de traitement a été identifié pour chaque station dont les analyses de boues révélaient une teneur en cuivre supérieure à 75% du seuil réglementaire. Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous.

Répartition des stations concernées par un dépassement ou une teneur > à 75% du seuil en cuivre en 2009 en fonction du type de traitement des eaux usées effectué

Type de traitement	nombre de stations dont [Cu]boues > 75% seuil	nombre de stations dont [Cu]boues > seuil
boues activées	72	18
disques biologiques	1	1
lits bactériens	13	3
lagune	1	0
filtres plantés	1	0
autres	3	0
TOTAL	91	22

Le procédé boues activées constitue le type de traitement principal des stations concernées. Seule une lagune est concernée : la teneur élevée en cuivre provenant du rejet direct d'une cave particulière dans le réseau d'assainissement.

Les lits bactériens sont assez fortement représentés. Mais ce type de procédé est fréquent sur les petites stations d'épuration.

Les résultats ne mettent pas en évidence une représentation forte ni des filtres plantés, ni des lagunes. Ainsi, pour les cas examinés, les teneurs élevées en cuivre dans les boues d'épuration s'expliquent principalement par la qualité des effluents arrivant en tête de station.

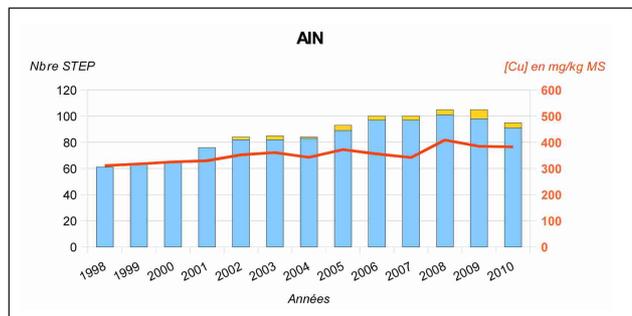
3) Y a-t-il une augmentation des non-conformités en cuivre ?

En 2009, 91 stations d'épuration urbaines des bassins RM&C, destinant leurs boues au recyclage agricole ont produit des boues dont la teneur en cuivre était supérieure à 75% du seuil réglementaire, dont 22 dépassant la valeur seuil de 1000 mg Cu/kg de matières sèches. Ainsi, 1,6 % des STEP recyclant leurs boues produisent ponctuellement ou régulièrement des lots non-conformes en cuivre.

L'évolution du nombre et de la proportion des STEP dont les analyses de boues révèlent une non-conformité en cuivre au moins une fois dans l'année a été étudié pour les boues dirigées en épandage direct. Les départements de l'Ain, du Doubs, de la Haute-Saône et du Jura ont été choisis car étant les plus touchés par des teneurs supérieures à 75% du seuil dans les boues épandues.

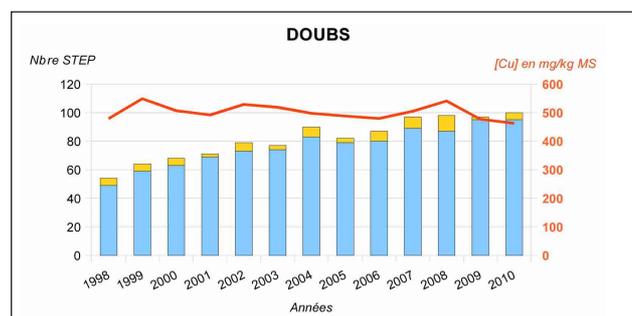
Cas de l'Ain

Depuis 2002, la proportion de stations de l'Ain, dont les boues sont destinées à l'épandage, qui rencontrent des non-conformités en cuivre est constante (en jaune sur le graphe). Elle est de l'ordre de 3 à 4%. En 2009, cette proportion a exceptionnellement atteint 7%.



