

Module Déchets de chantier

Boues issues du secteur de la construction

Un module de l'aide à l'exécution relative à l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets, OLED)

Projet | DATE

Remarque : ce projet n'a pas de valeur légale. Il sert de base de discussion au groupe de suivi désigné.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Valeur juridique

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise les exigences du droit fédéral de l'environnement (notions juridiques indéterminées, portée et exercice du pouvoir d'appréciation) et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Clara-Marine Pellet (OFEV)

Groupe d'accompagnement

Arnaud de Luca (CEMSuisse), Mathieu Antoni (CEMSuisse), Adrian Dinkelmann (Infra Suisse), Urs Frei (VBSA), Fabio Gandolfi (CD-SüdCH), Chasper Gmünde (CD-OstCH), Yann Huet (ARV), Michael Lutz (CD-ZentralCH), Marc Piciono (CD-WestCH), Dominic Utinger (CD-NordwestCH), Volker Wetzig (FSKB), Satenig Chadoian (OFEV, Service juridique)

Référence bibliographique

Pellet Clara-Marine 202Jahr : Boues issues du secteur de la construction. Partie du module Déchets de chantier de l'aide à l'exécution relative à l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets, OLED). Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° : 27 p.

Traduction

Service linguistique de l'OFEV

Mise en page

.....

Photo couverture

.....

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/.....-f

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand et en italien. La langue originale est le français.

© OFEV 202Jahr

Versions du projet

Version	Date	Rédigé	Corrigé	Contrôle final	Discuté
V 1.0	06.2020	PCE	BG		Table des matières
V 1.1	06.2021	PCE	BG		Contenu
V.1.2	02.2021	PCE	BG		Contenu
V. 1.3	05.2022	PCE	BG		Contenu
V1.4	07.2022	PCE	-		
V1.5					
V1.6					
V1.7					
V1.7					
V1.8					
V2.0					
V2.1					

Document de travail

Table des matières

Versions du projet.....	3
Table des matières	4
1 Introduction.....	5
2 Bases légales et champs d'application.....	6
2.1 Bases légales	6
2.2 Champs d'application du module	6
2.3 Définitions.....	7
3 Généralités	9
3.1 Propriétés physiques des boues	9
3.2 Détermination des polluants avant chantier	9
3.3 Mesures de limitation des polluants	10
3.4 Valorisation des boues de chantier	10
3.5 Dépôt en décharges	11
3.6 Fréquences d'analyse	11
4 Traitement et filières d'évacuation spécifiques.....	13
4.1 Boues de forage	13
4.1.1 Polluants.....	13
4.1.2 Valorisation et élimination.....	13
4.2 Boues de béton	14
4.2.1 Polluants.....	14
4.2.2 Valorisation et élimination.....	14
4.3 Boues de percement et de drainage en tunnels.....	15
4.3.1 Polluants et filières d'élimination.....	15
4.4 Boues de lavage des matériaux d'excavation non pollués.....	17
4.4.1 Polluants.....	17
4.4.2 Valorisation et élimination.....	17
4.5 Boues résiduelles issues de traitements mobiles sur le chantier	18
4.5.1 Polluants.....	18
4.5.2 Valorisation et élimination.....	18
4.6 Boues sédimentaires	19
4.6.1 Polluants.....	19
4.6.2 Valorisation et élimination.....	19
4.7 Boues issues d'évènements naturels exceptionnels	22
4.8 Boues issues du lavage des matériaux de déconstruction minéraux.....	22
4.9 Synthèse.....	22
5 Bibliographie.....	25

1 Introduction

Cette partie du module « Déchets de chantier » décrit les exigences relatives à l'élimination écologiquement rationnelle des boues provenant du secteur de la construction. Ces matériaux posent un défi particulier lors de leur élimination en raison de leurs propriétés physiques et de leur charge polluante extrêmement variables.

Jusqu'à présent, les boues issues du secteur de la construction sont souvent déposées sans traitement ou analyses dans des décharges de type A ou B, et ce malgré l'interdiction d'éliminer les déchets liquides conformément à l'art. 25 al. 3 de l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED). Cette situation peut avoir des conséquences environnementales et structurelles sur les décharges concernées.

Outre les problématiques liées aux composantes physiques des boues (fluidité, teneur en eau, en argiles, etc.), il y a un manque de sensibilisation des acteurs concernés au fait que des boues apparemment non polluées peuvent l'être dans une mesure importante. En effet, les boues issues du secteur de la construction sont souvent le résultat d'un processus mécanique (forage, travaux d'excavation et de percement, etc.) durant lequel la surface spécifique des grains est démultipliée. La réactivité des propriétés chimiques avec la matière première est ainsi largement accrue. Des contaminations mineures, par exemple via des hydrocarbures, des additifs ou la présence de polluants géogènes, peuvent ainsi conduire à leur concentration dans les fractions fines. Des boues issues de matériaux initialement considérés comme non pollués selon l'OLED peuvent donc avoir des taux de pollution élevés.

La composition de boues issues du secteur de la construction variant considérablement selon les types de travaux effectués, ce document a pour objectif de préciser les filières d'élimination à mettre en œuvre.

2 Bases légales et champs d'application

2.1 Bases légales

La loi sur la protection de l'environnement (LPE ; RS 814.01), la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux ; RS 814.20) et l'ordonnance sur les déchets (OLED ; RS 814.600) comprennent les principes de base d'une gestion des déchets de chantier respectueuse de l'environnement.

L'OLED contient des prescriptions techniques et organisationnelles concernant la limitation, la valorisation, le traitement et le stockage définitif des déchets. Elle vise à protéger l'environnement contre les atteintes nuisibles ou incommodantes dues à ces derniers. Elle a par ailleurs pour but de promouvoir une exploitation durable des matières premières par une valorisation des déchets respectueuse de l'environnement.

