Validation du procédé Val-Boue comme meilleure technique disponible

Loïc Perrin, Anne Cikankowitz, Jacques Bourgois, Valérie Laforest

▶ **To cite this version:**

Loïc Perrin, Anne Cikankowitz, Jacques Bourgois, Valérie Laforest. Validation du procédé Val-Boue comme meilleure technique disponible. Colloque Eau, Déchets et Développement Durable, Mar 2010, Alexandrie, Égypte. pp.223-229. emse-00477071

HAL Id: emse-00477071

https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-00477071

Submitted on 19 Oct 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Validation du procédé Val-Boue comme meilleure technique disponible

PERRIN Loïc, CIKANKOWITZ Anne, BOURGOIS Jacques et LAFOREST Valérie
Centre SITE –ENSM-SE, 158, cours Fauriel 42023 SAINT-ETIENNE Cedex 2 France

Résumé

Les industriels européens doivent aujourd'hui se conformer à la directive IPPC (n°2008/1/CE) (Integrated Pollution Prevention and Control) via leur réglementation nationale en justifiant l'utilisation des meilleures techniques disponibles.

Le procédé « Val-Boue » mis au point dans le cadre d'un projet de recherche consiste en l'utilisation des boues d'hydroxydes métalliques comme piégeur de polluant. L'ensemble des expériences réalisées ont montré que les résultats d'adsorption sont très encourageants. Ces résultats obtenus nous ont menés à nous poser la question suivante : notre procédé peut-il être considéré comme meilleure technique disponible ? La comparaison du procédé Val-boue a donc été effectuée avec le procédé de déchromatation au bisulfite de sodium. Pour ce faire et étant donné l'inexistence de méthodes d'évaluation, nous proposons la méthode « Focus L-BAT » qui repose sur une analyse approfondie des 12 considérations de la directive IPPC. La méthode est structurée suivant une arborescence à 3 niveaux (objectifs, critères et indicateurs d'évaluation des performances des MTD). Le mode d'évaluation est qualitatif et basé sur un système de notation en cinq niveaux.

Bien que plus faible sur des critères du type consommation d'énergie, maintenance, entretien ou encore facilité de mise en œuvre, le procédé Val-boue voit ses points forts sur des critères tels que – maîtrise des consommations et recyclage, conformité réglementaire, prévention des risques liés aux produits chimiques. Les résultats montrent que, pour le procédé Val-Boue, 63% des critères sont notés comme ayant une bonne voire une très bonne performance par rapport à la déchromatation classique.

Le procédé Val-Boue est donc plus performant que le procédé de déchromatation classique au regard des critères MTD. Il peut donc être candidat aux MTD du BREF traitement de surface comme technique émergente.

Mots clés : Meilleures Techniques Disponibles (MTD), évaluation environnementale, valorisation des boues d'hydroxydes métalliques, traitement de surfaces, déchromatation.

Introduction

La directive européenne dite IPPC (n°2008/1/CE) (Integrated Pollution Prevention and Control) impose aux industries à fort potentiel de pollution d'utiliser des meilleures techniques disponibles (MTD) afin d'atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement dans l'Union Européenne. A ce titre, la réglementation française ne prescrit pas l'utilisation d'une ou plusieurs MTD mais insiste sur l'évaluation des performances au regard des MTD. Afin d'aider les industriels, les MTD de référence sont regroupées, de façon non exhaustive, par secteurs d'activité dans des guides techniques élaborés au niveau européen, les BREFs. De plus, la directive IPPC présente dans son annexe IV douze considérations à prendre en compte pour la sélection d'une technique comme MTD.

Le procédé « Val-Boue » mis au point dans le cadre d'un projet de recherche consiste en l'utilisation des boues d'hydroxydes métalliques comme piégeur de polluant. Ce procédé consiste à mettre en suspension de la boue d'hydroxyde polymétallique dans une cuve contenant des effluents industriels contaminés par le CrVI. L'ensemble des expériences réalisées ont montré que les résultats d'adsorption sont très encourageants. Par ailleurs, le procédé proposé est simple d'utilisation. Ces résultats obtenus nous ont menés à nous poser la question suivante : Notre procédé peut-il être

considéré comme meilleure technique disponible ? La comparaison du procédé Val-boue a donc été effectuée avec le procédé de déchromatation au bisulfite de sodium.

Pour ce faire et étant donné l'inexistence de méthodes d'évaluation, nous proposons la méthode « Focus L-BAT » qui repose sur une analyse approfondie des 12 considérations de la directive IPPC. L'article présente dans un premier temps le concept de meilleure technique disponible, il aborde ensuite les méthodes existantes pour la validation de systèmes comme MTD puis présente la méthodologie Focus L-BAT. Ensuite, la validation de la technologie Val-Boues comme MTD est présentée.