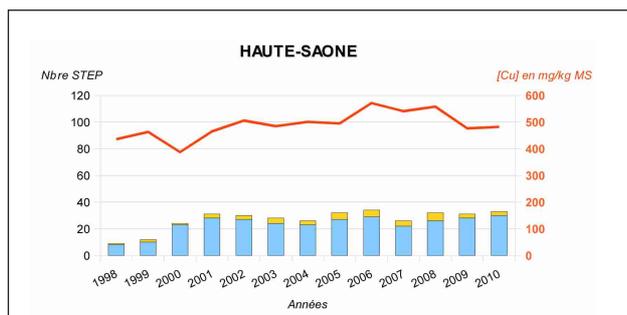
Cas du Doubs

La proportion de STEP dont les boues sont non-conformes en cuivre au moins une fois dans l'année varie entre 2 et 10%, sans qu'aucune tendance nette se dégage.



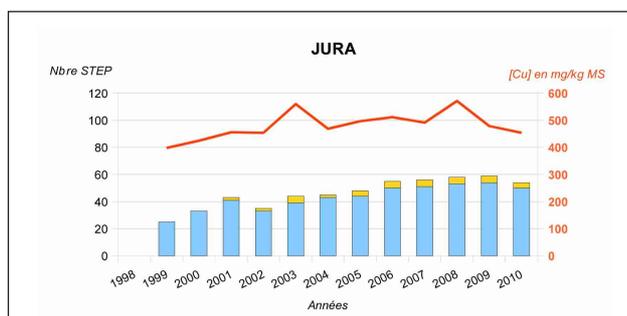
Cas de la Haute-Saône

Entre 10 et 15 % des STEP produisent, de manière régulière ou ponctuelle des boues non-conformes en cuivre. Entre 2008 et 2009, la proportion de stations confrontées à des boues produites non-conforme sur le paramètre cuivre a été divisé par 2.



Cas du Jura

Globalement, entre 5 et 10% des STEP génèrent des boues non-conformes en cuivre au moins une fois dans l'année. Depuis 2005, cette proportion est stable : elle est de l'ordre de 8,5%.



Par conséquent, dans ces quatre départements particulièrement touchés par la problématique du cuivre, aucune tendance claire à l'augmentation n'est observée.

A l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée, 3 % des STEP dont les boues sont destinées à l'épandage, rencontrent une non-conformité en cuivre au moins une fois dans l'année. Cette proportion est constante depuis 10 ans. Il en est de même pour le pourcentage de stations dont au moins une analyse dans l'année révèle une teneur en cuivre comprise entre 75 et 100 % du seuil réglementaire, qui est de 6,5 %.

4) Quelle pertinence pour la limite réglementaire de 1000 mg Cu/kg MS ?

Alors que le Cadmium, le Mercure et le Plomb sont connus pour l'effet néfaste qu'ils exercent sur les processus biologiques, le Cuivre est un **élément indispensable, à faible concentration, aux processus vitaux animaux et végétaux**. Cet oligo-élément peut être prescrit sur des sols carencés, ce qui tend à relativiser son impact sanitaire.

Pour d'autres références, les valeurs limites sont plus élevées : les apports de cuivre en agriculture biologique sont limités à 6 kg/ha/an en moyenne sur 5 ans d'après le règlement européen CE/889/2008. Une boue destinée à l'épandage direct, dont la teneur en cuivre est de 375 mg/kg MS (moyenne 2009 sur le bassin RM), épandue à la dose maximale autorisée de 30 t/ha/10 ans constitue alors un apport d'environ 1,1 kg/ha/an. A titre comparatif, aux U.S.A., la teneur maximale dans les boues est de 4300 mg/kg MS.

Par ailleurs, en cas de non-conformité, des pratiques telles que la dilution sont finalement tolérées pour cet élément sur certains départements.

Il n'est donc pas absurde de s'interroger sur la pertinence de la limite réglementaire des 1000mg/kg MS.

Comment cette limite a-t-elle été déterminée dans l'arrêté du 8 janvier 1998 ?

Les seuils actuels en ETM correspondent aux concentrations des boues dont l'apport, à la dose moyenne de 3 t de matières sèches par hectare et par an pendant 50 ans équivaut soit à doubler la teneur moyenne en micropolluants métalliques habituellement rencontrée dans les sols, soit à une augmentation maximale ne dépassant pas 50% de la teneur limite dans les sols fixée par la norme. (ces concentrations constituaient les valeurs de référence de la norme NF U 44-041 de 1985). Mis à part pour le cadmium, les seuils des ETM ont tous été déterminés de la même façon.