L'ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD ; RS 614.610) règle notamment les mouvements de déchets spéciaux et d'autres déchets soumis à contrôle à l'intérieur de la Suisse et les mouvements transfrontières des déchets. Dans le contexte présent, sont réputés déchets spéciaux les produits suivants (codes LMoD) : Boues et autres déchets de forage contenant des hydrocarbures (01 05 05) ; Boues et autres déchets de forage contenant des substances dangereuses (01 05 06) ; Boues provenant de l'assainissement des sols ou des matériaux d'excavation et contenant des substances dangereuses (19 13 03) ; Boues provenant de l'assainissement des eaux souterraines et contenant des substances dangereuses (19 13 05). La notion « contenant des substances dangereuses » indique une situation où des polluants sont présents dans une concentration supérieure aux limites de l'annexe 5 chapitre 5.2 de l'OLED.

2.2 Champs d'application du module

Cette aide à l'exécution régleme la élimination des boues produites dans le secteur de la construction. Elle ne s'applique pas aux boues d'épuration, aux boues de dépotoirs et balayures de routes ainsi qu'aux autres boues dont l'élimination est explicitement régleme ntée dans l'OLED.

Cette aide à l'exécution de la législation s'adresse en particulier aux acteurs du secteur de la construction. Les thèmes suivants y sont traités : (1.) conditions à respecter pour le stockage définitif de boues en décharge (2.) informations sur les teneurs en polluants (3.) recommandations sur les filières d'élimination des différents types de boues issues du secteur de la construction.

L'élimination des catégories de boues suivantes est spécifiée dans cette aide à l'exécution :

1. **Boues de forage** issues de travaux effectués en particulier pour l'installation de sondes géothermiques, y compris les boues bentonitiques exemptes de ciment.
2. **Boues de béton** produites lors de la fabrication (centrale à béton) et de l'utilisation (chantier) du béton ainsi que lors de processus de stabilisation du sous-sol (boues injectées et projetées). Sont comprises les boues de béton contenant de la bentonite utilisées dans les travaux cités ci-dessus.
3. **Boues de percement et de drainages en tunnels** produites lors de la construction d'ouvrages souterrains (boues issues du traitement des matériaux de percement et des eaux de drainage).
4. **Boues de lavage des matériaux d'excavation non pollués** y compris les boues issues de l'exploitation de gravières et carrières.
5. **Boues résiduelles issues d'installations mobiles de chantier** issues par exemple des décrotteurs de roues ou des bassins de décantation des eaux de chantier.
6. **Boues sédimentaires** produites lors du dragage de sédiments lacustres dans les canaux, ports, etc.
7. **Boues issues d'évènements naturels exceptionnels** comme par exemple lors de glissements de terrain, de laves torrentielles, etc.
8. **Boues issues du lavage des matériaux de déconstruction minéraux** dans le cadre de leur valorisation.

Les boues issues de processus techniques impliquant le traitement ou le travail en relation avec des déchets spéciaux ne sont pas traitées dans ce document.

Le terme général « boues de chantier » est utilisé pour la dénomination de l'ensemble de ces différents types de boues issues du secteur de la construction.

2.3 Définitions

Tableau 1: Définitions

Terme	Explication
Boues brutes	Mélange visqueux de solides obtenu par sédimentation ou centrifugation des boues de chantier.
Gâteau de presse	Résidu de boue déshydratée, après traitement mécanique par presse ou filtre à bande.
Floculants	Substance ajoutée aux eaux de chantier pour favoriser la floculation et la décantation des particules solides. Il s'agit habituellement de polymères qui emprisonnent les matières colloïdales et forme ainsi des flocons volumineux qui se déposent avec une vitesse de sédimentation significative.
Adjuvants du béton	Substances qui influencent les propriétés du béton frais et du béton durci par une action chimique ou physique.

Polluants géogènes	<p>La pollution des matériaux d'excavation et de percement par des substances géogènes indique la présence de polluants (métaux lourds, amiante, etc.) qui n'est pas due à l'activité humaine, mais à la composition minérale de la roche mère, à des formations hydrothermales ou à des couches contenant des hydrocarbures.</p> <p>Si, lors du traitement de ces matériaux (p. ex. criblage, concassage), une concentration de polluants se produit dans certaines fractions, la pollution ne peut plus être considérée comme géogène (p. ex. matériaux fins, boues). En effet, en raison de l'intervention humaine, le risque que présente le matériau pour l'environnement est nettement plus élevé que sous sa forme naturelle. Ainsi, les polluants d'origine géogènes ne peuvent plus être considérés comme tels dans les boues de chantier et doivent être considérés comme des polluants anthropiques.</p>
Bentonite	Argile ayant une capacité de gonflement élevée et une forte proportion de montmorillonite. La bentonite est utilisée dans le génie civil, en particulier dans le cadre des travaux de forage.
Chromate – Cr(VI)	<p>Le Cr(VI) et le Cr(III) sont différents états d'oxydation de l'élément chimique Chrome (Cr). Ils composent ce qui est appelé le « chrome total » dans la composition d'un matériau.</p> <p>Le Cr(VI) est soluble dans l'eau et est un puissant oxydant. Il est reconnu toxique et cancérigène. Le Cr(III) est inoffensif pour l'homme.</p> <p>La teneur en Cr(VI) dans le béton varie en fonction des recettes et temps de prise prévus. Les bétons projetés par exemple ont dans certains cas un temps de prise trop court pour permettre la réduction complète du Cr(VI) en Cr(III).</p>
forage au marteau fond-de-trou	Dans le forage au marteau fond de trou, la pénétration de l'outil dans la roche (meuble ou indurée) est assurée par un mouvement de rotation associé à une frappe sur le taillant.
forage au rotary	Pour la méthode au rotary, la pénétration de l'outil s'effectue par abrasion et broyage du terrain, sans choc, uniquement par rotation.
Jet grouting	Boues de ciment injectées ou projetée sous haute pression dans des trous pré-perçés pour former des colonnes de béton verticales ou horizontales.

