

L'environnement pratique

La protection de l'environnement dans les travaux anticorrosion

Base de planification



Office fédéral de
l'environnement,
des forêts et
du paysage
OFEFP

**La protection
de l'environnement
dans les travaux
anticorrosion**

Base de planification

**Publié par l'Office fédéral
de l'environnement, des forêts
et du paysage OFEFP
Berne, 2004**

Valeur juridique de cette publication

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEFP en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et permet ainsi une application uniforme de la législation. Les aides à l'exécution (appelées aussi directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «*L'environnement pratique*».

Ces aides à l'exécution garantissent l'égalité devant la loi ainsi que la sécurité du droit, tout en favorisant la recherche de solutions adaptées aux cas particuliers. Si l'autorité en tient compte, elle peut partir du principe que ses décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions ne sont pas exclues ; selon la jurisprudence, il faut cependant prouver leur conformité avec le droit en vigueur.

Editeur

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)

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

Auteurs

Peter Schürmann, PRS Consult GmbH, Freilerstr. 26,
8157 Dielsdorf
Jörg Stolz, Rüdenbüschelistr. 5, 4206 Seewen

Notice bibliographique

SCHÜRMAN, P. ; STOLZ, J. 2004 : La protection de l'environnement dans les travaux anticorrosion – Base de planification. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, L'environnement pratique, 35 p.

Coordination

Anton Stettler, div. Protection de l'air et RNI, OFEFP
Max Wyser, div. Protection de l'air et RNI, OFEFP
Jakob Marti, Amt für Umweltschutz, Kt. Glarus

Conception graphique

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Photo de couverture

Hansueli Trachsel, photographe, Bremgarten BE

Commande

OFEFP
Documentation
CH-3003 Berne
Fax : +41 (0) 31 324 02 16
E-Mail : docu@buwal.admin.ch
Internet : www.buwalshop.ch

Numéro de commande : VU-5025-F

© OFEFP 2004

Table des matières

Abstracts	5
Avant-propos	7
Résumé	9
1 Généralités sur la planification des mesures de protection de l'environnement	11
2 Les cinq étapes de la planification des mesures de protection de l'environnement	13
2.1 Détermination des mesures de protection nécessaires	13
2.2 Mesures de protection spécifiques	15
2.2.1 Mesures de base	15
2.2.2 Mesures de protection maximales	15
2.2.3 Mesures de protection variables	16
3 Exigences relatives aux confinements	21
3.1 Aperçu	21
3.2 Propriétés des confinements	21
4 Exemples de calcul	27
Annexe	31
A1 Contrôle et mesures	31
Index	33
1 Abréviations	33
2 Bibliographie	34

Abstracts

- E**
- Keywords:
corrosion protection,
ambient concentration
limits, technical
measures
- This report is a supplement to Communication no. 12 concerning the Ordinance on Air Pollution Control. The document gives basic information, examples and explanations on how to plan environmental protection measures for corrosion protection work. This is a matter of setting the necessary degree of retention for potential emissions, so that the legal requirements for ambient concentrations can be respected. The report deals with technical measures to reduce emissions for various pollutants in relation to their concentrations.
- F**
- Mots-clés :
protection
anticorrosion, limitation
des immissions,
mesures techniques
- Ce rapport est un complément aux Informations concernant l'OPair n° 12. Il comporte des données de base et des exemples, ainsi que des explications sur la marche à suivre pour la planification de mesures de protection de l'environnement liées aux travaux de protection anticorrosion. Il s'agit de fixer le taux de récupération des émissions potentielles nécessaire pour pouvoir respecter les limitations légales des immissions. Le rapport décrit les mesures techniques visant à réduire les émissions en fonction des polluants et de leurs concentrations.
- D**
- Stichwörter:
Korrosionsschutz-
arbeiten,
Immissionsbegrenzung
en, technische
Massnahmen
- Dieser Bericht ist eine Ergänzung zur Mitteilung Nr. 12 zur Luftreinhalte-Verordnung. Er enthält Grundlagen und Beispiele, sowie Erläuterungen zum Vorgehen bei der Planung von Umweltschutzmassnahmen für Korrosionsschutzarbeiten. Es geht darum festzulegen, welcher Grad der Rückhaltung von potentiellen Emissionen erforderlich ist, damit die gesetzlich vorgegebenen Immissionsbegrenzungen eingehalten werden können. Der Bericht behandelt die technischen Massnahmen zur Emissionsminderung in Abhängigkeit von den Schadstoffen und ihren Gehalten.
- I**
- Parole chiave:
protezione contro la
corrosione, immissioni,
misure tecniche
- Il presente rapporto è un complemento alla comunicazione no. 12 sull'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico. Contiene le basi ed esempi, come pure spiegazioni su come procedere nella pianificazione delle misure di protezione ambientale per i lavori di protezione contro la corrosione. Si tratta essenzialmente di definire il necessario grado di ritenuta delle emissioni potenziali, in modo che siano rispettati i limiti legali delle immissioni. Il rapporto tratta le misure tecniche per la riduzione delle emissioni in funzione delle sostanze nocive e delle loro concentrazioni.

Avant-propos

Les revêtements anticorrosion des objets en acier exposés aux intempéries peuvent contenir de grandes quantités de métaux lourds toxiques tels que le plomb, le zinc ou le chrome, mais aussi des composés organiques particulièrement dangereux pour l'environnement, comme les PCB et les HAP cancérigènes. Les travaux d'assainissement risquent de dégager de grandes quantités de polluants qui se déposent au voisinage de ces objets et polluent le sol et les eaux.

L'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) prend en compte ce phénomène en ce sens qu'elle comporte des dispositions qui s'appliquent aux travaux d'assainissement de revêtement anticorrosion en plein air. Ces dernières années, les autorités et les entreprises spécialisées dans ces travaux ont déjà consenti des efforts considérables en vue de réduire les émissions. Dans ce but, certains cantons, le Cercl'Air et l'OFEFP ont élaboré plusieurs aides à l'exécution ; quant aux procédés de décapage des anciens revêtements et de confinement des objets à traiter, ils ont été systématiquement améliorés. Toutefois, l'expérience montre que dans de nombreux cas d'assainissement, les valeurs limites d'émission et d'immission de l'OPair ne sont pas respectées et que la pollution des sols dans le voisinage des objets traités est excessive.

Le présent rapport complète les Informations n° 12 relatives à l'OPair « Protection anticorrosion des surfaces exposées aux intempéries » et montre comment procéder dans la pratique pour respecter les dispositions de l'OPair réglant la protection des sols et des eaux en recourant à des mesures de protection judicieuses.

Office fédéral de l'environnement,
des forêts et du paysage

Gerhard Leutert
Chef de la division Protection de l'air et RNI

Résumé

Le présent rapport est un complément aux Informations n° 12 relatives à l'OPair «Protection anticorrosion des surfaces exposées aux intempéries». Il comporte des données de base et des exemples, ainsi que des explications sur la marche à suivre dans la planification de mesures de protection de l'environnement liées aux travaux de protection anticorrosion. Pour l'essentiel, il s'agit de fixer le taux de récupération des émissions potentielles nécessaire pour pouvoir respecter les limitations légales des immissions.

Le rapport décrit les mesures techniques visant à réduire les émissions en fonction des polluants et de leurs concentrations. Il montre comment on peut déterminer par itération la classe de confinement déterminante pour les mesures techniques à mettre en œuvre.

