

#Les mardis de l'AFTES

Ventilation des ouvrages souterrains en cours de construction ou de réhabilitation

Mise à jour de la recommandation de 2003

Élisa BÉRAUD et Alain MERCUSOT pour le GT 27



La recommandation du GT27 de l'AFTES

Ventilation des ouvrages souterrains en cours de construction ou de réhabilitation

Présentation : Elisa BERAUD



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon



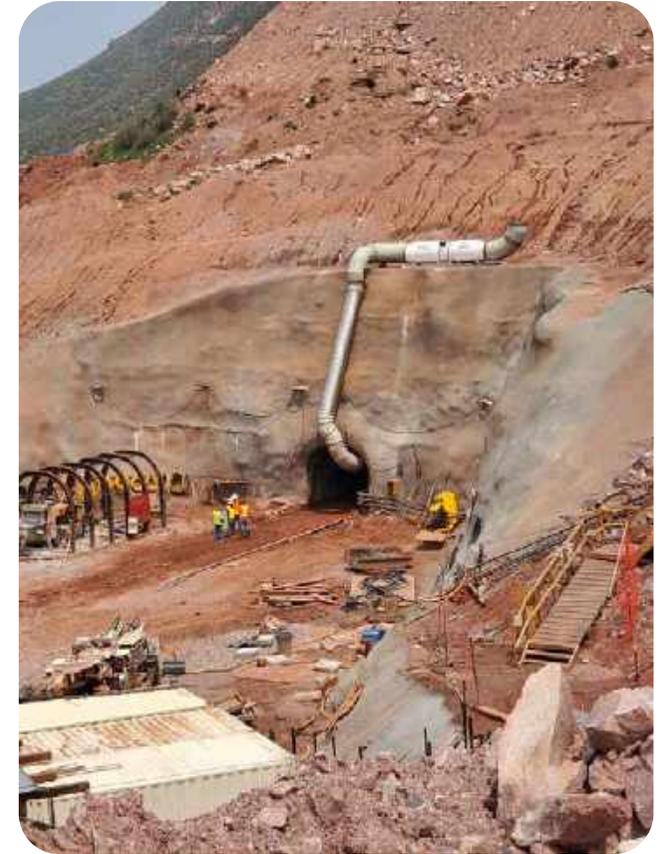
Sommaire

1 - LE GROUPE DE TRAVAIL GT27 DE L'AFTES

2 - LES OBJECTIFS DE LA RECOMMANDATION GT27 R1F2

3 - LES APPORTS DE LA RECOMMANDATION GT27 R1F2

4 - LES PERSPECTIVES POUR LA RECOMMANDATION



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon



1- Le Groupe de Travail GT27



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon



Le GT 27

- Première recommandation : 1998-2003
 - GT27R1F1 (version française)
 - GT27R1A1 (version anglaise)
- « Ventilation des ouvrages en cours de construction »



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon

Le GT 27

- Création : fin 2012
- Composition : 21 membres

- Ce document a été rédigé en active collaboration par :

[Philippe AUDOUIN](#) (EMERSON – LEROYSOMER), [Dr Jean-Pierre BAUD](#) (APAS MTBTP), [Elisa BERAUD](#) (EIFFAGE ex SNCF Réseau) Co Animatrice, [Thibaud CHARDINY](#) (AXIMA), [Laurent FERRY](#) (EMERSON), [Alexandre GUINOT](#) (Carrier HVAC ex F2A), [Rachida HESSAINE](#) (ex SETEC), [Pierre HINGANT](#) (Conseil ex EGIS), [Benoît HOUSEAUX](#) (EIFFAGE), [Thierry KUBWIMANA](#) (CETU), [Gérard LECUYER](#) (ex RAZEL-BEC), [Dr Béatrice MASSART](#) (Ministère Développement Durable), [Alain MERCUSOT](#) (MERVALTEC ex CETU) Animateur du GT27, [Marie-Christine MICHEL](#) (Consultante E-PPS), [Chris NORRIS](#) (COGEMACOUSTIC), [Patrick ORIEZ](#) (COGEMACOUSTIC), [Daniel PAYOT](#) (ex SPIE BATIGNOLLES SOTRABAS), [Thierry PILLON](#) (ZITRON FRANCE), [Emmanuel RICHARD](#) (EIFFAGE), [Pascal SERGI](#) (CARSAT), [Agnès TIFFOCHE](#) (RATP)