3 Généralités

3.1 Propriétés physiques des boues

Les boues brutes contiennent un taux de particules fines solides variant de 5 à 70% de la masse. En général, la taille des grains est inférieure à 0.5mm de diamètre.

Ces boues ont un comportement thixotrope (liquéfaction à l'agitation, solide au repos). Ainsi, des boues à priori « compactes » peuvent être reconverties à l'état liquide par une contrainte mécanique, ce qui peut entraîner des problèmes de stabilité, notamment lors de leur transport ou de leur mise en décharge.

3.2 Détermination des polluants avant chantier

Les polluants éventuels contenus dans les boues de construction varient en fonction de l'origine des matériaux mais aussi de la méthode de travail ou du traitement appliqué. Les polluants se concentrent en générale dans les fractions fines des matériaux. Ainsi, à la fin du processus de presse, les polluants se retrouvent piégés dans les gâteaux de presse. Ces derniers présentent ainsi généralement un taux de pollution plus élevé que le matériau initial.

Les polluants les plus courants se trouvant habituellement dans les boues de chantier sont les suivantes :

- Floculants
- Hydrocarbures
- Métaux lourds
- Chrome hexavalent – Cr(VI)
- Carbone organique total – TOC
- Bentonite

Les chantiers situés dans ou à proximité de sites pollués, en particulier lors de travaux de forage, peuvent être confrontés à la présence de polluants inhabituels et inattendus. Selon les cas, des investigations complémentaires peuvent s'avérer nécessaires et un programme d'échantillonnage spécifique doit être établi. Cette aide à l'exécution ne traite pas de la thématique des boues issues de sites pollués.

La gestion des boues de chantier, quelle que soit la taille de ce dernier, doit systématiquement être réglée avant le début du chantier, au même titre que l'ensemble des déchets produits (art. 16 OLED)¹. Ainsi, les indices indiquant

¹ Voir partie « Diagnostic des polluants et informations concernant l'élimination des déchets de chantier » du module « Déchets de chantier » de l'Aide à l'exécution de l'OLED.

que les boues produites pourraient contenir des polluants doivent être identifiés avant le démarrage des travaux. On pourra évaluer en particulier les aspects suivants :

- La nature des travaux effectués (injection de béton, nombreux véhicules de chantier, utilisation d'additifs, etc.) ;
- la géologie (présence éventuelle de polluants géogènes) ;
- la présence de sites pollués ;
- le mode de dosage des flocculants ;
- la mise en place ou non de mesure de limitation des polluants lors de la planification de travaux produisant des boues.

3.3 Mesures de limitation des polluants

Les mesures suivantes doivent être mises en place pour limiter la pollution des boues de chantier :

- Surveillance de l'état technique des engins et infrastructures de chantier (en particulier les outils de forage et les centrales à béton).
- Utilisation d'huiles et lubrifiants biodégradables lorsque la technique le permet.
- Dosage précis des flocculant lors du processus de décantation
- Surveillance des bennes de boues afin de détecter toute présence d'hydrocarbures géogènes. Evaluation du risque de voir les polluants géogènes du sous-sol avoir un impact sur la qualité des boues produites.
- Consultation avant travaux des cadastres des sites pollués.

3.4 Valorisation des boues de chantier

Les traitements et filières d'évacuation spécifiques aux différents types de boues sont décrits au chapitre 4.

La plupart des boues brutes contiennent des parts variables valorisables de sables et de graviers. Ces matériaux doivent être valorisés selon leurs caractéristiques techniques et leur degré de pollution.

Les boues de chantier sont transformées en boues brutes par exemple par décantation soit directement sur le site du chantier soit dans une installation de traitement des déchets. Elles sont ensuite pressées et transformées en gâteaux de presse. Des flocculants sont en général utilisés pour accélérer la sédimentation des particules solides et pour faciliter le processus de presse. Des recommandations concernant l'utilisation et l'élimination des matériaux chargés en flocculants figurent dans le document édité en 2001 par l'OFEV « Recommandation pour l'élimination des matériaux d'excavation et déblais altérés par des flocculants ».

Les gâteaux de presse, composés principalement d'argiles, peuvent être valorisés par exemple dans l'aménagement de décharges ou utilisés pour la fabrication de briques crues ou cuites ou autre matériau de construction. L'art.

19 de l’OLED précise les filières de valorisation possibles selon le degré de pollution du matériau.

Les filières d’élimination présentées dans ce document s’appliquent aux boues transformées en gâteaux de presse ou stabilisées au moyen d’un liant porteur.

3.5 Dépôt en décharges

Selon l’article 25, paragraphe 3 de l’OLED, « il est interdit de mettre en décharge des déchets liquides [...]. Les raisons de cette interdiction sont liées aux risques de déstabilisation du corps de la décharge (obturation des drains, formation d’une couche de glissement, etc.). Le « test de la sphère » (voir l’aide à l’exécution « Méthodes d’analyse dans le domaine des déchets et des sites pollués ») peut être utilisé pour déterminer si les boues sont suffisamment épaissies pour être déposées en décharge. La norme SIA 203 « Décharges » règle les aspects techniques (stabilisation, drainage, etc.) liés au dépôt des gâteaux de presse en décharge.

Ainsi, les boues brutes doivent être soit déshydratées – et seul le gâteau de presse est déposé – soit être stabilisées in situ au moyen d’un liant porteur naturel (chaux, gypse) ou industriel (association de chaux vive et de ciment).