Compte tenu des caractéristiques évoquées plus haut et sans remettre en question la limite réglementaire, il semble qu'une certaine souplesse dans l'application de la réglementation pourrait être introduite sur ce paramètre (dérogations...), en particulier dans les cas où l'origine du cuivre est liée aux caractéristiques de l'eau potable.

Réduction des teneurs en métaux dans les boues : quelles solutions ?

Les maîtres d'ouvrage de stations d'épuration, dont les boues ont des concentrations en ETM supérieures au bruit de fond classiquement observé, doivent en rechercher la cause et mettre en œuvre des stratégies de réduction de leurs rejets aux réseaux.

Opérations collectives

Les rejets des établissements industriels sont susceptibles de constituer un apport de polluants métalliques important dans les réseaux. L'enjeu est donc de réduire à la source ces flux de pollution non domestique rejetés au réseau d'assainissement et au milieu naturel. Cela implique alors **d'accompagner les entreprises dans la mise en place de solutions de gestion efficaces.**

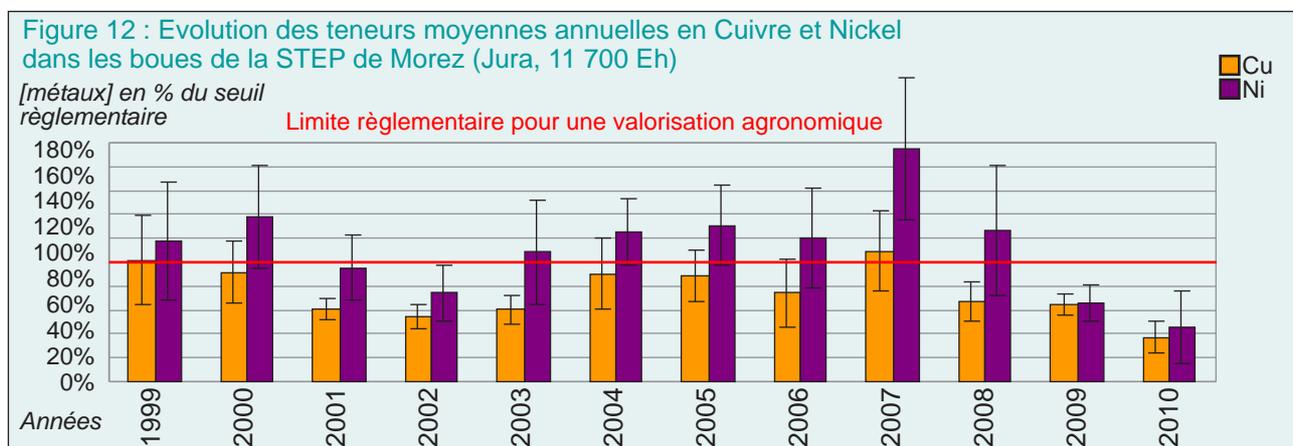
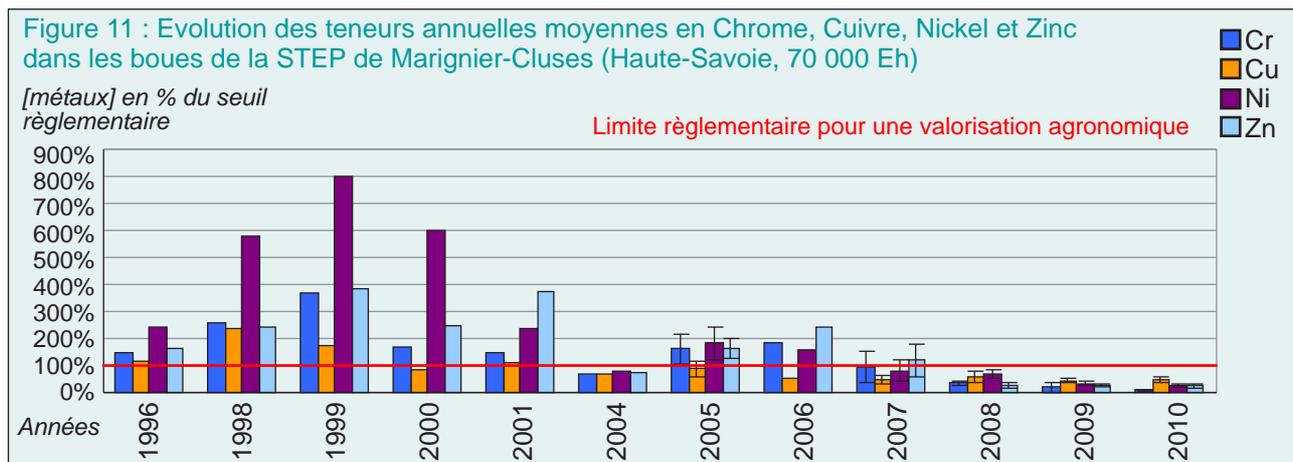
Un des Objectif Phare du 9^{ème} programme de l'Agence est d'initier des **démarches collectives** visant à réduire les pollutions dispersées de nature industrielle. L'action de l'Agence vise à inciter et à soutenir les acteurs locaux dans leur volonté de réduire l'impact des flux de pollution non domestique.