Les aspects contrôle et mesures sont traités en annexe. Le lecteur souhaitant aborder plus en détail certains problèmes est renvoyé aux lois déterminantes, aux documents d'exécution et aux rapports de base énumérés dans la bibliographie (voir chap. 5).

La planification des mesures de protection de l'environnement est le fruit d'une démarche progressive : dans un premier temps, on détermine les quantités de polluants (PCB, BaP, Cr, Pb et Zn) contenus dans le revêtement à enlever.

Dans une seconde étape, on évalue, sur la base d'un schéma, quels types de mesures de protection il y a lieu de mettre en œuvre :

En présence de concentrations de PCB et/ou de BaP supérieures à 100 ppm, il faut toujours appliquer le procédé de décapage présentant le plus faible potentiel d'émissions ainsi qu'un confinement offrant la protection maximale (classe de confinement 1, enceinte fermée, imperméable à l'air et répondant à l'état de la technique, dotée d'un système de ventilation et d'aspiration d'air et d'un filtre à air).

Le décapage à sec (par sablage) de ponts de moins de 20 m de haut ou de pylônes de moins de 80 m de haut dont le revêtement contient plus de 50 g de plomb par m² requiert toujours des mesures de la classe de confinement 1.

Pour de plus grands objets et des concentrations de PCB et/ou de BaP inférieures à 100 ppm, il faut déterminer le procédé de décapage et l'abrasif adéquat. Puis, sur la base des concentrations de polluants contenues dans l'objet et éventuellement dans l'abrasif, on identifie d'abord le polluant déterminant sous l'angle des immissions. Enfin, à l'aide de modèles, on peut déterminer pour ce polluant la combinaison de procédés de décapage et de confinement (classes 1, 2 ou 3) qui entre en ligne de compte. Le présent rapport livre les données nécessaires au calcul, et le chapitre 4 les commente à l'aide d'exemples.

Les exigences techniques posées aux différentes classes de confinement sont précisées. Un texte de soumission spécial pour les confinements est disponible¹ et sera désormais adapté en permanence à la meilleure technique disponible.

Pour les petits objets (<50 m²) dont l'ancien revêtement contient moins de 100 ppm de PCB et/ou de BaP, il est parfois possible de mettre en œuvre des mesures de base simples.

Afin de faciliter la lecture, on trouvera à la fin de ce document la liste alphabétique des abréviations et des termes utilisés, ainsi que leurs unités lorsque cela s'est révélé pertinent.

¹ Pour commande : Sekretariat Cercl'Air, Amt für Umweltschutz AR, Postfach, 9102 Herisau

1 Généralités sur la planification des mesures de protection de l'environnement

Le présent rapport décrit les mesures techniques et organisationnelles à mettre en œuvre pour protéger l'environnement, et les modes opératoires à observer lors de la planification de travaux anticorrosion. Les explications sont à considérer comme des instructions à l'intention des concepteurs et des entrepreneurs, et comme des aides à l'intention des autorités compétentes chargées d'évaluer des projets de protection anticorrosion.

Les travaux anticorrosion sont des travaux d'entretien nécessaires pour conserver la valeur de constructions en acier ; ils concernent souvent de grands objets exposés aux intempéries tels que ponts, citernes verticales, pylônes de lignes électriques ou conduites forcées de centrales hydroélectriques. De tels ouvrages ont été munis de différents systèmes de protection contre la corrosion avant ou après leur montage, et ont été exposés à diverses intempéries ou à des phénomènes électriques et/ou chimiques. C'est donc dans chaque cas de figure qu'il y a lieu de déterminer le moment optimal de leur assainissement.

Si les mesures de protection de l'environnement ne sont pas intégrées de manière sérieuse et professionnelle dans la phase de planification d'assainissements anticorrosion, il peut s'ensuivre des incidents indésirables (dépassements des valeurs limites d'immissions, interruption des travaux, amélioration des mesures de protection, retards, création de sites contaminés, assainissement de ces sites) et, partant, des coûts supplémentaires élevés.

La planification de travaux anticorrosion comprend :

- la détermination de la stratégie à appliquer aux objets ou parties d'objets à assainir (assainissement total ou partiel) ;
- le choix du procédé de décapage à appliquer, le confinement et le futur système anticorrosion (revêtement) ;
- les autres mesures de protection de l'environnement (notamment de l'air, des sols et de l'eau) ;
- l'établissement du calendrier des travaux compte tenu des conditions météorologiques ;
- la mise en soumission.

Tous ces aspects ne doivent pas être considérés ni décidés isolément car ils sont interdépendants : seule leur considération globale conduit à la solution optimale. Ainsi, le choix du futur système anticorrosion a une incidence sur le calendrier, le budget, la mise en soumission des travaux préparatoires, voire sur la méthode de travail et les mesures de protection de l'environnement.

S'agissant des mesures à planifier pour la protection de l'environnement, il faut également les considérer globalement car le choix du procédé de décapage, la nature et l'emplacement de l'objet ainsi que d'autres facteurs peuvent influencer sur les mesures de protection à mettre en œuvre.

Les considérations et les propositions de mesures techniques exposées dans les pages suivantes s'inspirent en partie des travaux effectués par le SSPC américain (Steel Structure Painting Council²). Cet organe a publié des directives détaillées au sujet de la protection de l'environnement lors de travaux anticorrosion.

² Actuellement Society for Protective Coating, voir aussi www.sspc.org

2 Les cinq étapes de la planification des mesures de protection de l'environnement

2.1 Détermination des mesures de protection nécessaires

1^{re} étape

Déterminer les quantités de substances polluantes sur l'objet

Dans le cas idéal, on peut voir dans les dossiers des précédents projets de travaux anticorrosion quels systèmes anticorrosion ont été posés en quelles épaisseurs, et quelle est approximativement la composition de l'ancien revêtement. Dans certains cas, il est possible de déterminer avec le concours du fabricant du système anticorrosion quels polluants potentiels (Zn, Pb, Cr, HAP et en particulier BaP et/ou PCB) se trouvent en quelles concentrations dans les différentes couches. On utilise le benz(a)pyrène (BaP) comme substance représentative du groupe des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). A partir des concentrations spécifiques de polluants [SKB], de l'épaisseur des couches [SS] et des surfaces à traiter [BF], on peut déterminer la quantité probable de chaque substance polluante sur l'objet [SM_{Obj}]. S'il n'existe pas d'indications ou que l'on ne peut pas en obtenir, il faut déterminer les quantités de polluants sur l'objet à l'aide d'analyses en laboratoire.

Avec l'appareil de mesure portable Niton, un analyseur de métaux lourds à fluorescence röntgen, on dispose d'un appareil de détermination semi-quantitative non destructive des métaux lourds sur site³. Une fois les concentrations des Zn, Pb et Cr obtenues, on peut, avec un peu d'exercice, tirer des conclusions sur la composition du revêtement et déterminer approximativement la quantité de polluants.

Il est également possible de recourir à des analyses de laboratoire. Tant le prélèvement de l'échantillon sur le site que les analyses doivent alors être effectués conformément aux méthodes reconnues de la technique de mesure. Pour les objets de plus de 50 m² de surface traitée, et qui ont été dotés d'un revêtement ou assainis entre 1945 et 1975, il faut procéder à une analyse de PCB. Lorsqu'un enduit contenant du goudron ou du bitume a été utilisé, on admet par hypothèse que la concentration en BaP est supérieure à 100 ppm (soit 100 mg/kg ou 0,1 g/kg), sauf si le propriétaire de l'objet peut démontrer à l'aide d'une analyse que la concentration en BaP est inférieure à cette valeur.