L’utilisation de liants porteurs est particulièrement nécessaire pour les boues à forte composition argilo-limoneuse, y compris lors de leur pressage. En effet, leur forte élasticité fait qu’elles sont difficilement compressibles et rend le processus de presse parfois insuffisant pour atteindre le point de mise en décharge.

La stabilisation au ciment est interdite en décharge de type A.

3.6 Fréquences d’analyse

Pour simplifier l’exécution du suivi de la qualité des matériaux, il est recommandé de mettre en place les mesures suivantes sur les sites de traitement des boues issues du secteur de la construction :

- Séparation des différents types de boues dans des lignes de traitement spécifiques (par exemple : séparation des boues de forages effectués avec utilisation de bentonite ou adjuvant de celles des forages effectués à l’eau).
- Analyses régulières de contrôle à l’entrée des boues et à la sortie des produits des paramètres déterminés comme représentatifs (hydrocarbures, Cr(VI), etc.).

Pour les lignes de traitement utilisées en continu, des analyses de contrôle à intervalle de temps régulier sont recommandées (analyses bimestrielles par exemple pour des matériaux a priori non pollués). Pour les lignes de traitement mises en fonction de façon plus irrégulières, l’intervalle d’analyse doit être fixé en fonction du flux de matériaux et non du temps (analyses effectuées toutes les 300 tonnes par exemple). Sur les sites d’extraction (gravières et carrières), le rythme d’analyse des gâteaux de presse des boues de lavage doit être convenu avec les autorités cantonales. Il sera défini selon les conditions environnementales spécifiques au site considéré.

Lors d'analyses en laboratoire, les échantillonnages doivent être répétés en cas de changement de lithologie ou s'il y a suspicion de pollution anthropique (déversement accidentel de carburant sur le chantier, couleur ou odeur particulière, etc.). Les analyses effectuées seront, si nécessaires, adaptées au fur-et-à mesure des problématiques rencontrées.

Document de travail

4 Traitement et filières d'évacuation spécifiques

Les filières de valorisation et d'élimination présentées dans ce chapitre s'appliquent aux cas standards. En cas de soupçon de présence de polluants particuliers (accident sur le chantier, polluants géogènes, travaux sur un site pollué, etc.), des analyses en laboratoire doivent être effectuées pour définir le degré de pollution et les filières adéquates d'élimination des boues produites.

4.1 Boues de forage

Dans ce chapitre, l'accent est mis sur les boues provenant des forages effectués pour l'installation de dispositifs d'échange de chaleur (sondes géothermiques, système eau-eau, etc.). Les méthodes considérées sont les forages au marteau fond-de-trou et les forages rotatifs (méthode rotary).

Les boues provenant de forages profonds pour les centrales géothermiques ou de forages horizontaux proches de la surface dans des roches meubles doivent être examinées au cas par cas en raison d'une gamme plus large d'additifs possibles. Les filières d'élimination doivent être fixées d'entente avec l'autorité compétente sur la base d'une liste exhaustive des additifs utilisés.

4.1.1 Polluants

Les boues de forages géothermiques conventionnels (sondes pour villas individuelles et installations similaires) peuvent contenir les polluants suivants :

- Hydrocarbures aliphatiques HC C₁₀-C₄₀. Un recensement de données d'analyse a montré que les valeurs mesurées dans les boues de forage sont normalement inférieures à la valeur limite de 500 mg/kg MS fixées pour le dépôt en décharge de type B.
- Flocculants utilisés pour l'accélération de la décantation des boues à la sortie du forage.
- Carbone organique total (COT), en cas d'utilisation de lubrifiants à base de cellulose ou de forage au travers de formations riches en matières organique (tourbe, sédiments lacustres, etc.)
- Polluants géogènes.

4.1.2 Valorisation et élimination

Les boues de forage ne peuvent être ni épandues en surfaces agricoles ni déversées dans les cours d'eau ou les eaux usées.

Les gâteaux de presse obtenus à partir des boues de forage au marteau fond-de-trou et rotary doivent être valorisés selon l'art. 19 al. 3 let. a OLED ou déposés en décharge de type B. Ces filières d'évacuation ne nécessitent pas d'analyses.

Toute autre valorisation des boues de forage doit être précédé d'analyses en laboratoire mesurant les hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et les éventuels polluants géogènes. Le dépôt de boues de forage en décharge de type A ou en site d'extraction nécessite une autorisation spécifique des autorités cantonales.

4.2 Boues de béton

Les boues de béton résultent de l'exécution de travaux de stabilisation et de la production en grande quantité de béton sur le chantier (centrale à béton).

Lors de travaux de stabilisation (pieux, ancrages, jet-grouting etc.), la quantité de reflux est très variable. Dans le cas de mesures de consolidation verticale du sol, elle est de 10 à 15 % de la solution injectée. Avec le jet horizontal, comme dans la construction de tunnels, le reflux du jet peut atteindre 70 %.

4.2.1 Polluants

Les boues de béton contiennent toutes du chromate (Cr(VI)) en raison de l'utilisation de ciment. Tandis que dans le béton de force ce dernier peut représenter de 5 à 20 % de la masse, ce taux peut monter jusqu'à 50% pour les bétons injectés. Par conséquent, les boues de projection qui en résultent peuvent avoir des teneurs en Cr(VI) relativement élevées au moment de leur utilisation. De plus, le temps de prise court des bétons projetés limite la réduction du Cr(VI) en Cr(III).

Les boues de béton projetées ou injectées ont globalement les concentrations suivantes :

- Hydrocarbures C₁₀-C₄₀ : entre 250 mg/kg et 2500 mg/kg
- Cr(VI) > 0.05 mg/kg selon la quantité de Cr(VI) présente dans le ciment utilisé
- pH : ~ 12

4.2.2 Valorisation et élimination

Les boues de béton ne sont pas généralement pas pressées mais solidifiées à l'air libre.