De cette façon, l'Agence RM&C, le SIVOM de la région de **Cluses** (Haute-Savoie), le Syndicat mixte

d'aménagement de l'Arve et de ses abords et le Syndicat national du décolletage ont signé en 2007 un contrat pluriannuel appelé « **Arve Pure 2012** ». La vallée de l'Arve est l'un des principaux pôles industriels de la région Rhône-Alpes. Cluses et ses environs représentent 65 % du décolletage français. Pour la plupart, il s'agit de PME/PMI de la mécanique raccordées aux réseaux d'assainissement communaux. Les effluents ainsi collectés et traités sur les stations de traitement sont riches en métaux. En 2007, les concentrations en métaux dans les boues de la station d'épuration de la région de Cluses, 70 000 Eh, étaient 5 fois supérieures à la concentration moyenne des boues produites sur les autres STEP de la vallée de l'Arve (Bonneville, Reignier Esery Scientrier, Annemasse).

Le contrat vise à résoudre les problèmes de pollution métallique engendrés par les effluents industriels. Le plan d'action, inclus dans le contrat, propose dans un premier temps une régularisation administrative des rejets non domestiques au réseau et dans un deuxième temps, une réduction des flux de pollution non domestiques rejetés au réseau d'assainissement et au milieu naturel. Il concerne 30 communes et environ 1000 industriels, essentiellement des décolleteurs et leurs sous-traitants.

De la même manière, l'Opération Collective sur le bassin de **la Bienne** (Jura) initiée en 2009 visait à réduire les pollutions toxiques rejetées au réseau d'assainissement de Morez et plus largement, dans la Bienne. Ce contrat résulte de l'engagement de 6 partenaires : la Région de Franche-Comté, le Conseil



Général du Jura, le Parc naturel régional du Haut-Jura, la Chambre de Commerce et d'Industrie et la Chambre de Métiers et de l'Artisanat du Jura ainsi que l'Agence de l'Eau RM&C. Elle s'inscrit dans la continuité des actions menées dans le cadre de l'opération « Défi Bienne », visant à réduire les émissions de micropolluants métalliques d'origine industrielle dans la Bienne.

La ville de Morez est réputée pour son industrie lunetière, qui représente environ 50% de la production française. La teneur en micropolluants métalliques des boues constitue un bon indicateur de suivi des actions engagées. L'un des objectifs fixés dans ce contrat fut ainsi de réduire la concentration en cuivre et en nickel entrant dans les réseaux d'assainissement afin d'obtenir une concentration dans les boues inférieure à 80% de la valeur interdisant l'épandage agricole.

Les actions menées dans le cadre de ces opérations collectives ont permis d'obtenir des résultats visibles sur la charge en micropolluants métalliques dans les boues d'épuration. Ces résultats montrent une nette amélioration de la qualité des boues. Les figures 11 et 12 présentent l'évolution des concentrations en éléments traces métalliques dans les boues des stations d'épuration de Marignier-Cluses et de Morez.