A l'aide des deux formules ci-dessous, on calcule ensuite pour chaque polluant les quantités de polluants sur l'objet [SM_{Obj}] et les teneurs spécifiques en polluants [SG] souvent utilisées par la suite :

$$SG = SS * SKB * 10^{-3}$$

$$SM_{Obj} = SG * BF * 10^{-3}$$

³ Cet appareil est administré par l'EMPA et est mis à la disposition des cantons.

avec :

SG	teneur spécifique en polluant par unité de surface	[g/m ²]
SS	épaisseur de la couche de revêtement	[g/m ²]
SKB	concentration de polluant dans le revêtement	[g/kg]
SM _{Obj}	quantité de polluant sur l'objet	[kg]
BF	surface traitée ou à traiter	[m ²]

2^e étape

Schéma d'évaluation des mesures de protection

Une fois déterminées la composition chimique du revêtement et les quantités de polluants selon l'étape 1, on peut planifier les mesures de protection (fig. 1).

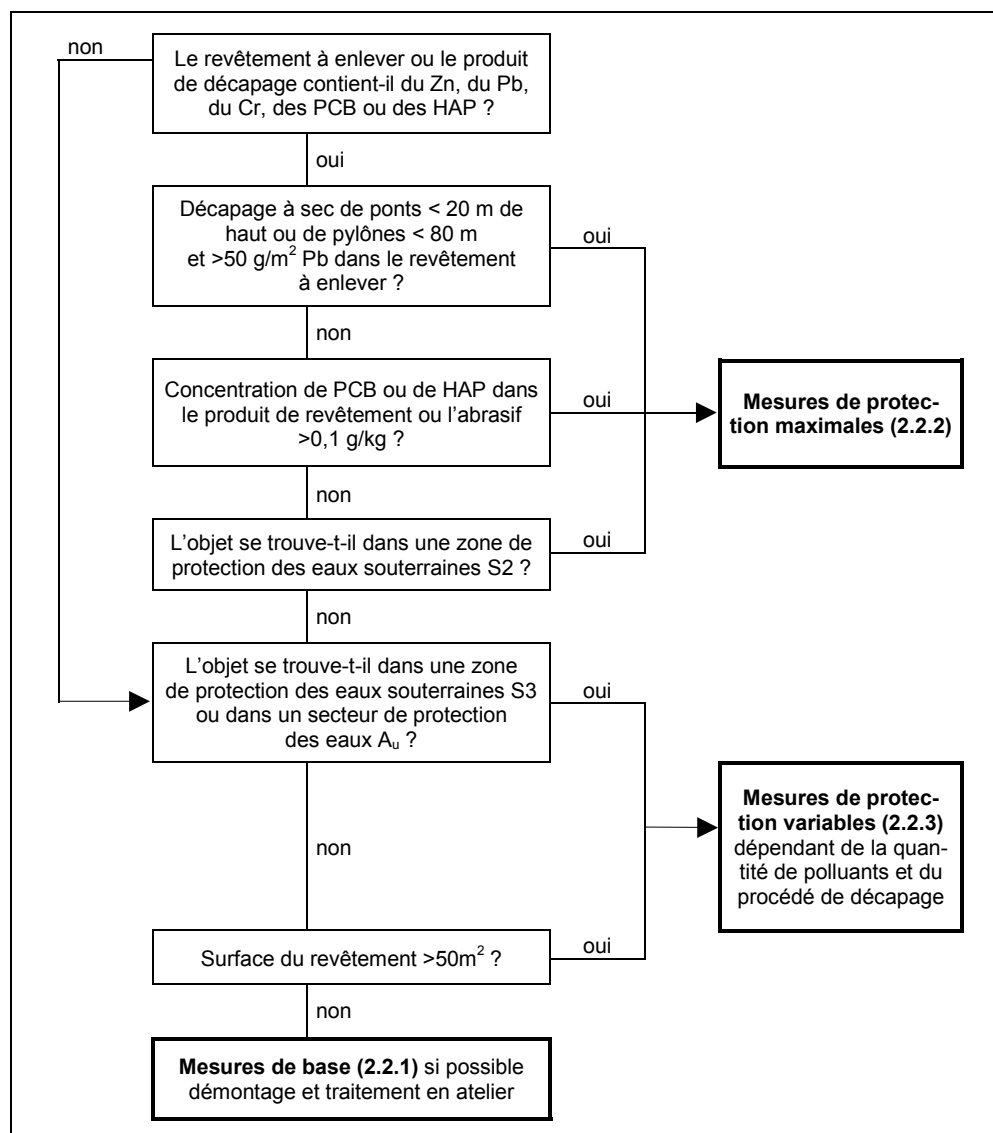


Figure 1 : Schéma d'évaluation des mesures de protection

2.2 Mesures de protection spécifiques

2.2.1 Mesures de base

Il faudrait si possible démonter l'objet à assainir, et le traiter dans un atelier doté de l'équipement adéquat ou dans une entreprise de sablage car il est plus facile de réaliser les mesures de protection en milieu fermé qu'en plein air.

Dans les petits projets, on applique différents procédés de traitement qui requièrent des mesures de protection adaptées. En effet, les mesures de protection classiques pour les plus grands objets, qui se fondent sur l'expérience, ne peuvent pas toujours être directement appliquées aux petits objets. Néanmoins, dans le cadre de la responsabilité individuelle, les exigences de l'OPair relatives à la protection de l'environnement s'appliquent exactement de la même façon pour les surfaces inférieures à 50 m².

Les mesures de base suivantes seront appliquées dans les projets de moins de 50 m² de surface en présence de Zn, Pb, Cr et sur les objets présentant des teneurs de moins de 100 ppm de PCB ou de BaP :

- S'il n'est pas possible d'éviter que l'objet soit traité sur le site, il faut au moins retenir les substances relâchées et les résidus en recouvrant le sol, même dans le cas de petits projets. S'agissant du décapage mécanique ou de l'amélioration de l'ancien revêtement, on optera pour des procédés produisant aussi peu de poussières ou de vapeurs que possible, par exemple le meulage à l'eau, le grattage ou le pistolet à aiguilles. On se servira d'appareils aspirant et récupérant directement les poussières.
- On peut aussi procéder par décapage ou lavage avec des produits corrosifs. Cela permet de traiter des objets de formes compliquées sans produire de poussières. Mais cette méthode risque aussi de provoquer des atteintes à l'environnement et demande donc le plus grand soin. Il s'agit de choisir un produit qui contienne aussi peu de substances polluantes que possible, et qui soit en particulier exempt de solvants chlorés. L'eau de rinçage et les résidus solides doivent être retenus et éliminés dans les règles.

2.2.2 Mesures de protection maximales

Lorsque la concentration de PCB et/ou de BaP dépasse 100 ppm dans l'ancien revêtement, il faut appliquer des mesures de protection maximales. Cela signifie que, parmi les procédés de décapage techniquement possibles, on optera toujours pour celui qui présente le plus faible potentiel d'émissions et qui peut être combiné avec un confinement de classe 1 (voir les détails au chapitre 4).

La classe de confinement 1 est également requise lorsque des ponts d'une hauteur inférieure à 20 m ou des pylônes de moins de 80 m de haut dont le revêtement contient plus de 50 g de plomb par m² sont nettoyés par des procédés de sablage à sec ou lorsque l'objet est situé dans une zone de protection des eaux S2.