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon



Le GT 27

- Cette recommandation a été approuvée par le Comité Technique de l'AFTES suite à une relecture critique du texte par :

André BOERI (ALTER), Bernard COMBE (BOUYGUES), Jean François BURKHART (CETU), Laurent CHASSAGNE (RATP), François RENAULT (VINCI), Loïc THEVENOT (EIFFAGE), Sébastien TRUCHE (CFT)

- Prépublication : fin 2021
- Traduction en anglais : en cours de relecture du GT



2- Les objectifs de la GT27 R1F2



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon



Pourquoi une ventilation de chantier ?

- Les exigences :
 - Ne pas dépasser les valeurs limites en concentration en gaz et en poussières imposées par la réglementation
- Les moyens :
 - Installer (et donc dimensionner) un système de ventilation



Pourquoi une ventilation de chantier ?

- **Les principes de base**
- 1- Supprimer ou limiter l'émission de toutes les substances polluantes, gênantes ou dangereuses
- 2- Capturer les substances polluantes restantes pour éviter de les propager dans l'ouvrage
- 3- Abaisser les concentrations des substances polluantes en dessous des seuils



Pourquoi une ventilation de chantier ?

- Un compromis :
 - Besoins au front
 - Performances des machines
 - Gabarit disponible pour les gaines et les machines



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon

3- Les apports de la GT27 R1F2



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon



La réglementation

- **Le droit français**

- Décret du 27 décembre 2019

« Décret n° 2019-1487 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelles contraignantes pour certains agents chimiques »

- Arrêté du 3 mai 2021

« Arrêté fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle indicatives pour certains agents chimiques »

(à partir de 2026 pour l'extraction souterraine et le creusement de tunnels)



La réglementation

- Particularité de l'Arrêté de 2019 :
 - Pour le CO : passage de 50 ppm à 20 ppm (VLEP-8h)
 - Pour le NO : passage de 25 ppm à 2 ppm (VLEP-8h)
 - Pour le NO₂ : passage de 3 ppm à 1 ppm (VLEP-15 minutes)
- Particularité de l'Arrêté de 2021 :
 - Surveillance des émissions d'échappement de moteurs Diesel mesurées sous forme de carbone élémentaire
 - En ce qui concerne l'extraction souterraine et le creusement de tunnels, la valeur limite entre en application à partir du 21 février 2026



La réglementation

- Les valeurs en cours

Substance	VLEP-8 h	VLCT-15 min
CO	20 ppm	100 ppm
CO2	5000 ppm	-
NO	2 ppm	-
NO2	0,5 ppm	1 ppm
SO2	0,5 ppm	1 ppm
Diesel	0,05 mg/m ³	-



Le besoin en air frais

- **Version 2003**

- Débit pour les personnes : 0,025 à 0,090 m³/s par personne
- Débit pour évacuer les poussières : 300 L/s par m² de section excavée
- Débit pour diluer les gaz : 50 L/s par Cv
- Vitesse de balayage : $0,5 < V < 1,5$ m/s

- **Version 2023**

- Détermination des débits depuis les premières études du MOA ou du MOE jusqu'à l'offre des entreprises
- Détermination des débits lors de la préparation des travaux puis lors des réalisations



Le besoin en air frais

- **CAS DES MACHINES PONCTUELLES**

- Le volume d'air pollué par la machine est aspiré directement par la ventilation :
- $Q \text{ (m}^3\text{/s)} \geq \Sigma \text{ Machines (R} \times \text{V Creusement (m}^3\text{/s))}$

- V creusement (m³/s) : Production (attendue ou réalisée) de creusement par unité de temps
- R (sans unité) : Rapport entre le volume d'air de l'ouvrage chargé en poussières dégagé à chaque m³ de terrain creusé



Le besoin en air frais

- **CAS DES GAZ DES TIRS D'EXPLOSIF**

- Le débit d'aspiration est calculé à partir du volume d'air total pollué par le tir et du niveau de la concentration de pollution admissible :