- Si des blocs consistants de béton se forment, alors ces derniers peuvent être considérés de façon similaire à des bétons de démolition et valorisés comme tels (art. 20 al. 3 OLED).
- Si le processus de solidification ne produit pas de blocs consistants, alors les résidus solidifiés ne peuvent pas être utilisés comme granulats de béton en raison de leurs qualités techniques insuffisantes. Ils pourront être soit valorisés en cimenterie pour la fabrication du cru soit stockés en décharge de type E. Le stockage en décharge de type B est possible sous réserve d'analyses ponctuelles de contrôle des hydrocarbures C₁₀₋₄₀ et du Cr(VI).

4.3 Boues de percement et de drainage en tunnels

Les boues produites dans ce contexte et traitées ici sont les suivantes :

a) Boues issues du traitement des eaux minières (Boues TWA²)

Il s'agit des boues filtrées et pressées produites dans les stations de traitement des eaux de tunnel, qui traitent généralement un système mixte d'eaux souterraines non polluées et de boues industrielles.

b) Boues issues du traitement des matériaux (Boues MAB³)

Il s'agit des boues issues du traitement des matériaux de percement qui sont lavés, concassés et triés pour être finalement valorisés dans la production de béton.

Les méthodes d'avancement traitées ici sont les suivantes :

- TBM⁴ (avancement par abrasion, au moyen d'un tunnelier).
- SPV⁵ (avancement par éclatement, à l'explosif). Des explosifs peuvent être utilisés parallèlement à un avancement au tunnelier pour l'excavation des niches, des tunnels transversaux, etc.

4.3.1 Polluants et filières d'élimination

Les boues produites lors des travaux de percement peuvent contenir les polluants suivants :

- Composés azotés⁶ lors de l'utilisation d'explosifs.
- Cr(VI) issu du béton projeté.
- Hydrocarbures C₁₀₋₄₀ issus des lubrifiants, carburants et huiles mécaniques utilisées sur le chantier.
- Polluants géogènes (amiante, métaux lourds, etc.).
- Additifs (floculants ou liquéfiant, tensioactifs, etc.) utilisés pour faciliter le transport des déblais.

Les polluants présents dans les boues de tunnel varient selon leur type (boues TWA ou MAB) et la méthode d'excavation (SPV ou TBM). Les tableaux 2 et 3 présentent les types d'analyses requises et les filières d'élimination adéquates.

² Boues TWA : acronyme issu de l'allemand « Gepresste Schlämme aus der Industrie- und Bergwasseraufbereitungsanlage (TWA-Schlämme) »

³ Boues MBA : acronyme issu de l'allemand « Gepresste Schlämme aus der Materialaufbereitungsanlage (MAB-Schlämme) »

⁴ TBM: acronyme issu de l'allemand « Tunnelbohrmaschine »

⁵ SPV: acronyme issu de l'allemand « Sprengvortrieb »

⁶ Ions Nitrites (NO₂⁻) ; ions Nitrates (NO₃⁻) ; ion ammonium(NH₄⁺)

Tableau 2: Analyses et filières d'élimination pour les boues TWA . HC = hydrocarbures ; Cr(VI) = chrome hexavalent ; NO₂⁻ = ions nitrites ; NO₃⁻ = ions nitrates ; NH₄⁺ = ion ammonium ; As = arsenic.

Boues TWA (Boues issues du traitement des eaux de tunnel)	
	TBM (Tunnelier) SPV (Avancement à l'explosif)
Analyses	Analyses à effectuer en début de chantier pour définir la filière de valorisation adaptée. Exécution d'analyses de contrôle à chaque changement lithologique. Polluants pertinents : Cr(VI), NO ₂ ⁻ , HC C ₁₀ -C ₄₀ et polluants géogènes selon la géologie locale
Filières de valorisation et d'élimination	En fonction du résultat des analyses : selon OLED (cimenterie par exemple)

Tableau 3: Analyses et filières d'élimination pour les boues MBA .

Boues MBA (Boues issues du traitement des matériaux d'excavation)	
	TBM (Tunnelier) SPV (Avancement à l'explosif)
Analyses	Analyses de contrôle. Analyses régulières. Polluants pertinents : Cr(VI), HC C ₁₀ -C ₄₀ et polluants géogènes selon la géologie locale Polluants pertinents : Cr(VI), NO ₂ ⁻ , HC C ₁₀ -C ₄₀ et polluants géogènes selon la géologie locale
Filières de valorisation et d'élimination*	Matériaux faiblement pollués (art. 19 al. 2 et Annexe 3, chiff. 2 OLED) Selon les résultats des analyses effectuées, en tenant compte des valeurs limites selon l'OLED (par exemple, valorisation en cimenterie).

Il est recommandé d'effectuer des analyses de contrôle régulières (par exemple toutes les 1'000 tonnes de boues). Les polluants géogènes doivent aussi être pris en compte et être intégrés au cas par cas dans la détermination des filières d'élimination correcte selon l'OLED.

4.4 Boues de lavage des matériaux d'excavation non pollués

Des boues sont produites lors de la préparation des matériaux d'excavation en vue de leur valorisation. Elles sont produites soit directement sur leur site d'extraction (préparation des graviers en gravière par exemple) soit dans des installations de traitement fixes hors des sites d'extraction.

Les boues de lavage issues de matériaux d'excavation pollués ne sont pas traitées ici. Les filières d'élimination adéquates ainsi que les analyses nécessaires doivent être déterminées au cas par cas selon l'origine des matériaux traités.

4.4.1 Polluants

La présence de polluants dans les boues de lavage de matériaux d'excavation à priori non pollués dépend des techniques de lavage, des engins utilisés (hydrocarbures, excès de flocculants) et de la présence d'éventuels polluants géogènes. Une haute teneur en matière organique est aussi parfois constatée.