2.2.3 Mesures de protection variables

3^e étape

Détermination du procédé de décapage et de l'abrasif

Si des mesures de protection variables entrent en ligne de compte en vertu du schéma d'évaluation de la figure 1, l'étape suivante consiste à choisir le procédé de décapage et l'abrasif afin de pouvoir faire une estimation des rejets de polluants éventuellement liés à ce dernier.

Le choix du procédé de décapage a une grande incidence sur les émissions et, par conséquent, sur les immissions potentielles ; il est donc un élément très important de la stratégie de réduction des émissions comme le montre le tableau ci-dessous :

Tableau 1 Degrés d'émission [EG] des procédés de décapage

Procédé de décapage	Degré d'émission [EG]
Sablage à sec	0.50
Sablage en milieu humide	0.40
Décapage à l'eau sous haute pression	0.40
Sablage avec tête d'aspiration sur surfaces planes	0.05
Outils à main	0.20
Machines portatives	0.50
Machines portatives avec aspiration et séparation des poussières	0.05

Les degrés d'émission [EG] indiqués sont des valeurs empiriques provenant de la pratique. Elles indiquent quelle part de l'ancien revêtement est relâchée dans l'atmosphère suivant le procédé de décapage appliqué.

Il faut encore déterminer la quantité de chaque polluant contenue dans l'abrasif [SM_{Str}] :

$$SM_{Str} = SSM * BF * SKS * 10^{-3}$$

avec :

SM_{Str}	quantité de polluant dans l'abrasif	[kg]
SSM	consommation spécifique d'abrasif	[kg/m ²]
SKS	concentration de polluant dans l'abrasif	[g/kg]

Par conséquent, la quantité totale de polluant est

$$SM = SM_{Obj} + SM_{Str}$$

SM	quantité totale de polluant	[kg]
----	-----------------------------	------

S'agissant des abrasifs, la charge de poussières qu'ils émettent peut être un critère supplémentaire dans le choix de la classe de confinement. On en tient compte en considérant les poussières totales comme un polluant. La part de l'abrasif émise sous forme de poussières dépend de sa nature et du procédé de décapage. Dans le cas des scories de four de fonderie, par exemple, il faut admettre que 50 % de la matière utilisée est relâchée sous forme de poussières, dont une grande partie sont des poussières fines (avec les concentrations proportionnelles de polluants).

4° étape

Détermination du polluant déterminant

La représentativité d'un polluant dépend des quantités totales de polluants SM (en kg) déterminées dans la 3° étape ainsi que de la VLI (valeur limite d'immission) correspondante. Pour comparer entre eux les polluants, on norme les VLI à la valeur du plomb par le biais de la VLI_{pb} ; puis on calcule la quantité de polluant pondérée en fonction des immissions $[SM_{ig}]$ à l'aide de la formule suivante :

$$SM_{ig} = SM * VLI_{pb} / VLI$$

SM_{ig} quantité de polluant pondérée en fonction des immissions [kg]
VLI valeur limite d'immission

Tableau 2 valeurs limites d'immissions (VLI)

Polluant	VLI en $\mu\text{g}/\text{m}^2 * \text{jour}$	VLI en $\text{mg}/\text{m}^2 * \text{an}$	VLI_{pb} / VLI
<i>Poussière totale</i>	200'000	73'000	0,0005
Zinc	400	146	0,25
Plomb	100	36,5	1
Chrome ¹⁾	50	18,25	2

¹⁾ Valeur indicative

La quantité de polluants pondérée en fonction des immissions SM_{ig} sera calculée pour chaque polluant. Le polluant déterminant est celui qui présente la plus grande valeur de SM_{ig} .

Exemple : pont à treillis en acier en zone urbaine

Ancien revêtement présentant une surface à traiter BF = 1000 m², épaisseur de la couche SS = 600 g/m² et concentrations suivantes de polluants (pour-cent en poids):

zinc env. 10 % ⇒ SG_{Zn} = 60 g/m²
plomb env. 1 % ⇒ SG_{Pb} = 6 g/m²
chrome env. 8 % ⇒ SG_{Cr} = 48 g/m²

Consommation spécifique d'abrasif (scories de four de fonderie) SSM = 40 kg/m² avec une concentration de polluants (pour-cent en poids) SKS = 0,3% zinc, 0,1% plomb, 0% chrome

Il en résulte les valeurs suivantes :

	SM _{Obj} = SG * BF [kg]	SM _{Str} = SSM * BF [kg]	SM = SM _{Obj} + SM _{Str} [kg]	VLI [µg/m ² *d]	SM _{ig} [kg]
<i>Poussière totale</i>	600	40'000	40'600	200'000	20
Zinc	60	120	180	400	45
Plomb	6	40	46	100	46
Chrome	48		48	50 ⁴	96

Le chrome est la substance déterminante parce qu'il présente le plus grand SM_{ig}.

5^e Etape

Détermination de la classe de confinement

Si le polluant déterminant est la poussière totale, le Zn, le Pb ou le Cr, et si la surface à traiter est supérieure à 50 m², le modèle suivant permet d'estimer quelles combinaisons de procédé de décapage et de classe de confinement protègent en général suffisamment le voisinage de l'objet contre les charges polluantes excessives.

Modèle d'estimation du taux de récupération requis du confinement :

Données nécessaires pour caractériser l'objet :

Surface à traiter BF [m²]
Surface de base de l'objet GF [m²]
Facteur géométrique g voir tableau 3

⁴ valeur indicative

Tableau 3 Facteurs géométriques g

Objet	Facteur géométrique g
Pont bas	5
Pont d'une hauteur H [m]	H
Citerne verticale	8
Conduite forcée	3
Pylône de hauteur H [m]	¼H

Le facteur géométrique g sert à estimer approximativement la superficie du sol atteinte par les émissions de poussières (surface d'immission IF) comparativement à la surface de base GF d'un objet standard.

$$g = IF / GF \rightarrow IF = GF * g$$

Pour les objets spéciaux, ce facteur doit être estimé dans chaque cas de figure. Dans le cas des ponts hauts, on admet que le facteur géométrique est la hauteur libre entre le fond de la vallée et l'arête inférieure du confinement.

A l'aide de ces données, on calcule les valeurs suivantes pour le polluant déterminant :

Emissions potentielles EP	$EP = SM * EG$	[kg]
Surface d'immission IF	$IF = GF * g$	[m ²]
Immissions potentielles IP	$IP = EP/IF = SM / (GF * g) * EG * 10^6$	[mg/m ²]

Pour déterminer les immissions encore admissibles, on part des VLI (rapportées à un an) et de la charge préalable d'immissions IV (également rapportée à un an). Les immissions admissibles IZ sont la différence entre ces deux valeurs, à savoir

$$IZ = VLI - IV \quad [mg/m^2 * an]$$

Pour déterminer la charge préalable d'immissions IV, on peut considérer les valeurs d'immissions à l'endroit où se trouve l'objet avant les travaux anticorrosion ou celles d'un site comparable (p.ex. valeurs du réseau de mesure NABEL ou d'un réseau de mesure cantonal). Lorsqu'aucune valeur de mesure n'est disponible, on admet que la valeur IV équivaut à 50% de la VLI ou de la valeur indicative.

Comme les opérations de décapage durent généralement beaucoup moins d'un an, on peut toutefois admettre que, les autres jours de l'année, il ne se produira pas d'autres immissions contenant les polluants rejetés au moment du décapage de l'ancien revêtement. Cela signifie que les immissions dues au procédé de décapage peuvent être réparties sur les immissions admissibles IZ.

