

GUIDE D'APPLICATION DE L'ITSEOA FASCICULE 40 : TUNNELS GÉNIE CIVIL ET ÉQUIPEMENTS

ANNEXE B ÉVALUATION DE LA CLASSE DE CORROSIVITÉ D'UN TUNNEL EN EXPLOITATION

HISTORIQUE DES VERSIONS DU DOCUMENT

| Version | Date | Rédacteur | Commentaires |
|---------|--------------|--------------------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| 1 | octobre 2012 | Jean-Claude MARTIN | - |

AVERTISSEMENT

Les guides sont l'aboutissement de travaux de synthèse, de réflexion méthodologique, de recherche, de retour d'expérience, menés ou commandités par le CETU. Ils ont vocation à servir de référence pour la conception, la réalisation ou l'exploitation des ouvrages souterrains. Comme tout état de l'art à un moment donné, un guide peut toutefois devenir un jour obsolète, soit du fait de l'évolution des techniques ou des réglementations, soit par la mise au point de méthodes plus performantes.

ATTENTION

Le présent guide est une première version qui est susceptible d'évoluer en fonction des constats faits lors de sa mise en application. L'utilisateur est invité à vérifier quelques fois par an s'il n'existe pas une version modifiée plus récente sur le site internet du CETU.

*GUIDE D'APPLICATION DE L'ITSEOA
FASCICULE 40 : TUNNELS
GÉNIE CIVIL ET ÉQUIPEMENTS*

*ANNEXE B
ÉVALUATION DE LA CLASSE DE CORROSIVITÉ
D'UN TUNNEL EN EXPLOITATION*

Jean-Claude MARTIN

octobre 2012

Centre d'Études des Tunnels

25, avenue François Mitterrand

Case n°1

69674 BRON - FRANCE

Tél. 33 (0)4 72 14 34 00

Fax. 33 (0)4 72 14 34 30

cetu@developpement-durable.gouv.fr

www.cetu.developpement-durable.gouv.fr

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|---|
| 1. Démarche | 5 |
| 2. Mode opératoire | 6 |
| 3. Périodicités de nettoyage des équipements | 6 |
| 4. Expertise de l'état de corrosion | 7 |

1. DÉMARCHE

Pour définir la fréquence de nettoyage il convient de déterminer la classe de corrosivité de l'ouvrage. La détermination de ce niveau d'agressivité peut s'effectuer en utilisant les normes ISO 9223, ISO 9225 et ISO 9226.

La norme ISO 9223 (Corrosion des métaux et alliages – Corrosivité des atmosphères – Classification) indique qu'il existe deux manières de déterminer la classe de corrosivité d'un lieu :

- en déterminant la vitesse de corrosion sur des éprouvettes conformes aux prescriptions de l'ISO 9226 (Corrosion des métaux et alliages – Corrosivité des atmosphères – Détermination de la vitesse de corrosion d'éprouvettes de référence pour l'évaluation de la corrosivité) ;
- en mesurant la concentration et la vitesse de pollution ambiante selon les prescriptions de l'ISO 9225 (Corrosion des métaux et des alliages – Corrosivité des atmosphères – Mesurage de la pollution).

Des essais conduits par le CETU et d'autres confiés au CETIM⁽¹⁾ ont permis de constater des résultats assez similaires entre des mesures conduites selon la norme ISO 9225 sur une durée d'un mois et des mesures conduites selon la norme ISO 9226 pendant plusieurs années. De fait, la démarche proposée pour déterminer la classe de corrosivité d'un tunnel est d'utiliser la norme ISO 9223 en mesurant la concentration de la pollution ambiante selon les prescriptions de la norme ISO 9225.

Dans cette norme ISO 9225 il faut apprécier la pollution en Cl⁻ et SO₂, et la persistance d'humidité⁽²⁾. Cette évaluation se fait en mesurant la vitesse de déposition de ces deux polluants dans l'atmosphère du tunnel et le taux d'humidité. On procède ainsi :

- la vitesse de dépôt des chlorures (Cl⁻) est déterminée en utilisant des chandelles humides (une chandelle humide est constituée par une mèche en textile absorbant plongée dans un flacon) ;
- la vitesse de dépôt de dioxyde de soufre (SO₂) est déterminée en utilisant des boîtes de Pétri (boîtes en plastique de 60 mm de diamètre qui contiennent un réactif sous forme de pâte).