4.4.2 Valorisation et élimination

Les matériaux d'excavation non pollués pour lesquels il n'existe pas de soupçon de pollution peuvent être valorisés comme tels sans analyse⁷ (art. 19 al. 1 OLED). Les boues issues de la valorisation de ces matériaux peuvent aussi être considérées comme non polluées sans analyse complémentaire et en l'absence de soupçon de pollution.

En cas de soupçon de pollution, y compris d'origine géogène, des analyses ciblées doivent être systématiquement effectuées. Les filières d'élimination sont ensuite déterminées selon les valeurs-limites fixées dans l'OLED.

4.5 Boues résiduelles issues de traitements mobiles sur le chantier

Ce chapitre s'applique pour toutes les boues issues de la décantation des eaux de chantier, y compris celles issues des décrotteurs de roues.

4.5.1 Polluants

Les bassins de décantation prévus pour le traitement des eaux de chantier servent exclusivement à les séparer des matières solides.

Les polluants suivants peuvent être potentiellement présents dans les boues résiduelles :

- Excès de flocculants (monomères résiduels à des taux supérieurs à 0.1%) ;
- Polluants du bâti tels que métaux lourds, amiante et HAP ;
- Cr(VI)
- Hydrocarbures C₁₀₋₄₀
- Matière organique.

Lors de travaux de décapage par exemple, la mise en place de mesures de récupération des eaux contenant des résidus de peintures ou revêtements abrasés permet d'éviter la pollution des eaux de chantier et donc des boues résultantes.

4.5.2 Valorisation et élimination

La composition des gâteaux de presse issus des boues de décantation sur les chantiers dépend des travaux effectués. Lors de travaux de démolition

⁷ OFEV 2021 : Valorisation des matériaux d'excavation et de percement. Une partie du module « Déchets de chantier » de l'aide à l'exécution relative à l'OLED.

impliquant la présence de polluants du bâti ou des polluants géogènes, les filières d'élimination adéquates des boues de chantier doivent être définies au cas par cas. Ces cas ne sont pas décrits ici.

En cas de travaux limités à des mouvements de terrains non pollués, les gâteaux de presse peuvent être considérés comme non pollués (valorisation selon l'art. 19 al. 1 OLED).

Lorsque des travaux de bétonnage sont effectués, les boues peuvent être valorisées comme des bétons de démolition (art. 20 al. 3) pour autant qu'elles forment des blocs en se solidifiant. Lorsque ce n'est pas le cas, les résidus ou gâteaux de presse doivent faire l'objet d'analyse des hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et du Cr(VI) et éliminés selon l'OLED. Sans analyse, ils doivent être stockés définitivement en décharge de type E.

Les gâteaux de presse issus des boues de décrotteurs de roue peuvent être valorisés selon l'art. 19 al. 2 et l'annexe 3 ch. 2 de l'OLED après analyse des hydrocarbures C₁₀-C₄₀. Sans analyse, ils doivent être stockés définitivement en décharge de type B.

4.6 Boues sédimentaires

Le dragage des étangs, des installations portuaires, des chenaux de navigation et des barrages produit des volumes importants de sédiments aquatiques (boues sédimentaires), qui peuvent être contaminés à des degrés divers.

4.6.1 Polluants

Les boues de sédiments peuvent présenter des concentrations élevées de métaux lourds, d'hydrocarbures, de HAP et de PCB. Ces polluants proviennent par exemple de l'industrie, de l'agriculture, de la navigation, des stations d'épuration des eaux usées, de la circulation routière, etc. On peut aussi y trouver des organostanniques issus des peintures de carénage. Ces composés organiques sont particulièrement nocifs pour la faune aquatique. Les boues sédimentaires sont riches en matière organique (généralement de 3 à 10% de la matière sèche).

4.6.2 Valorisation et élimination

Les boues sédimentaires doivent, dans la mesure du possible, être valorisées dans l'agriculture (épandages en zones agricoles ou fabrication de terreaux commerciaux). Les boues issues des milieux suivants sont exclues d'une telle valorisation :

- Plans d'eau raccordés à un drainage routier.
- Plans d'eau situés dans ou à proximité immédiate des zones urbaines.
- Plans d'eau situés à l'aval hydraulique de décharges B, C, D ou E et/ou de sites contaminés.
- Plans d'eau proches d'installations portuaires (ports et chantiers navals).

L'épandage de boues sédimentaire est interdit en zones S1 et S2 de protection des eaux. Le déversement de boues dans les cours n'est pas non plus autorisé.

L'utilisation des boues sédimentaires comme matériau d'épandage peut être effectuée sous condition que les valeurs limites de l'ORRCHim⁸ (annexe 2.6 ch. 2.2.1) sont respectées. Cette pratique nécessite l'obtention des autorités concernées au cas par cas, qui peuvent exiger l'exécution d'analyses supplémentaires. Les éléments devant obligatoirement être mesurés sont les suivants : métaux lourds, hydrocarbures lourds (C₁₀₋₄₀) et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Des analyses représentatives doivent être effectuées tous les 200m³ de boue brute. Une première analyse doit être systématiquement effectuée pour définir la filière d'élimination adéquate.

Lors du dragage d'étangs forestiers, il est autorisé – avec accord des autorités cantonales et pour autant qu'il s'agisse de petits volumes – de déposer les matériaux retirés à proximité immédiate du plan d'eau. Ce type d'épandage doit être limité aux situations où l'effort fourni pour l'évacuation des boues draguées est disproportionné par rapport au bénéfice environnemental.