Cela étant, on peut comparer les immissions potentielles IP avec les immissions admissibles IZ. Le rapport entre ces deux chiffres indique de quel facteur les émissions consécutives aux opérations de décapage doivent être réduites pour ne pas dépasser les immissions admissibles. Comme dans tous les cas, les immissions potentielles sont beaucoup plus grandes que les immissions admissibles, il faut réduire les émissions au moyen de mesures techniques (confinement) de telle sorte que les immissions effectives soient plus faibles que les immissions admissibles.

A partir des valeurs calculées ci-dessus, on peut établir le taux de récupération minimal RG du confinement par la formule suivante :

$$\text{Taux de récupération } RG \geq 1 - IZ/IP$$

Taux de récupération nécessaire et classe de confinement :

On détermine la classe de confinement requise en fonction de la valeur calculée pour le taux de récupération minimal à respecter :

Taux de récupération	Classe de confinement
>0,99	classe 1
0,98 à 0,99	classe 2
<0,98	classe 3.

Le chapitre 4 présente des exemples de ce calcul.

3 Exigences relatives aux confinements

On distingue deux catégories d'exigences, d'une part celles concernant les confinements combinés avec des procédés de décapage à sec ou humides avec abrasif et, d'autre part, celles qui touchent les confinements combinés avec des procédés sans abrasif.

3.1 Aperçu

Les listes qui suivent indiquent quelles propriétés – désignées par une lettre et un chiffre – selon le catalogue du paragraphe 3.2 sont requises pour les différentes classes de confinement. A cet effet, on subdivise les procédés avec abrasif en fonction de critères A à J, et les procédés sans abrasif en fonction des critères A à I et K.

Tableau 4 Catalogue d'exigences pour les classes de confinement 1, 2 et 3

Procédés avec abrasifs (sec et humide)			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3
A Construction du confinement	A1/A2	A1/A2	A1/A2
B Matériau / étanchéité du confinement	B1	B1	B2
C Structure portante	C1	C2	C3
D Joints	D1	D1	D2
E Accès	E1	E2	E3
F Construction des entrées d'air	F1	F1	F2
G Adduction d'air	G1/G2	G1/G2	G2
H Contrôle de la dépression	H1/H2	H2	H2
I Ecoulement d'air dans le confinement	I1	I2	I2
J Séparation des poussières	J1	J2	J2
Procédés sans abrasif			
A Construction du confinement	A1/A2	A1/A2	A1/A2
B Matériau / étanchéité du confinement	B3	B3	B3
C Structure portante	C1	C2	C3
D Joints	D1	D1	D2
E Accès	E3	E3	E3
F Construction des points d'amenée d'air	F2	F2	F2
G Adduction d'air	G2	G2	G2
H Contrôle de la dépression	H2	H3	H3
I Ecoulement d'air dans le confinement	I2	I2	I2
K Traitement de l'eau	K1	K1	K1

3.2 Propriétés des confinements

Les propriétés des confinements, exposées ici en détail, montrent, à titre d'exemple, comment les confinements des classes 1, 2 ou 3 doivent être conçus. Des mesures techniques équivalentes sont également possibles s'il est établi qu'elles n'aggravent pas les atteintes à l'environnement.

A Construction du confinement

A1 – Construction rigide :

Un confinement rigide est composé d'un assemblage rigide d'éléments de construction (parois, cloisons, plancher, toiture) pouvant prendre la forme de modules constitués de panneaux d'aggloméré ou de fibres, de bois, d'aluminium, de plastiques ou de matériaux solides analogues imbriqués les uns dans les autres.

A2 – Construction souple :

Un confinement souple est constitué de bâches, draps, films de matières synthétiques ou de matériaux analogues.

B Matériau / étanchéité du confinement

B1 – Matériau imperméable :

Matériaux imperméables aux poussières et/ou au vent ; en font partie notamment :

- bâches : tissu traité ou enduit d'un revêtement, sans orifices, ni trous
- films : films à une ou deux couches, plastique de construction épais. Quelques applications peuvent nécessiter des films renforcés ou armés.
- panneaux : panneaux d'aggloméré ou de fibres, panneaux en bois, plastique, aluminium, autres métaux, fibrociment ou matériaux rigides comparables.
- combinaisons de ces matériaux

B2 – Matériau perméable à l'air :

Matériau moulé ou tissé ayant pour but de laisser passer l'air mais de retenir certaines particules (filtre pour grosses particules). Remarque : les charges dues à l'action du vent à prendre en considération dans le cas des matériaux perméables à l'air, par exemple des bâches tendues, sont les mêmes que pour les matériaux étanches à l'air.

B3 – Matériau étanche :

Matériau de confinement ne laissant pas entrer d'eau même affluant en permanence.

Attention : les orifices présents dans les matériaux réduisent le taux de récupération du confinement.

C Structure portante

C1 – Châssis rigide :

Ces constructions n'autorisent aucun mouvement du matériau de confinement proprement dit, et sont constituées de barres d'échafaudages ou de composants similaires, auxquels les matériaux de confinement sont fixés.

C2 – Châssis souple :

Ces constructions permettent des mouvements minimaux et sont constituées de câbles, chaînes ou de composants similaires, auxquels les matériaux de confinement sont fixés.

C3 – Structure portante minimale :

Ces constructions comportent peu ou pas de composants spécifiques si ce n'est les câbles ou les chaînes indispensables pour fixer les matériaux de confinement à l'objet lui-même ou à l'objet et au sol.

D Joints

D1 – Joints parfaitement étanches :

Tous les joints entre les matériaux de confinement, la structure portante et l'objet, ou le sol ou le plancher intermédiaire, doivent être rendus étanches. L'étanchéité comporte le chevauchement des éléments lorsque les matériaux utilisés sont souples, et des bourrelets, des coutures, des agrafes, des enroulements ou des assemblages effectués avec du ruban autocollant ou d'autres techniques d'étanchéité. Les matériaux d'étanchéité doivent être résistants aux produits chimiques et à l'eau.

D2 – Joints partiellement étanches :

Les matériaux de confinement sont assemblés sans étanchéité spéciale. Il est recommandé de faire se chevaucher les joints. Une étanchéité complète n'est pas requise.

E Accès

E1 – Accès par des sas dotés de portes à fermeture étanche :

Ce système d'accès comporte des portes d'accès qui peuvent être refermées de manière étanche. Des sas sont utilisés en complément afin de réduire l'échange d'air ou l'évacuation d'air vicié par les accès.

E2 – Accès par des portes à fermeture étanche :

Utilisation d'accès pouvant être entièrement étanches.

E3 – Accès par des battants de portes à chevauchement ou des joints ouverts :

Emploi de battants de portes à chevauchement multiple ou de joints spéciaux permettant de réduire le rejet de poussières par les accès.

Les résidus de sablage doivent être traités à l'intérieur du confinement de manière à ce que leur évacuation par le sas puisse se faire sans émissions de poussières.

F à I- Ventilation et aération

Les points de vue à considérer dans le choix des systèmes de ventilation et d'aération sont mentionnés plus loin (mesures F à I). Ce qui est important dans le dimensionnement et la conception de ces systèmes c'est d'harmoniser les pressions statiques aux débits de l'air de ventilation afin que ni des parties du confinement ni le confinement dans son ensemble ne puissent s'écraser sous l'effet d'une dépression excessive.

Attention : le choix d'un système de ventilation et d'aération approprié sert à réduire les émissions à la sortie de l'air vicié dans l'atmosphère ; il ne répond pas

nécessairement aux exigences de la protection des travailleurs. Pour répondre à ces dispositions, il importe de compléter son évaluation par une analyse des prescriptions de la SUVA en la matière.