Dans la pratique, ces mesures sont réalisées en déposant en tunnel, pendant un mois, des flacons et des boîtes qui contiennent des réactifs chimiques non agressifs. Au bout d'un mois, les flacons sont récupérés et leur contenu est analysé (temps d'exposition 30 jours ± 2 jours). Pendant toute la durée d'exposition des flacons, des enregistrements de l'humidité et de la température doivent être effectués.

La mesure de l'humidité est nécessaire pour pouvoir déterminer la classe de corrosivité. La mesure de température n'est pas demandée par la norme, mais elle permet de s'assurer qu'il n'y a pas de chute de la température à une valeur inférieure au point de rosée du milieu considéré. En effet, comme le premier facteur pouvant initier la corrosion d'une pièce est la condensation, une chute de la température en dessous du point de rosée dans le milieu environnant de la pièce provoque une augmentation de l'humidité relative et la formation de gouttelettes.

L'humidité de l'atmosphère d'un tunnel varie tout au long de l'année, mais pour déterminer la classe de corrosivité d'un ouvrage donné, il est préférable de faire les mesures durant une période plutôt pluvieuse.

A partir des mesures décrites ci-dessus, il est possible de déterminer la classe de corrosivité d'un tunnel pour les métaux suivants : acier, aluminium et zinc. La classe est d'autant plus élevée que le milieu est agressif.

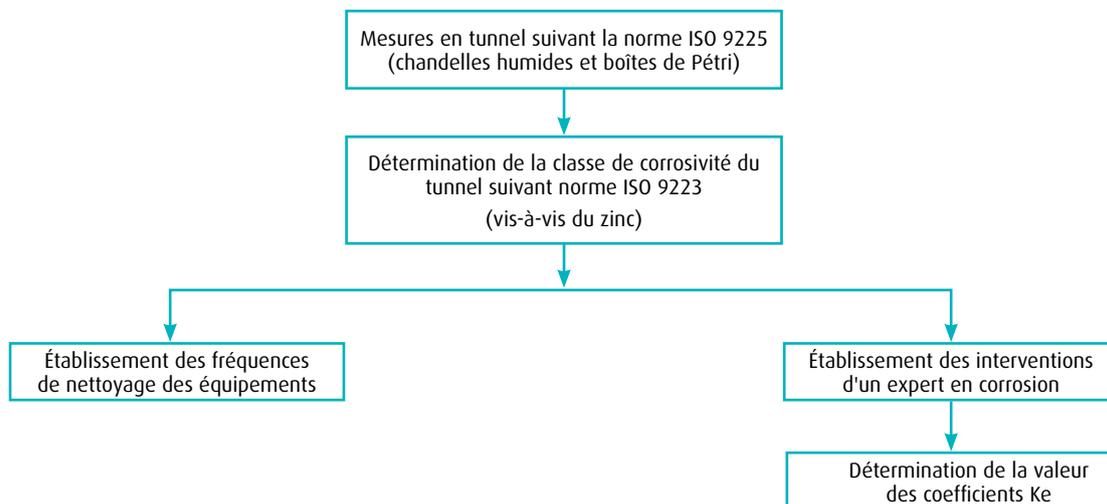
Cette classe est spécifique à chacun de ces trois métaux. Pour faciliter la démarche il semble préférable de caractériser un tunnel par une seule classe de corrosivité. A ce propos une étude conduite par le CETU sur 20 tunnels a montré que, dans la plupart des cas, un tunnel qui était de classe "n" pour l'acier était de classe "n+1" voire "n+2" pour le zinc et l'aluminium. Cette constatation conduit donc à écarter l'acier. Enfin, entre l'aluminium et le zinc, le choix se porte plutôt sur le zinc car il n'existe pas d'équipements constitués d'aluminium (sans protection), alors qu'il en existe beaucoup qui sont en acier protégé par une galvanisation (dépôt de zinc).

En conclusion, un tunnel donné sera caractérisé en fonction de sa classe de corrosivité vis-à-vis du zinc.

(1) Centre Technique des Industries Mécaniques.

(2) La persistance de l'humidité est définie comme la durée exprimée en heures pendant laquelle l'humidité relative d'un site est supérieure à 80 %.