- $Q \text{ (m}^3\text{/s)} = V \text{ (m}^3\text{)} \times \ln (X / X_0) / T \text{ (s)}$

- $V \text{ tir (m}^3\text{)}$: Volume d'air total pollué par le tir à extraire = section excavée (m²) x longueur d'expansion des gaz et des poussières du tir (m)
- X_0 : Concentration admissible (VLEP-8h) pour réintroduire le personnel (ppm)
- X : Concentration du volume d'air total pollué par le tir (ppm) = volume de gaz dégagé par le tir d'explosif (m³) x 10⁶ / volume d'air total pollué par le tir à extraire (m³)



Le besoin en air frais

- **CAS DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT**

- Le débit nécessaire à la dilution de chacun des gaz d'échappement est calculé pour chaque gaz à partir du rapport entre les rejets des engins et les valeurs limites d'exposition professionnelle :
- $Q \text{ (m}^3\text{/s)} \geq \Sigma E \text{ (volume gaz dégagé (mg/s par ch) / (VLEP-8h (mg/m}^3\text{))}$
- $E \text{ (mg/s par ch)}$: Émissions des engins pour chaque gaz
- $VLEP-8h \text{ (mg/m}^3\text{)}$: Valeur limite d'exposition pour chaque gaz



Le besoin en air frais

- **CAS DU BALAYAGE**

- $V < 2,5$ m/s en galerie

- La valeur maximale à 2,5 m/s peut se montrer restrictive pour certains chantiers très polluants et peut entraîner des arrêts fréquents, alors qu'une ventilation plus forte permettrait de garder une qualité de l'air respirable dans des conditions supportables.
- Valeur maximale de 3,5 m/s sur de courtes périodes.
- Valeurs plus élevées dans des zones sans personnel comme dans des puits de ventilation par exemple.

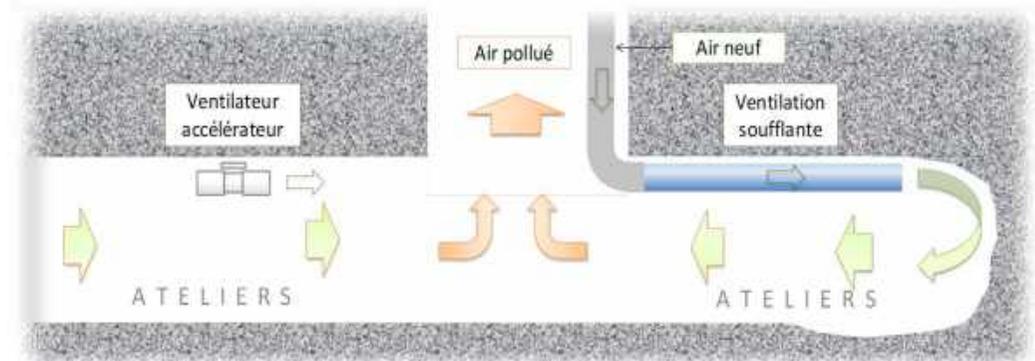
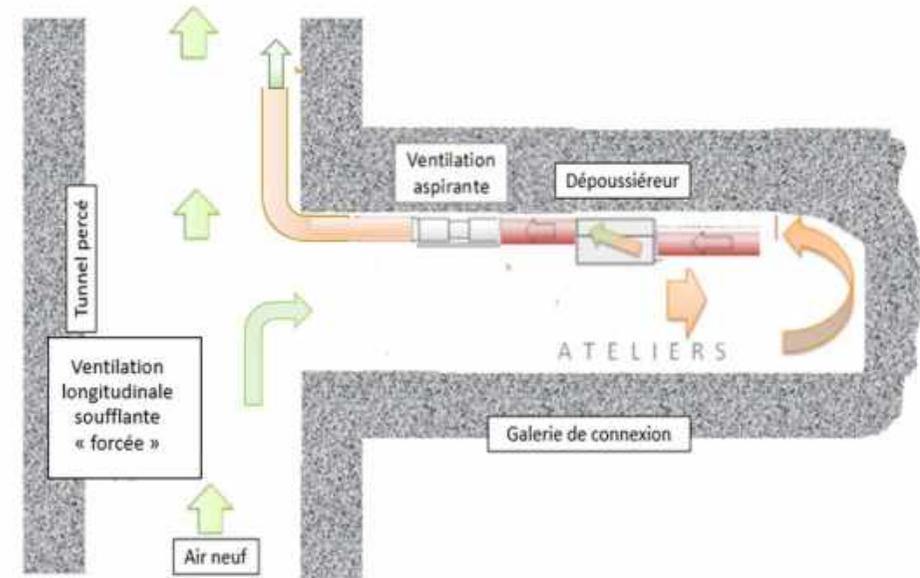
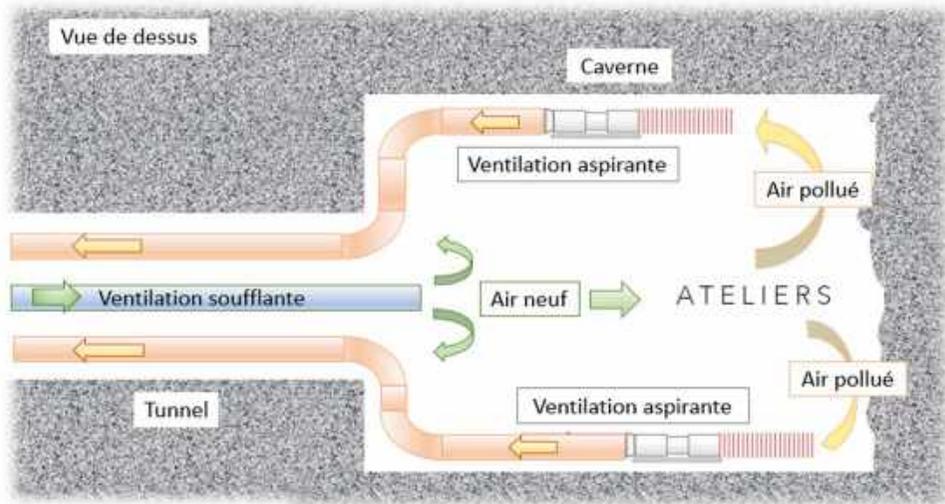