F Construction des arrivées d'air

F1 – Arrivée d'air régulée (orifices d'aspiration) :

Montage de déflecteurs ou de tôles de fermeture, de clapets (jalousies), de joints à clapets, de filtres ainsi que de conduits sur les arrivées d'air afin d'éviter le rejet d'abrasif ou de résidus d'abrasion. Ces dispositifs peuvent être utilisés avec ou sans ventilateurs.

F2 – Arrivée d'air ouverte :

Point d'arrivée sans conduits, clapets ou déflecteurs.

G Débit d'air entrant

G1 – Débit d'air contrôlé :

Les arrivées d'air sont contrôlées et adaptées en permanence à l'emplacement où se déroulent les travaux de décapage. L'emploi de ventilateurs peut assister ce processus ; il augmente le débit d'air à l'emplacement précis où se déroulent les travaux. L'emploi parallèle d'une aspiration qui crée une dépression dans le confinement nécessite de synchroniser correctement entre eux le débit d'air entrant et le débit d'air évacué dans toute la zone de travail.

G2 – Débit d'air non spécialement contrôlé :

L'air entrant arrive par plusieurs endroits répartis dans le confinement.

H Contrôle de la dépression dans le confinement

H1 – Justification au moyen d'un instrument de mesure et par enregistrement :

Une dépression moyenne d'au moins 1 mm de colonne d'eau ou de 0,1 mbar par rapport à la pression atmosphérique doit être maintenue dans tout le confinement pendant la durée des travaux de traitement de surface ou de nettoyage. Pour justifier la dépression, on se servira de manomètres ou de tubes en U (instruments de mesure de la pression) appropriés.

H2 – Justification visuelle :

La dépression est indiquée par la forme concave prise par les matériaux souples constituant les parois et les fonds du confinement (compte tenu des éventuels effets du vent). On peut aussi se servir de fumée ou d'autres milieux visibles pour observer les écoulements d'air à l'intérieur ou à l'extérieur du confinement.

H3 – Pas d'exigence : pas de dépression nécessaire.

- I Courant d'air dans le confinement** Un courant d'air à l'intérieur du confinement est utilisé, voire optimisé à diverses fins :
- pour réduire la charge de poussière à laquelle sont exposés les ouvriers ;
 - pour améliorer les conditions de visibilité ;
 - pour éliminer les poussières ou les vapeurs ;
 - pour éviter des émissions polluantes dans l'atmosphère.

II – Courant d'air minimal :

Pour produire un courant d'air dans le confinement, il est nécessaire d'utiliser des ventilateurs. Les exigences en matière de technique de ventilation peuvent être spécifiées de la manière suivante :

- maintien d'une vitesse minimale de l'air dans une ventilation transversale ou verticale,
- maintien d'un indice minimal de renouvellement de l'air.

La spécification exacte des écoulements d'air devrait reposer sur une analyse des conditions spécifiques du projet telles que pression de sablage, nombre et taille des buses de sablage, nature, grandeur et friabilité de l'abrasif, débit massique de l'abrasif, teneur de l'abrasif en substances polluantes, épaisseur et âge du revêtement à éliminer, nature et dimension de l'objet et configuration du confinement.

I2 – Pas de courant d'air défini :

Dans ce cas, on ne prescrit aucun courant d'air minimal dans le confinement. Néanmoins, il faut, lors de l'enlèvement de revêtements, mettre en œuvre les mesures techniquement possibles pour réduire l'exposition des ouvriers aux polluants en suspension dans l'air qu'ils respirent.

J Récupération des poussières

J1 – Filtration de l'air conformément à l'état de la technique :

L'air refoulé par le filtre à air vicié ne peut pas avoir une teneur en poussières résiduelles supérieure à 1 mg/m³. Le matériau filtrant utilisé doit être certifié BIA⁵ et correspondre au moins à la catégorie C. L'exploitant est tenu de veiller à ce que les filtres soient utilisés de manière optimale et entretenus régulièrement. La manutention des déchets d'abrasion et des poussières contenues dans le filtre (p.ex. vidange) doit s'effectuer dans un système ou un espace fermé.

J2 – Filtration d'air avec exigence réduite :

La concentration des poussières résiduelles ne peut pas dépasser 5 mg/m³.

K Traitement de l'eau

K1 – Traitement de l'eau requis :

L'eau de nettoyage doit si possible être utilisée en circuit fermé. A la fin des travaux, elle doit être éliminée comme déchet spécial.

⁵ BIA : Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, Sankt Augustin, www.hvbg.de/bia

4 Exemples de calcul

Exemple 1

Pont à treillis en acier avec revêtement au minium de plomb Sablage en milieu ouvert

Surface à traiter BF	1500 m ²
Surface de base GF	750 m ²
Hauteur H	16 m
Teneur spécifique en polluants SG	200 g Pb/m ²
Degré d'émission du procédé de décapage EG (sablage à sec)	0,50
Facteur géométrique g (= H)	16
Valeur limite d'immission VLI	36,5 mg/m ² *an
Charge préalable d'immissions IV (mesure NABEL en zone urbaine)	7,3 mg/m ² *an
Paramètres déterminants pour l'évaluation :	
Teneur spécifique en polluants SG > 50 g Pb par m ² ,	
Facteur géométrique g < 20	
Procédé de sablage à sec	

Selon le schéma d'évaluation (fig. 1), il s'ensuit qu'un confinement de classe 1 (mesures de protection maximales) est nécessaire.

Exemple 2

Pont en acier avec revêtement de poussière de zinc Décapage à l'eau haute pression sans abrasif

Surface à traiter BF	200 m ²
Surface de base GF	100 m ²
Hauteur H (= g)	8 m
Teneur spécifique en polluants SG	120 g Zn/m ²
Degré d'émission du procédé de décapage EG (eau sous haute pression)	0,4
Facteur géométrique g	8
Valeur limite d'immission VLI	146 mg/m ² *an
Charge préalable d'immissions IV	26 mg/m ² *an
Ces données permettent de calculer :	
Quantité de polluant à enlever SM = BF * SG (= 200 m ² * 120 g/m ²)	24 kg Zn
Emissions potentielles EP = SM * EG (= 24 kg * 0,4)	9,6 kg Zn
Surface d'immission IF = GF * g (= 100 m ² * 8)	800 m ²
Immissions potentielles IP = EP / IF (= 9,6 kg / 800 m ²)	12 g/m ² (12'000 mg/m ² *an)
Immissions admissibles IZ = VLI - IV (= 146 mg/m ² *an - 26 mg/m ² *an)	120 mg/m ² *an
Taux de récupération du confinement RG = 1 - IZ/IP (= 1 - 120 mg/m ² *an / 12'000 mg/m ² *an)	0,99 = 99%

Il en découle un taux de récupération de 0,99. Dans ce cas, un confinement de classe 2 suffit.

Toit d'une citerne revêtu d'une couche de base en minium (250 g/m²), pas de PCB dans l'enduit de revêtement

Abrasif contenant 1% Zn, consommation 30 kg/m²

Charge préalable d'immissions de plomb : 7,0 mg/m²*an

Il faut d'abord déterminer lequel des trois polluants suivants est la substance déterminante du point de vue des immissions :

- plomb de la couche de fond (ancien revêtement)
- zinc contenu dans l'abrasif ou
- poussière produite par l'abrasif (et par la couche décapée)

	SM _{Obj} = SG * BF [kg]	SM _{Str} = SSM * BF [kg]	SM = SM _{Obj} + SM _{Str} [kg]	VLI [mg/m ² *an]	IV [mg/m ² *an]	SM _{lg} [kg]
<i>Pouss. totale</i>	100	12'000	12'100	73'000	29'000	6
Zinc		240	240	146	22	60
Plomb	200		200	36,5	7,0	200

Dans cet exemple, la substance déterminante sous l'angle des immissions est le plomb de l'ancien revêtement. Les calculs ci-après sont donc effectués pour ce polluant.