2. MODE OPÉRATOIRE



3. PÉRIODICITÉS DE NETTOYAGE DES ÉQUIPEMENTS

Le nettoyage des équipements disposés à l'intérieur d'un tunnel a pour objectif d'éliminer toutes les poussières corrosives ou agressives qui s'accumulent sur les enveloppes extérieures des équipements et qui peuvent causer une corrosion accélérée. Ces opérations de nettoyage concernent notamment les carcasses des appareils d'éclairage, les boîtes de dérivation, les coffrets électriques, les boîtiers électroniques, etc. Elles ne concernent pas les faces vitrées des luminaires et les panneaux de signalisation qui peuvent faire l'objet de nettoyages plus fréquents.

Le tableau ci-dessous donne des indications relatives aux périodicités maximales⁽³⁾ de nettoyage des équipements recommandées en fonction de la classe de corrosivité de l'ouvrage vis-à-vis du zinc. D'autres impératifs peuvent conduire à respecter des périodicités plus réduites (capteurs sensibles, appareils électroniques, etc.).

Il faut noter que certaines zones d'un tunnel peuvent demander des interventions plus fréquentes (extrémités de l'ouvrage, zones humides, etc.).

| Classe de corrosivité | Périodicité de nettoyage |
|-----------------------|--------------------------|
| C5 | 6 mois |
| C4 | 1 an |
| C3 | 2 ans |
| C2 | 2 à 3 ans |
| C1 | 3 ans |

Avant et après chaque nettoyage⁽⁴⁾, l'exploitant ou son représentant, doit procéder à une inspection visuelle de certains équipements clairement identifiés, de préférence les plus sensibles (a minima aux entrées et au centre du tunnel) et prendre des photos.

L'examen visuel peut être complété par des appréciations sur :

- le degré d'enrouillement pour les matériels en acier,
- la présence de "rouille blanche" pour de la galvanisation,
- la présence de piqûre pour de l'aluminium anodisé,
- la profondeur des piqûres pour de l'acier inoxydable.

Les opérations de **nettoyage des équipements** peuvent être couplées avec les interventions de **lavage des piédroits**.

(3) D'autres impératifs, notamment vis-à-vis de l'aspect des piédroits, peuvent conduire à des périodicités de nettoyage beaucoup plus faibles.

(4) Pour des équipements en zinc, le dépôt de "rouille blanche" qui va permettre d'apprécier l'état de l'équipement peut disparaître avec le nettoyage, ce qui impose de faire l'examen avant. La "rouille blanche" est due à la consommation de la protection. Lorsque la surface de "rouille blanche" est faible, il n'y a pas lieu de s'alarmer mais lorsque cette surface est importante, il convient de prendre des dispositions pour éviter que le métal protégé ne soit attaqué rapidement. Notons que lorsque la rouille blanche est remplacée par de la rouille rouge, c'est le signe que le métal est attaqué.

4. EXPERTISE DE L'ÉTAT DE CORROSION

Outre les contrôles effectués par l'exploitant, il convient de prévoir l'intervention d'un spécialiste en corrosion à des intervalles réguliers. Comme lors d'une visite faite par l'exploitant, l'examen aura lieu **avant et après** un lavage.

Le tableau ci-dessous donne des indications relatives aux périodicités d'intervention de ce spécialiste en corrosion en fonction de la classe de corrosivité de l'ouvrage vis-à-vis du zinc. La périodicité de ces interventions est à adapter dès lors que l'exploitant a acquis une bonne connaissance du comportement de son matériel ; l'intervalle de temps qui sépare les inspections par un spécialiste en corrosion peut être assez fortement augmenté par rapport aux valeurs qui apparaissent dans le tableau ci-dessous.

| Classe de corrosivité | Inspection par un spécialiste en corrosion |
|-----------------------|--|
| C5 | 1 an |
| C4 | 2 an |
| C3 | 3 ans |
| C2 | 3 à 6 ans |
| C1 | 6 ans |



Centre d'Études des Tunnels

25 avenue François Mitterrand

Case n°1

69674 BRON - FRANCE

Tél. 33 (0)4 72 14 34 00

Fax. 33 (0)4 72 14 34 30

cetu@developpement-durable.gouv.fr