Les modes de ventilation

- Mode de ventilation
 - Ventilation aspirante (avec conduite)
 - Ventilation soufflante (avec conduite)
 - Ventilation par accélérateur (sans conduite)
- Association des modes de ventilation pour ouvrage linéaire
- Association des modes de ventilation pour ouvrages non linéaires
 - Caverne ou station
 - Puits
 - Galerie de connexion
- Cas des ouvrages linéaires percés (chantiers ferroviaires)



Les modes de ventilation



Les modes de ventilation

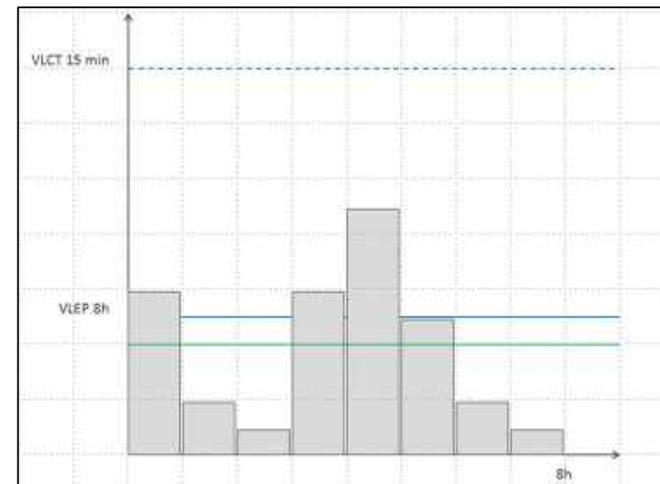
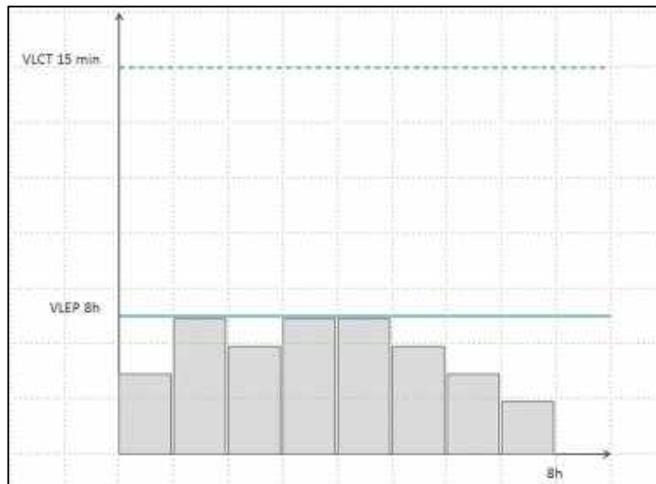
- Cas d'une ventilation sur train travaux