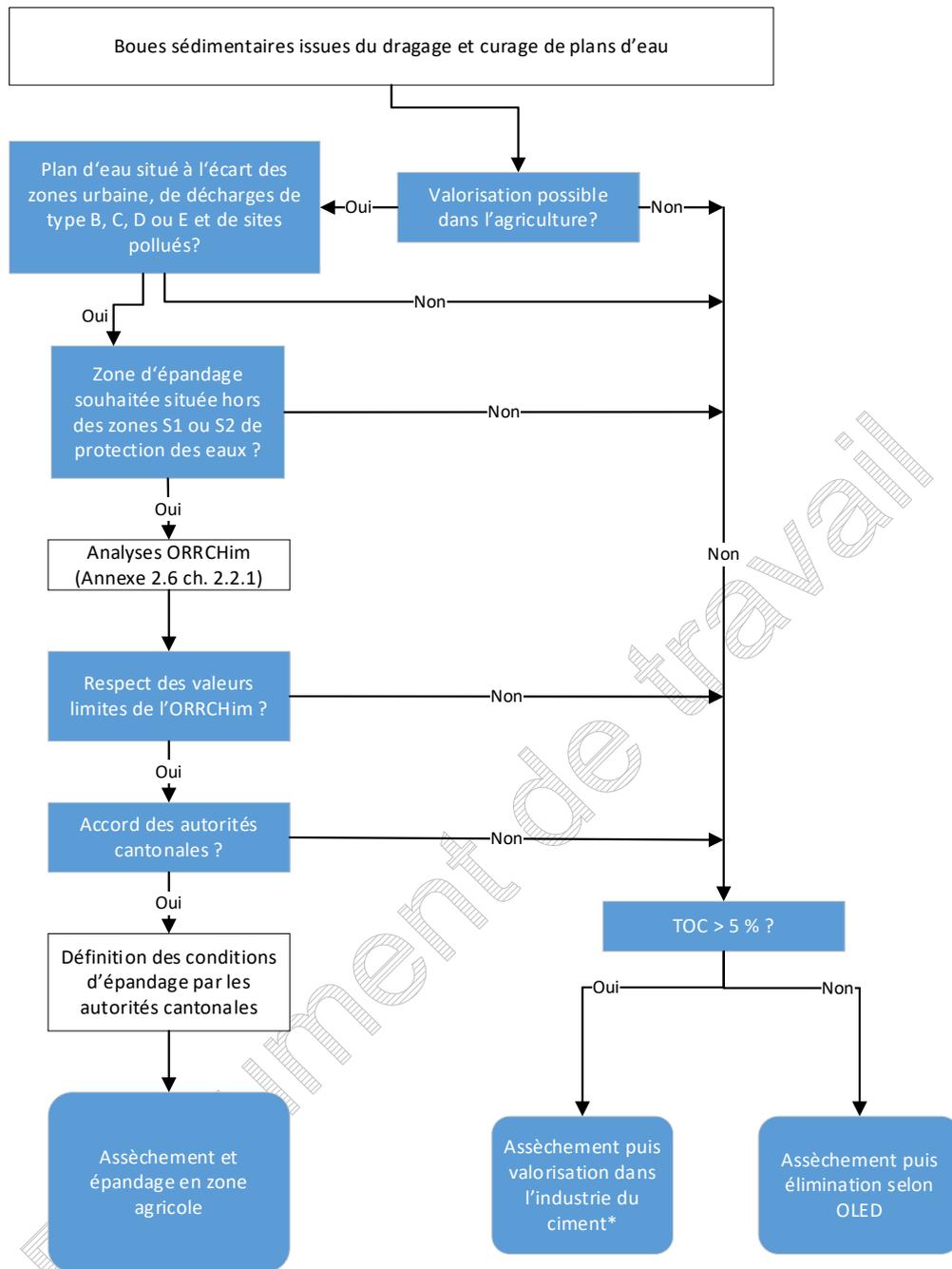
De façon similaire aux matériaux terreux, la valeur limite du ch. 2.3, let. b de l'annexe 5 de l'OLED pour le COT ne s'applique pas aux boues sédimentaires si le dépassement n'est pas dû à l'activité humaine. Si seul un stockage en décharge est possible et pour autant que les exigences de l'annexe 5 ch. 2.3 de l'OLED sont respectées, les boues sédimentaires peuvent être stockées en décharges de type B.

Lorsque ces boues sont fortement polluées, la présence élevée de matière organique (>5%) peut empêcher leur stockage en décharge de type E. Elles devront alors être incinérées en UIOM ou éventuellement valorisées dans l'industrie du ciment avec autorisation des autorités cantonales.

Cas particuliers : dans le cas de boues sédimentaires faiblement polluées, leur épandage à proximité du plan d'eau sur des terrains présentant un niveau de pollution similaire peut être exceptionnellement autorisé par les autorités cantonales.

La figure 1 décrit les filières d'élimination des boues sédimentaires.

⁸ Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (RS 814.81)



* Avec autorisation préalable des autorités cantonales (annexe 4, ch.1.2 OLED).

Figure 1: Filières d'élimination des boues sédimentaires.

4.7 Boues issues d'évènements naturels exceptionnels

Lors de la gestion des suites d'évènements naturels extrêmes (inondations, glissements de terrain, laves torrentielles, etc.), l'évacuation d'importants volumes de boues est nécessaire. Dans ce contexte, les options sont les suivantes :

- a) Évènement ayant lieu hors des zones construites : les boues peuvent être considérées comme des matériaux d'excavation non pollués et valorisés comme telles selon l'art. 19 al. 1 de l'OLED si les conditions légales sont remplies.
- b) Évènement ayant conduit à la destruction d'éléments construits : élimination en décharge de type B.

4.8 Boues issues du lavage des matériaux de déconstruction minéraux

Les boues issues du traitement humide des matériaux de déconstruction en vue de leur valorisation peuvent contenir toutes sortes de polluants. Les filières d'évacuation sont décrites dans le chapitre 4.4 de la partie « Valorisation des matériaux de déconstruction minéraux » du module Déchets de chantier de l'aide à l'exécution de l'OLED.