1. Concept de meilleure technique disponible

Le concept de Meilleure Technique Disponible (Best Available Techniques en anglais (BAT)) est apparu en 1996 avec la directive européenne IPPC sur la prévention et le contrôle intégré de la pollution) n°96/61/EC. Il a récemment été repris dans la version codifiée de cette directive (directive IPPC n°2008/1/EC).

La définition donnée par l'article 2-12 de la directive n°2008/01/EC est la suivante : une MTD est « le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base des valeurs limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble. »

De plus, la directive IPPC propose dans son annexe IV, 12 considérations pour déterminer des MTD.

- C1. utilisation de techniques produisant peu de déchets
- C2. utilisation de substances moins dangereuses
- C3. développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisés dans le procédé et des déchets, le cas échéant
- C4. procédés, équipements ou modes d'exploitation comparables qui ont été expérimentés avec succès à une échelle industrielle
- C5. progrès techniques et évolution des connaissances scientifiques
- C6. nature, effets et volume des émissions concernées
- C7. dates de mises en service des installations nouvelles ou existantes
- C8. durée nécessaire à la mise en place d'une meilleure technique disponible
- C9. consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et l'efficacité énergétique
- C10. nécessité de prévenir ou de réduire à un minium l'impact global des émissions et des risques sur l'environnement
- C11. nécessité de prévenir les accidents et d'en réduire les conséquences sur l'environnement
- C12. informations publiées par la commission en vertu de l'article 16 paragraphe 2 ou par des organisations internationales

Il est important de préciser qu'une technique ne peut être considérée MTD que si elle a fait ses preuves en entreprise, sinon est considérée comme technique émergente candidate au MTD [IPPC, 2008 ; Laforest, 2004].

Afin de diffuser et d'échanger au mieux sur les MTD au sein de l'Union Européenne, la commission européenne édite des documents de référence par secteur d'activités sur les MTD ;ce sont les BREFs.

L'objectif de ces BREFs est double :

- Un catalogue de procédés existants en Europe, éprouvés industriellement pour les activités industrielles définies dans l'annexe I de la directive IPPC.
- Un outil d'aide à la décision d'une part, pour l'inspecteur étudiant une demande d'autorisation à exploiter et d'autre part, pour les responsables d'une activité qui doivent définir leur politique environnementale en justifiant de l'utilisation de meilleures techniques disponibles.

Il existe aujourd'hui 33 BREFs dont le BREF STM relatif au secteur du traitement de surfaces que nous avons utilisé pour notre évaluation.

2. Méthodologies existantes

Les méthodes actuelles d'évaluation environnementale (étude d'impacts, analyse du cycle de vie, bilan carbone, méthode EPE de l'ISO14031, l'éco-efficience ou encore la méthode MASIT) concernent aussi bien les produits que les projets ou les organisations.

Tous ces outils d'évaluation environnementale permettent aux industriels d'avoir une vision globale de leur performance mais sont moins adaptés à une application spécifique au niveau d'un procédé ou d'une technologie en prenant en considération les conditions locales de son utilisation. De plus, elles ne répondent pas aux spécificités des MTD.

Deux travaux ont inspiré la méthode que nous avons développée pour l'évaluation du procédé Val-Boues au regard des performances des MTD :

- la méthodologie d'évaluation des performances environnementales des techniques en vue de les valider comme meilleures techniques disponibles intitulée L-BAT (Local-Best Available Technique). Deux approches ont été développées dans le cadre de ce travail de recherche : une approche théorique basée sur l'étude des 12 considérations (Annexe IV de l'IPPC) et une approche expérimentale. L'approche expérimentale a été validée dans le cadre de la thèse de Cikankowitz (2008). L'approche théorique a servi de base à la méthodologie Zéro Plus.
- La méthode Zéro Plus développée dans le cadre du projet ZéroPlus (projet LIFE Environnement LIFE05 ENV/E/000256 repose sur un outil d'évaluation de techniques par rapport aux performances d'une technique de référence qui peut être une MTD. Elle renforce L-BAT en complétant les critères de performance économique et en explicitant les considérations par des indicateurs de comparaison de techniques [Zéro Plus, 2009].