Le calcul porte sur le sablage d'abord à ciel ouvert, puis avec aspiration.

Pour le sablage en milieu ouvert, on obtient les chiffres suivants :

Surface à traiter BF	800 m ²
Surface de base GF	800 m ²
Teneur spécifique en polluants SG	250 g Pb/m ²
Degré d'émission du procédé de décapage EG	0,50
Facteur géométrique g	8
Valeur limite d'immission VLI	36,5 mg/m ² *an
Charge préalable d'immissions IV selon mesure	7,0 mg/m ² *an
Ces données permettent de calculer :	
Quantité de polluant à enlever SM = BF * SG (=800 m ² * 250 g/m ²)	200 kg Pb
Emissions potentielles EP = SM * EG (= 200 kg * 0,5)	100 kg Pb
Surface d'immission IF = GF * g (= 800 m ² * 8)	6400m ²
Immissions potentielles IP = EP / IF (= 100 kg / 6400 m ²)	15,6 g/ m ² *an = 15'600 mg/m ² *an
Immissions admissibles IZ = VLI – IV (= 36,5 mg/m ² *an – 7,0 mg/m ² *an)	29,5 mg/m²*an
Taux de récupération du confinement RG = 1 – IZ/IP (= 1 – 29,5 mg/m ² / 15'600 mg/m ² *an)	0,998 = 99,8 %

Il en résulte un taux de récupération requis de plus de 0,99. Celui-ci ne peut être atteint qu'avec un confinement de la classe 1.

Si l'on opte pour un procédé avec tête d'aspiration en lieu et place du sablage à ciel ouvert, on obtient les résultats suivants :

Quantité de polluant à enlever SM = BF * SG (=800 m ² * 250 g/m ²)	200 kg Pb
Emissions potentielles EP = SM * EG (= 200 kg * 0,05)	10 kg Pb
Surface d'immission IF = GF * g (= 800 m ² * 8)	6400m ²
Immissions potentielles IP = EP / IF (= 10 kg / 6400 m ²)	1,56 g/ m ² *an = 1560 mg/m ² *an
Immissions admissibles IZ = VLI – IV (= 36,5 mg/m ² *an – 7,0 mg/m ² *an)	29,5 mg/m² *an
Taux de récupération du confinement RG = 1 – IZ/IP (= 1 – 29,5 mg/m ² *an / 1560 mg/m ² *an)	0,981 = 98,1 %

Il en résulte un taux de récupération requis compris entre 0,98 et 0,99. Celui-ci peut être atteint avec un confinement de classe 2.

Exemple 4

Avec les hypothèses de l'exemple du chapitre 2.2.3**Pont à treillis en acier en zone urbaine****(10 m au-dessus du sol, surface de base 400 m²)**

Ancien revêtement avec surface à traiter BF = 1000 m², épaisseur de la couche SS = 600 g/m² et concentrations de polluants suivantes (pour-cent en poids) :

Zinc	env. 10 %	⇒ SG _{Zn} = 60 g/m ²
Plomb	env. 1 %	⇒ SG _{Pb} = 6 g/m ²
Chrome	env. 8 %	⇒ SG _{Cr} = 48 g/m ²

Consommation spécifique d'abrasif (scories de four de fonderie) SSM = 40 kg/m² avec concentration de polluant (pour-cent en poids) SKS = 0,3% zinc, 0,1% plomb, 0% chrome).

Il en résulte que le chrome est la substance déterminante.

En admettant qu'il faut appliquer le procédé de sablage, on effectue les calculs suivants :

Surface à traiter BF	1000 m ²
Surface de base GF	400 m ²
Teneur spécifique en polluants SG	48 g Cr/m ²
Valeur limite d'immission VLI	18,25 mg/m ² *an
Charge préalable d'immissions IV selon mesure	1,82 mg/m ² *an
Facteur géométrique g	10
Quantité de polluant à enlever SM = BF * SG (= 1000 m ² * 48 g/m ²)	48 kg Cr
Emissions potentielles EP = SM * EG (48 kg * 0,5)	24 kg Cr
Surface d'immission IF = GF * g (= 400 m ² * 10)	4000 m ²
Immissions potentielles IP = EP / IF (= 24 kg / 4000 m ²)	6 g/m ² = 6000 mg/m ² * an
Immissions admissibles IZ = VLI - IV (= 18,25 mg/m ² * an - 1,82 mg/m ² *an)	16,43 mg/m² * an
Taux de récupération du confinement RG = 1 - IZ / IP (= 1 - 16,43 mg/m ² * an / 6000 mg/m ² *an)	0,9973 = 99,7%

Il en résulte un taux de récupération requis de plus de 0,99. Celui-ci ne peut être atteint qu'avec un confinement de la classe 1.

Annexe

A1 Contrôle et mesures

Inspection du chantier

- L'inspection du chantier se concentre sur les points suivants :
- Construction du confinement et d'éventuels segments de travail
- Procédé de préparation des surfaces : appareils, matières auxiliaires (abrasif), apport d'air (débit)
- Epuration de l'air vicié : ventilateurs, débit d'air vicié, filtres, émissions résiduelles, résidus de filtration
- Rejets diffus de poussières (dépression dans le confinement)
- Déchets spéciaux : manutention, entreposage, élimination
- Pose du nouveau revêtement : matériau, méthode d'application → voir [7]

Contrôles du chantier

Les contrôles des chantiers par les autorités ou les préposés se concentrent sur :

- Etat du confinement (dépression, fuites, rejets diffus de poussières)
- Fonctionnement de l'installation de filtrage de l'air vicié
- Entreposage et transbordement de l'abrasif, résidus de sablage et poussières retenues dans les filtres
- Déplacement de confinements
- Démontage du confinement et de l'échafaudage ainsi que travaux de déblaiement → voir [7, 9 (p. 25)]
- Bruit (→ voir directive concernant le bruit des chantiers [5])

Mesure des émissions

Les mesures d'émissions doivent être effectuées conformément aux recommandations de l'OFEFP en la matière [1, 2] → voir p.ex. [9 (p. 27-28, A 5.1)]

Mesure des immissions

La méthode Bergerhoff (selon VDI 2219, feuille 2 [8]) est éprouvée pour la mesure du dépôt de poussières et de métaux lourds dans le secteur principal des immissions au voisinage des travaux d'assainissement anticorrosion. Elle doit être préservée contre toute manipulation par l'emploi de substances de traçage appropriées. → voir p.ex. [9 (p. 29-36, A 5.2)]

Surveillance des compartiments servant de puits

Avant la mise en œuvre et après la fin des travaux d'assainissement, des échantillons de sol sont prélevés à des endroits géographiquement définis avec précision → voir [3, 4, 6].

Les échantillons sont analysés sous l'angle des paramètres indicateurs déterminants (ancien revêtement). En complément de la méthode standard, il est judicieux de prélever des échantillons d'une profondeur de 0 à 5 cm → voir p.ex. [9 (p. 40-45, A 5.3)].