Les teneurs en éléments traces métalliques des boues produites par la STEP de la région de Cluses ont diminué de plus de 70 % en Chrome, en Nickel et en Zinc depuis la signature du contrat.

Les actions engagées par les différents partenaires sur le territoire de Morez ont permis que les concentrations moyennes en Cuivre et en Nickel soient réduites respectivement de 40 % et 65 % entre 2008 et 2010. Aucune valeur supérieure à 80% du seuil réglementaire en Cuivre et Nickel n'a été observée en 2010. Les boues produites par la STEP de Morez étaient jusqu'à mi 2010 envoyées en incinération. Elles sont maintenant compostées.

Ainsi, l'association et l'engagement de ces partenaires ont permis de réunir leurs compétences et de coordonner leurs actions pour mieux gérer à la source les rejets industriels, dont les émissions étaient problématiques. Les résultats sont encourageants et l'amélioration de la qualité des boues d'épuration témoigne en partie de la réussite de ces opérations.

Aires de remplissage et de lavage des pulvérisateurs de produits phytosanitaires

L'arrêté du 12 septembre 2006 réglemente la gestion des effluents phytosanitaires que constituent les fonds de cuve, les bouillies phytosanitaires non utilisables et les eaux de nettoyage du matériel de pulvérisation. Plusieurs modes de gestion ont été officialisés :

- le rinçage à la parcelle
- la gestion des effluents à l'exploitation ou sur un site collectif muni d'un dispositif de traitement agréé des eaux résiduaires

L'Agence de l'Eau subventionne la création d'aires collectives ou individuelles de remplissage et de lavage des pulvérisateurs de produits phytosanitaires équipées d'un dispositif de traitement des eaux résiduaires reconnus par les ministères de l'Agriculture et de l'Ecologie. Le taux d'aide de l'Agence est de 50% pour les études et diagnostics préalables ainsi que les investissements relatifs à la construction et à l'aménagement de l'aire. Il peut être supérieur pour les aires s'inscrivant dans un programme d'actions mis en œuvre sur les aires d'alimentation de captage.

De cette façon, entre début 2010 et mi 2011, l'Agence a financé 200 aires individuelles et 33 aires collectives situées en majorité en Rhône-Alpes et Bourgogne. Ces aires collectives ont bénéficié à 522 agriculteurs. Une aire collective coûte en moyenne 87 500 euros et une aire individuelle 14 000 euros.

Dans le cas où les effluents phytosanitaires seraient à l'origine de fortes teneurs en cuivre dans les boues d'épuration, **ces aires constituent une solution de gestion efficace de ces effluents.**

Conclusion

Les boues recyclées sur les bassins RM&C sont d'une qualité très satisfaisante. Peu de dépassements des seuils règlementaires ont été observés à l'échelle du bassin et pour les dépassements observés, les lots concernés ont été dans leur grande majorité évacués en Centre d'Enfouissement Technique (CET) ou en incinération

Il est toutefois primordial que les collectivités mettent en œuvre des politiques de surveillance des rejets au réseau public d'assainissement et de réduction à la source des émissions de micropolluants métalliques, en particulier pour les 10% de stations concernées par des teneurs supérieures à 75 % du seuil règlementaire : mise en place des autorisations préalables de raccordement et de déversement d'eaux usées, autres que domestiques, au réseau d'assainissement, organisation d'opérations de sensibilisation auprès des industriels et artisans « dispersés » sur les réseaux...

L'Agence de l'Eau finance des **Opérations Collectives visant à une meilleure gestion des effluents issus des activités artisanales et industrielles**, déversés dans le réseau collectif. Les actions menées dans ce cadre ont permis d'obtenir des résultats visibles sur les teneurs en micropolluants métalliques dans les boues d'épuration des stations où elles étaient problématiques.