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon

Les contrôles des concentrations

- Comment surveiller la qualité de l'air ?
 - Installer des stations de mesure dans l'ouvrage
 - Équiper les responsables d'atelier de détecteurs multi gaz portables
- Comment interpréter les résultats ?



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon

Les contrôles des concentrations

- Que faire en cas de dépassement des valeurs limites ?
- Tout déclenchement d'alerte ou l'alarme est à prendre au sérieux et doit provoquer une réaction
 - Arrêter l'activité !
 - Évacuer la zone ?
 - Augmenter la ventilation ?
- Adopter des nouvelles mesures de prévention et de protection, portant par exemple sur l'organisation ou la ventilation



Le chargé de ventilation

- S'approprier le projet de ventilation
- Installation
 - Assurer le suivi des installations de ventilation
 - Entretien et maintenir l'état de l'installation de ventilation
- Gestion depuis la GTC
 - Régler les débits d'air en fonction des besoins
 - Contrôler la qualité de l'air
 - Tenir à jour un registre sur lequel les différents résultats seront consignés
- Implication sur le terrain
 - Vérifier l'état des équipements de ventilation
 - Surveiller et signaler les zones mal ventilées
 - Participer aux exercices de secours mettant en jeu le réseau de ventilation



4 – Les perspectives

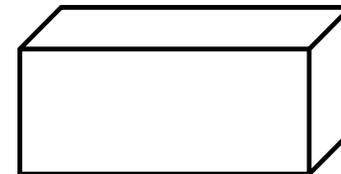


Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon



Le cas des cavernes

- Pas de retour d'expérience au moment de l'élaboration de la recommandation
- Exemple avec le cas d'une gare : cube de 80 m x 20 m x 30 m
- Application des ratios (0,5 m/s par m² de section) :
 - « mur » : $20 \times 30 = 600 \text{ m}^2 \rightarrow 300 \text{ m}^3/\text{s}$
 - « zone de roulement » des engins au sol : $3 \times 5 = 15 \text{ m}^2 \rightarrow 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Quel est le juste milieu ?



Le cas de l'incendie

- La ventilation de chantier n'est pas prévue pour gérer un incendie :
 - Pas de résistance au feu des machines ou des gaines (souvent en PVC)
 - Ventilation dimensionnée pour T air ambiant et non pour T incendie
 - Configurations multiples (incendie au front, en galerie, dans les rameaux)
 - Ventilation qui évolue en fonction de l'avancement du front
- Préparation en amont avec les pompiers
- Cf. GT12



Le cas des nouvelles valeurs seuils

- Les dispositions utilisées actuellement sur les chantiers ne permettent plus de respecter les valeurs seuils de 2020
- De plus, elles ne prennent pas en compte :
 - Nouveaux véhicules ?
 - Nouveaux besoins ?
 - Nouvelles méthodes de ventilation ?



Conclusion

- La nouvelle version de la recommandation utilise toujours des ratios théoriques pour les études, mais propose également des formules plus précises pour les chantiers, en fonction des matériels, personnels, techniques, phases, programmes
- Elle insiste sur le contrôle de la qualité de l'air et donne des pistes d'analyse
- Elle identifie le rôle du Chargé de ventilation



Perspectives

- Mise à jour de la recommandation avec :
 - Les REX des grands chantiers (Grand Paris Express, TELT)
 - Les REX avec les nouvelles valeurs limites
 - Les nouvelles techniques

- Appel à participation au GT27 v3 !



Merci pour votre attention



Mardi de l'AFTES – 6 juin 2023 – Lyon