Déchets

L'entreposage et la manutention des déchets (spéciaux) doivent être vérifiés périodiquement.

Bilan des flux de matières pour les polluants représentatifs

Les bilans de flux de matières pour les polluants représentatifs permettent de chiffrer l'efficacité des mesures de protection, de repérer les points faibles et d'optimiser les procédés → voir p.ex [9 (p. 49-50)].

Index

1 Abréviations

AfU	Service de la protection de l'environnement	
BaP	Benz(a)pyrène	
BF	Surface à traiter	m ²
Cercl'Air	Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air, www.cerclair.ch	
Cr	Chrome	
EG	Degré d'émission	% ou valeur absolue
EP	Emissions potentielles	kg
FaBo	Service de la protection des sols du canton de Zurich, www.fabo.zh.ch	
g	Facteur géométrique	-
GF	Surface de base de l'objet	m ²
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	
IF	Surface d'immission	m ²
IP	Immissions potentielles	mg/m ² * an
IV	Charge préalable d'immissions	µg/m ² * jour (ou mg/m ² * an)
IZ	Immissions admissibles	mg/m ² * an
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, www.buwal.admin.ch	
OPair	Ordonnance sur la protection de l'air	
Pb	Plomb	
PCB	Biphényles polychlorés	
PM10	Particules de moins de 10 µm de diamètre aérodynamique	
ppm	Parts per million (p.ex. mg/kg)	
RG	Taux de récupération	-
SG	Teneur en polluants par unité de surface	g/m ²
SKB	Concentration de polluant dans le matériaux de revêtement	g/kg
SKS	Concentration de polluant dans l'abrasif	g/kg
SM	Quantité totale de polluant	kg
SM _{ig}	Quantité de polluant pondérée en fonction des immissions	kg
SM _{obj}	Quantité de polluants sur l'objet	kg
SM _{str}	Quantité de polluants dans l'abrasif	kg
SS	Epaisseur de la couche de revêtement	g/m ²
SSM	Consommation spécifique d'abrasif	kg/m ²
SSPC	Society for Protective Coating, www.sspc.org	
SUVA	Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, www.suva.ch	
VLi	Valeur limite d'immission	µg/m ² * jour (ou mg/m ² * an)
Zn	Zinc	

2 Bibliographie

- [1] OFEFP (2001) ; Recommandations sur la mesure des émissions de polluants atmosphériques des installations fixes (Recommandations sur les mesures d'émissions)
- [2] OFEFP (1987) ; Directives pour le prélèvement d'échantillons de sols et l'analyse de substances polluantes
- [3] FAC Liebefeld (1983) ; Methoden für Bodenuntersuchungen, Schriftenreihe Nr. 5
- [4] OFEFP (2000) ; Directive sur le bruit des chantiers, recommandations du Cercl'Air, des cantons et de la SUVA
- [5] KIGA ZH, AGW ZH (1994) ; Konzept für den Behörden-Vollzug bei der Oberflächenbehandlung (Korrosionsschutz) an Objekten im Freien
- [6] KIGA ZH (1994) ; Massnahmen und Messungen während der Sanierungsarbeiten – Kontrolle der Baustelle
- [7] VDI 2219, Blatt 2 : Bergerhoff-Verfahren
- [8] TBA ZH / Carbotech AG (1995) ; Korrosionsschutzarbeiten an der Schönenwerdbrücke (Dietikon ZH)

Autres sources bibliographiques relatives au droit de l'environnement

Lois et ordonnances fédérales

- Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE) (RS 814.01)
- Ordonnance du 19 octobre 1988 relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE) (RS 814.011)
- Ordonnance du 9 juin 1986 sur les substances dangereuses pour l'environnement (Osubst) (RS 814.013)
- Ordonnance du 12 novembre 1986 sur les mouvements des déchets spéciaux (ODS) (RS 814.610)
- Ordonnance du 10 décembre 1990 sur le traitement des déchets (OTD) (RS 814.600)
- Ordonnance du 1er juillet 1998 sur les atteintes portées au sol (OSol) (RS 814.12)
- Ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air (OPair) (RS 814.318.142.1)
- Ordonnance du 15 décembre 1986 sur la protection contre le bruit (OPB) (RS 814.41)
- Ordonnance du 26 août 1998 sur l'assainissement des sites pollués (ordonnance sur les sites contaminés, OSites) (RS 814.680)
- Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux) (RS 814.20)
- Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux) (RS 814.201)
- Ordonnance du 1er juillet 1998 sur la protection des eaux contre les liquides pouvant les polluer (OPEL) (RS 814.202)
- Loi fédérale du 21 mars 1969 sur le commerce des toxiques (RS 813.0)
- Ordonnance du 19 septembre 1983 sur les toxiques (Otox) RS 813.01
- Ordonnance du 23 décembre 1971 sur l'interdiction de substances toxiques (OITox) RS 813.39

Accords, directives, communications et recommandations de la Confédération

- OFEFP (1996) ; Informations concernant l'OPair, n° 9 : Traitement des surfaces d'objets exposés aux intempéries, remise de la déclaration d'émissions
- OFEFP (1998) ; Informations concernant l'OPair, n° 10 : Chantiers
- OFEFP (1994) ; Richtlinie für die Entsorgung von Strahlschutt inkl. Nachtrag «PCB» vom April 1995
- OFEFP (1995) ; Principes et recommandations pour travaux de peinture, L'environnement pratique
- Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (1989)
- Cercl'Air (1996) ; Recommandation Cercl'Air n° 14 : Protection des surfaces d'objets à l'air libre
- KIGA ZH, AGW ZH, AfU GL, AfU GR (1993) ; Umweltschutzmassnahmen bei der Oberflächenbehandlung (Korrosionsschutz) an Objekten im Freien
- SUVA (2000) ; Unfallverhütung und Berufskrankheitenprophylaxe bei Korrosionsschutzarbeiten im Freien

Normes

- SN 555 001 : B3 Protection de surface des constructions métalliques ; Korrosionsschutz durch Beschichtungen und Überzüge ; Schweiz. Zentralstelle für Stahlbau, Zürich, 1990

Rapports de base

- AfU GL, AfU GR, KIGA ZH / Carbotech AG (1994) : Sanierung korrosionsschutzter Stahlobjekte im Freien : Umweltbelastungen und Minderungsmaßnahmen
- OFEFP (2001) ; PCB-Emissionen beim Korrosionsschutz ; Praxishilfe, Vollzug Umwelt VU-5018
- OFEFP (1997) ; Cadmium in Zink, Resultate einer schweizerischen Marktüberwachung, Umweltmaterialien Nr. 68
- Cercl'Air (1999) ; Hochspannungsmasten und Umwelt ; Besprechung mit den Elektrizitätswerken
- FaBo ZH / Carbotech AG (1994) ; Schwermetallbelastung der Böden in der Umgebung korrosionsschutzter Stahlobjekte (im Kanton Zürich)
- AfU GL (1990) ; Die Konzentration von Schwermetallen in der Nähe von Hochspannungsmasten
- AfU GL (1992) ; Korrosionsschutz an einer Brücke ; Konflikte mit Bodenschutz, Luftreinhaltung und Abfallwirtschaft
- AfU GL (1993) ; Lärmmessungen – Sandstrahlarbeiten Ziegelbrücke
- AfU GL (1995) ; Korrosionsschutz bei Brücken -zwei Fallbeispiele aus Ziegelbrücke 1993
- AfU GL (1994) Handentrostung eines Hochspannungsmastes, Bericht über die Umweltauswirkungen