4.9 Synthèse

Selon le principe de la mise en place d'une économie circulaire efficace, la valorisation des déchets doit toujours être préférée à leur mise en décharge.

Le tableau 5 résume les filières d'évacuation présentées dans les chapitres précédents pour les différents types de boue considérés. Les cas décrits excluent le cas où la présence de polluants géogènes est suspectée. Des analyses spécifiques doivent alors être effectuées.

Tableau 4: : Vue d'ensemble des différents types de boues issues du secteur de la construction et de leurs filières d'élimination selon l'OLED. HC C₁₀-C₄₀ = hydrocarbures lourds ; Cr(VI) = Chrome hexavalent ; NO₂⁻ = ions Nitrites ; NO₃⁻ = ions Nitrates ; NH₄⁺ = ion ammonium.

Type de boue (sous forme compactée)	Condition / Analyses
Valorisation selon art. 19 al.1 OLED ou stockage définitif en décharge de type A	
Boues issues d'évènements naturels exceptionnels (hors zones construites)	Pas d'analyse nécessaire
Boues issues du lessivage de matériaux d'excavation non pollués	
Boues de forage	Avec autorisation des autorités cantonales. Analyses obligatoires : HC C ₁₀₋₄₀
Valorisation selon art. 19 al.2 et Annexe 3 ch. 2 OLED	
Boues MBA (Boues issues du traitement des matériaux d'excavation) en cas d'avancement au tunnelier	Analyses de contrôle au cas par cas
Boues de forage	Analyses obligatoires : HC C ₁₀₋₄₀
Boues issues des bassins de décrottage	Analyses obligatoires : HC C ₁₀₋₄₀
Valorisation selon art. 19 al.3 OLED ou stockage définitif en décharge de type B	
Boues de forage	Pas d'analyse nécessaire
Boues MBA (boues issues du traitement des matériaux d'excavation) en cas d'avancement à l'explosif	Analyses obligatoires : HC C ₁₀₋₄₀ , Cr(VI) und NO ₂ ⁻
Boues de béton (y compris boues résiduelles issues de traitements des eaux de chantier) ne se solidifiant pas en blocs	Analyses obligatoires : HC C ₁₀₋₄₀ et Cr(VI)
Boues issues d'évènements naturels exceptionnels (avec destruction d'éléments construits)	Analyses de contrôle au cas par cas
Valorisation comme un béton de démolition selon art. 20 al.3 OLED	
Boues de béton (y compris travaux en tunnel) se solidifiant en blocs	Pas d'analyse nécessaire
Valorisation pour la fabrication du cru selon l'annexe 4, ch. 1 OLED ou stockage définitif en décharge de type E	
Boues de béton (y compris travaux en tunnel) ne se solidifiant pas en blocs	Pas d'analyse nécessaire
Pas de filières d'élimination standard – Valorisation selon analyses spécifiques	
Boues TWA (Boues issues du traitement des eaux de tunnel)	Analyses obligatoires : Cr(VI), NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , As, HC C _{10-C40}
Boues sédimentaires	Voir Figure 1
Boues issues du lavage des matériaux de déconstruction minéraux	Voir chapitre 4 de la partie « Valorisation des matériaux de déconstruction minéraux » du module Déchets de chantier.

5 Bibliographie

- (1) OFEV 2001 « Recommandation pour l'élimination des matériaux d'excavation et déblais altérés par des flocculants ».
- (2) Norme SIA 431 « Evacuation et traitement des eaux de chantier ».
- (3) OFEV 2004 « Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines »
- (4) OFEV 2017 « Danger à long terme des sites pollués aux hydrocarbures lourds (HAP): Etat des connaissances et recommandations ». Bureau eOde, Neuchâtel.
- (5) Centre pour le Génie Forestier 2016 « Argiles, limons et stabilisation des sols ». Bureau CEFOR, Lyss.
- (6) DGE-Vaud 2006 « Eaux souterraines issues de forages géothermiques – Principes de protection des eaux et d'élimination des boues »
- (7) Office des eaux et des déchets du canton de Berne 2018 « Conditions générales, charges et indications pour la réalisation et l'exploitation d'installations avec sondes géothermiques »
- (8) Magazine d'information de l'ASGB « INFO », éd. Nov. 2017, p. 13 « Boues de lavage du gravier: déchet ou matériau avec du potentiel ? »
- (9) OFEV 2014 « Kurzbericht UMTEC: Feldversuche vs. Kugelfalltest». UMTEC, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik, Rapperswil.
- (10) OFEV 2013 «Abklärung zum Inventar an umweltrelevanten Schlämmen in der Schweiz». UMTEC, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik, Rapperswil.
- (11) QuAntuM - Forschung im Strassenwesen des UVEK, Projekt Nr. AGT 2017/001, Document de travail, état mai 2020.
- (12) Schlammkonditionierung. Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC), 12.07.2017
- (13) Chemsuisse 2017. Ciment et produits contenant du ciment – Information sur le droit des produits chimiques, notice D09.
- (14) BETONSUISSE 2018. Fabrication du béton: traiter les boues contenant du chrome en respectant l'environnement.
- (15) OFEN 2012. Utilisation de la géothermie profonde pour le chauffage de grands bâtiments avec des pompes à chaleur à très hautes performances.
- (16) OFEV 2020. Mischabbruchverwertung in der Schweiz. Energie- und Ressourcen-Management GmbH, Freienbach.

- (17) OFEV 2014. Élimination des boues de l'industrie de la construction. Remarques pour la pratique. GEO Partner AG, Zürich.

- (18) OFEV 2021 : Valorisation des matériaux d'excavation et de percement. Une partie du module «Déchets de chantier » de l'aide à l'exécution relative à l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets, OLED).

Document de travail