3. Méthodologie proposée : La méthodologie Focus L-BAT

La méthodologie d'évaluation utilisée s'appuie donc sur la base de référence à l'évaluation des performances environnementales développée par Cikankowitz (2008) et sur la méthodologie ZéroPlus (2009). L'objectif étant l'évaluation du procédé de valorisation des boues d'hydroxydes métalliques, nommé Val-Boue, comme Meilleure Technique Disponible (MTD).

La structure de l'arborescence utilisée pour notre méthodologie d'évaluation est alors divisée en 4 rubriques :

- les **objectifs** MTD définis par la méthodologie L-BAT : environnement, risques / sécurité, performance technique et faisabilité économique.
- l'identification des **sous-objectifs et des critères** répondant plus précisément à ces objectifs
- l'association des **12 considérations** de l'IPPC pour chaque critère identifié et,
- l'identification des **indicateurs** permettant d'évaluer précisément le procédé.

Afin de pouvoir comparer des procédés ayant des fonctionnements différents, il n'est pas possible de présenter une évaluation quantitative sur la base de paramètres ou de variables de fonctionnement. Ainsi, l'évaluation se fera via le renseignement des critères et sera de type qualitatif.

Les 12 considérations n'étant pas toutes pertinentes pour notre étude, nous en avons sélectionné huit : C1, C2, C3, C4, C5, C6, C8, C9

Les considérations C7 (dates de mises en service des installations nouvelles ou existantes) et 12 (informations publiées par la commission en vertu de l'article 16 paragraphe 2 ou par des organisations internationales) ne peuvent être prise en compte étant donné que le procédé Val-Boue est un procédé innovant qui n'a pas encore été mis en place et qu'aucune information à son sujet est publiée.

Les considérations C10 (nécessité de prévenir ou de réduire à un minium l'impact global des émissions et des risques sur l'environnement) et C11 (nécessité de prévenir les accidents et d'en réduire les conséquences sur l'environnement) concernent les conséquences du procédé sur

l'environnement en termes de risques et d'accidents ce qui ne peut être étudié car le procédé n'a pas encore été exploité à l'échelle industrielle.

Pour compléter la définition des MTD, quatre nouvelles considérations issues des travaux du projet ZéroPlus ont été ajoutées [Zero Plus, 2009] :

- C13. retour sur investissement
- C14. réduction des coûts (MP, traitement des déchets, etc.),
- C15. réduction des coûts de maintenance et d'entretien et,
- C16. réduction des coûts de non-conformité.

Le tableau 1 présente un extrait de l'arborescence utilisée pour l'objectif 'prévenir et limiter les impacts environnementaux'. Les 3 autres objectifs étant décrits et structurés sur le même schéma.

Ce cadre de référence facilite la comparaison et l'évaluation des procédés en MTD. Le mode d'évaluation se base sur l'échelle à 5 niveaux suivante :

- une note positive « ++ » indiquant une très bonne performance par rapport au procédé de référence
- une note positive « + » indiquant une bonne performance par rapport au procédé de référence
- une note neutre « 0 » indiquant aucun changement dans le niveau de performance par rapport au procédé de référence
- une note négative « - » indiquant une baisse de performance significative par rapport au procédé de référence
- une note négative « -- » indiquant une baisse de performance très significative par rapport au procédé de référence

Table 1 : Extrait de l'arborescence d'évaluation des performances des techniques

Objectifs MTD	Sous-objectifs – critères		Identification des considérations de l'IPPC	Indicateurs
Prévenir et limiter les impacts environnementaux	Maîtrise des consommations + valorisation	Eau	C3 : Développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisées dans le procédé et des déchets, le cas échéant	% de l'eau réutilisée ou recyclée par rapport au procédé actuel (taux de recyclage)
			C9 : Consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et efficacité énergétique	% de réduction de la consommation d'eau comparé au procédé actuel
		Energie	C9 : Consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et efficacité énergétique	% de variation de la quantité d'énergie utilisée comparé au procédé actuel
		réduction des pertes de produits chimiques par entrainement	C9 : Consommation et nature des matières premières (y compris l'eau) utilisées dans le procédé et efficacité énergétique	% de réduction de la consommation de produits chimiques comparé au procédé actuel
	Traitement des rejets (VLE)	effluents liquides	C6 : Nature, effets et volume des émissions concernées	% des émissions dans l'eau par rapport au procédé actuel
		déchets solides (DND, DD, etc.)	C1 : Utilisation de techniques produisant peu de déchets	% de réduction (écart) des déchets solides produits comparé au procédé usuel (ou par rapport à une référence ou un objectif défini en interne)
				% de variation (écart) des déchets contenant des substances dangereuses comparé au procédé usuel (ou par rapport à une référence ou un objectif défini en interne)
	Traitement des rejets (valorisation interne et valorisation externe)		C3 : Développement des techniques de récupération et de recyclage des substances émises et utilisées dans le procédé et des déchets, le cas échéant	% de valorisation des sous-produits (taux de valorisation externe)
				% de récupération/réutilisation sur place (taux de valorisation interne)
	Surveillance des rejets		C6 : Nature, effets et volume des émissions concernées	Existe-t-il des modes de surveillance de rejets comme prévu par la réglementation ?