Dans le cas de pollutions récurrentes dont l'origine n'est pas identifiée, la substance en question doit alors faire l'objet de recherches pour en **identifier la source**. Des investigations peuvent être menées sur le réseau en le maillant à des nœuds clés à l'aide de végétaux bioaccumulateurs tels que les bryophytes, afin de déterminer les zones les plus importantes en apports.

Par ailleurs, si la qualité des boues témoigne de la charge en micropolluants des eaux usées brutes, elle constitue également un **indicateur intégrateur** de la charge métallique des eaux épurées rejetées au milieu naturel. Selon leur coefficient de partage et leur sensibilité à la dégradation biologique, une partie des substances contenues dans les eaux usées se retrouve dans les boues après épuration.

L'autre partie est rejetée au milieu naturel. Les processus physiques et biogéochimiques impliqués dans le devenir des contaminants en milieu aquatique sont multiples et souvent complexes. En outre, l'ensemble des ETM et trois des CTO étudiés dans ce document figurent dans la liste des substances caractérisant l'état des masses d'eau. Elles font également l'objet de campagnes de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau (RSDE).

Annexes

Statistiques des résultats d'analyses ETM et CTO effectuées sur les boues épandues en 2009

Analyses 2009 boues épandues	ETM						
	Cadmium (Cd) mg/kg MS	Chrome (Cr) mg/kg MS	Cuivre (Cu) mg/kg MS	Mercure (Hg) mg/kg MS	Nickel (Ni) mg/kg MS	Plomb (Pb) mg/kg MS	Zinc (Zn) mg/kg MS
nbre valeurs	1660	1660	1699	1660	1661	1660	1659
moyenne	1,081	31,031	375,603	0,766	21,365	41,524	631,935
médiane	1,000	25,750	328,000	0,587	18,900	34,200	572,610
écart type	0,696	28,306	225,749	0,803	17,400	31,222	452,212
min	0,01	0,3	2,14	0,023	0,4	1,8	4,9
max	7,31	672	1937	13,099	269	338	7531,2
9ème décile	1,710	48,000	667,600	1,500	31,219	71,494	1039,400
seuil arrêté 08/01/1998	10	1000	1000	10	200	800	3000
nbre valeurs > seuil	0	0	22	1	5	0	8
nbre valeurs > 75 % seuil	0	0	107	3	6	0	14
nbre STEP > seuil	0	0	18	1	2	0	5
nbre STEP > 75% seuil	0	0	65	3	2	0	10
moyenne en % du seuil	10,8%	3,1%	37,6%	7,7%	10,7%	5,2%	21,1%
médiane en % du seuil	10,0%	2,6%	32,8%	5,9%	9,5%	4,3%	19,1%
9ème décile en % du seuil	17,1%	4,8%	66,8%	15,0%	15,6%	8,9%	34,6%

Analyses 2009 boues épandues	CTO			
	Somme des 7 PCB mg/kg MS	HAP		
		Fluoranthène mg/kg MS	Benzo(b) fluoranthène mg/kg MS	Benzo(a) pyrène mg/kg MS
nbre valeurs	746	757	757	754
moyenne	< 0,104	< 0,350	< 0,232	< 0,221
médiane	< 0,102	< 0,165	< 0,138	< 0,136
écart type	< 0,075	< 0,830	< 0,595	< 0,548
min	0,01	0,004	0,004	0,004
max	0,785	12	9,7	9,2
9ème décile	< 0,154	< 0,610	< 0,344	< 0,346
seuil arrêté 08/01/1998	0,8	5	2,5	2
nbre valeurs > seuil	0	3	7	7
nbre valeurs > 75 % seuil	3	7	9	11
nbre STEP > seuil	0	2	4	4
nbre STEP > 75% seuil	3	4	5	6
moyenne en % du seuil	< 13,0%	< 7,0%	< 9,3%	< 11,1%
médiane en % du seuil	< 12,8%	< 3,3%	< 5,5%	< 6,8%
9ème décile en % du seuil	< 19,3%	< 12,2%	< 13,8%	< 17,3%

Statistiques des résultats d'analyses ETM et CTO effectuées sur les boues compostées en 2010