4. Description des procédés

4.1 Procédé de déchromatation physico-chimique

La déchromatation consiste à réduire en milieu acide le CrVI (composé très toxique) sous forme de $Cr_2O_7^{2-}$ par exemple en CrIII (composé moins toxique). Ce CrIII peut ensuite être précipité avec les autres métaux présents dans les eaux usées lors de l'étape de précipitation afin de former les boues d'hydroxydes métalliques.

Le réducteur le plus couramment utilisé est le bisulfite de sodium. La réaction mise en jeu est la suivante :

$$H_2Cr_2O_7 + 3NaHSO_3 + 3H_2SO_4 \xrightarrow{pH = 2,5} Cr_2(SO_4)_3 + 3NaHSO_4 + H2O \quad (1)$$

Afin de réaliser cette déchromatation, le pH du milieu réactionnel est abaissé à 2,5 avec de l'acide sulfurique. Ceci permet de rendre la réduction pratiquement instantanée. Le temps de réaction est donc fonction du pH et peut varier de 5 à 15 minutes.

4.2 Procédé d'adsorption

Notre procédé consiste à éliminer partiellement ou totalement l'étape de déchromatation lors du traitement des effluents aqueux industriels dans la station d'épuration. En effet, nous proposons d'utiliser les boues produites par la STEP comme adsorbant de polluant. Ce procédé consiste à mettre en suspension de la boue d'hydroxyde polymétallique dans une cuve contenant des effluents industriels contaminés par le CrVI. Ce mélange est placé sous agitation et sans ajustement du pH. En sortie de ce traitement, les effluents aqueux peuvent être dirigés directement vers la cuve de précipitation afin d'éliminer les métaux lourds obtenus après dissolution partielle de la boue du fait de l'acidité de la solution de CrVI. Les résultats expérimentaux d'adsorption récapitulés par la figure 1 montrent que la quantité de CrVI industriel est pour une majorité d'essais supérieure au seuil réglementaire de l'arrêté ministériel du 30 juin 2006.

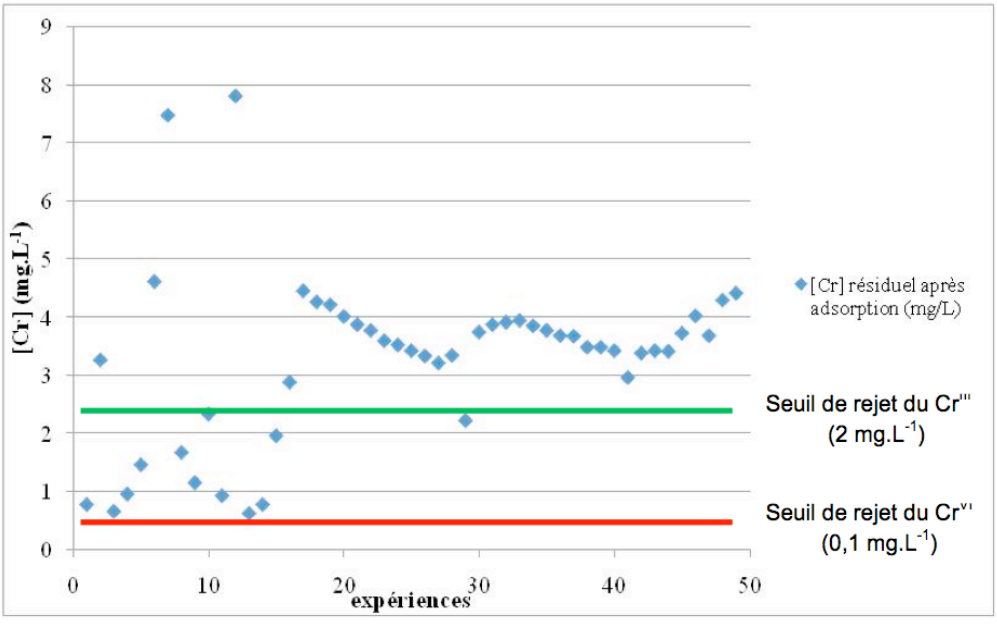

Figure 2: Comparaison des résultats obtenus après adsorption aux seuils de rejet énoncés dans l'arrêté du 30 juin 2006

Malgré les bonnes performances du procédé d'adsorption montrées précédemment, la figure 1 permet de mettre en lumière que des techniques de finition sont nécessaires pour pouvoir se conformer aux seuils de rejet de l'arrêté ministériel du 30 juin 2006. Ainsi, ce procédé pourrait être complété par exemple par un module de résines échangeuses d'anions afin d'éliminer le CrVI encore présentes

dans les effluents. Ce complément permettrait d'éliminer totalement le CrVI sans ajouter l'étape de déchromatation.

5. Comparaison des procédés

L'évaluation qualitative que nous proposons compare les caractéristiques du procédé Val-Boue au procédé de déchromatation physico-chimique. Afin de réaliser cette étude, le procédé de déchromatation est pris comme procédé de référence car son efficacité est connue [BREF STM, 2005].

La performance du procédé Val-boues est alors évaluée au travers de 4 objectifs, base de l'arborescence d'évaluation et des indicateurs dont un extrait est présenté dans le tableau 1.

Tableau 2 : Evaluation comparative de Val-Boues au regard du procédé de déchromatation classique

Objectifs MTD	Sous-objectifs – critères		Identification des considérations de l'IPPC	Notation de Val-Boue
Prévenir et limiter les impacts environnementaux	Maîtrise des consommations + valorisation	Eau	C3	++
			C9	+
		Energie	C9	-
		réduction des pertes de produits chimiques par entrainement	C9	NC
	Traitement des rejets (VLE)	effluents liquides	C6	++
		déchets solides (DND, DD, etc.)	C1	+
				--
	Traitement des rejets (valorisation interne et valorisation externe)		C3	+
				+
	Surveillance des rejets		C6	+
Performance technique (mise en œuvre)	Maintenir, améliorer la productivité			++
	Facilité de mise en œuvre		C8	-
	Simplicité de fonctionnement			0
	Simplicité de maintenance			-
	Fiabilité		C4	-
	Anticipation face à l'évolution des contraintes réglementaires			+
	Expérience et savoir-faire industriel		C5	++
Faisabilité économique	Fiabilité économique	retour sur investissement	C13	+
		économie des intrants	C14	++
		économie du coût des traitements	C14	+
		maintenance et entretien (en cas d'arrêt de production, accidents, etc.)	C15	--
		non-conformité	C16	++
Prévenir les risques	produits chimiques, substances dangereuses, etc.		C2	++
			C3	++

Le tableau 2 présente l'évaluation comparative du procédé Val-Boue au regard du procédé classique de déchromatation. Il montre que l'évaluation du procédé Val-Boue est composée de 8 '++', 8 '+', 1 '0', 4 '-', 2 '- -' et 1NC (non concerné). Ainsi, l'évaluation montre que le procédé Val-Boue semble être meilleur que la déchromatation classique : 67% d'avantages.

Conclusion

La méthodologie Focus L-BAT développée permet de faire une évaluation qualitative de procédés en vue de les valider comme meilleure technique disponible. Elle se base sur une arborescence à 4 niveaux auxquels doivent répondre une évaluation de performances de techniques au regard de la directive IPPC. La racine de cette arborescence constitue les 4 objectifs d'évaluation suivants :

- Prévenir et limiter les impacts environnementaux,
- Prévenir les risques
- Performance techniques et
- Faisabilité économique.

L'étude comparative des performances à l'aide de la méthodologie Focus L-BAT du procédé Val-Boue avec le procédé classique de déchromatation au bisulfite de sodium montre que notre procédé est meilleur pour 67% des points. Cependant, malgré ces résultats probants, ce procédé ne peut pas être, pour le moment qualifié de MTD car il n'a pas été éprouvé industriellement. Ainsi, le procédé Val-Boue peut être assimilé à une technique émergente candidate aux meilleures techniques disponibles pour le BRET traitement de surface.

Références

Cikankowitz, A., méthodologie d'évaluation des performances environnementales en vue de les comparer puis de les valider « meilleures techniques disponibles ». Thèse sci. Saint Etienne : ENSM-SE, le 10 décembre 2008, 376p., p.53

Directive 2008/CE du Conseil du 15 janvier 2008 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution, JOUE n°L24 du 29/01/2008

Laforest, V., Berthéas, R., Integrated environmental regulation – How to define best available techniques? 9th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production Bilbao 12-14 mai 2004

ZéroPlus, 2009, European Project report, DL5002 Multicriterial assessment of feasibility performance BAT's candidate industrial applications, 26p