Analyses 2010 boues compostées	ETM						
	Cadmium (Cd) mg/kg MS	Chrome (Cr) mg/kg MS	Cuivre (Cu) mg/kg MS	Mercure (Hg) mg/kg MS	Nickel (Ni) mg/kg MS	Plomb (Pb) mg/kg MS	Zinc (Zn) mg/kg MS
nbre valeurs	2840	2827	2844	2827	2828	2833	2833
moyenne	1,17	35,96	327,10	0,90	20,70	48,70	611,00
médiane	1,00	26,30	310,00	0,70	18,1	37,00	580,00
min	0,01	0,30	10	0	0,4	1,7	31,25
max	11,1	968	1196	13,5	277	820	2302
9ème décile	2,00	52,24	510	1,5	31,4	79,3	893,8
seuil arrêté du 08/01/1998	10	1000	1000	10	200	800	3000
nbre valeurs > seuil	1	0	2	1	1	1	0
nbre valeurs > 75 % du seuil	9	1	32	4	3	2	1
nbre STEP > seuil	1	0	2	1	1	1	0
nbre STEP > 75% du seuil	3	1	17	3	2	2	1
seuil spécifique prime	4	160	400	3	80	240	800
nbre STEP > seuil prime	17	20	268	29	13	15	193
écart type	0,767	51,323	141,049	0,716	13,730	49,418	236,277
moyenne en % du seuil	11,70%	3,60%	32,71%	9,00%	10,35%	6,09%	20,37%
médiane en % du seuil	10,00%	2,63%	31,00%	7,00%	9,05%	4,63%	19,33%
9ème décile en % du seuil	20,00%	5,22%	51,00%	15,00%	15,70%	9,91%	29,79%

Analyses 2010 boues compostées	CTO			
	Somme des 7 PCB mg/kg MS	HAP		
		Fluoranthène mg/kg MS	Benzo(b) fluoranthène mg/kg MS	Benzo(a) pyrène mg/kg MS
nbre valeurs	1786	1786	1787	1788
moyenne	< 0,123	< 0,202	< 0,138	< 0,128
médiane	< 0,090	< 0,140	< 0,100	< 0,100
min	0	0,002	0	0
max	< 0,8	3,3	2,09	1,83
9ème décile	< 0,149	< 0,400	< 0,243	< 0,200
seuil arrêté du 08/01/1998	0,8	5	2,5	2
nbre valeurs > seuil	0	0	0	0
nbre valeurs > 75 % du seuil	81	0	1	1
nbre STEP > seuil	0	0	0	0
nbre STEP > 75% du seuil	35	0	1	1
seuil spécifique prime	-	-	-	-
nbre STEP > seuil prime	-	-	-	-
écart type	0,138	0,206	0,121	0,107
moyenne en % du seuil	< 15,75%	< 4,04%	< 5,52%	< 6,40%
médiane en % du seuil	< 11,25%	< 2,80%	< 4,00%	< 5,00%
9ème décile en % du seuil	< 18,63%	< 8,00%	< 9,72%	< 10,00%

agence de l'eau rhône-méditerranée et corse

2-4, allée de Lodz 69363 LYON Cedex 07
 Téléphone 04 72 71 26 00 Télécopie 04 72 71 26 01
www.eaurmc.fr

Direction de la Planification et de la Programmation

2-4, allée de Lodz 69363 LYON Cedex 07
 Téléphone 04 72 71 26 51 Télécopie 04 72 71 26 03

Délégation régionale Rhône-Alpes

14, rue Jonas Salk 69363 LYON Cedex 07
 Téléphone 04 72 76 19 00 Télécopie 04 72 76 19 10

Délégation régionale de Besançon

Le Cadran 34, rue de la Corvée 25000 BESANCON
 Téléphone 03 81 25 23 50 Télécopie 03 81 25 23 51

Délégation régionale de Marseille

Immeuble le Noailles 62, La Canebière 13001 MARSEILLE
 Téléphone 04 96 11 36 36 Télécopie 04 96 11 36 00

Délégation régionale de Montpellier

Le Mondial - 219, Rue le Titien CS59549 34961 MONTPELLIER Cedex 2
 Téléphone 04 67 13 36 36 Télécopie 04 67 13 36 00

